



Ministero degli Affari Esteri



IL RESTAURO IN ITALIA

ARTE E TECNOLOGIA NELL'ATTIVITÀ DELL'ISTITUTO SUPERIORE
PER LA CONSERVAZIONE ED IL RESTAURO

RESTORING IN ITALY

ART AND TECHNOLOGY IN THE ACTIVITIES OF THE ISTITUTO SUPERIORE
PER LA CONSERVAZIONE ED IL RESTAURO



GANGEMI  EDITORE

©

Proprietà letteraria riservata
Istituto Superiore per la
Conservazione ed il Restauro
Gangemi Editore spa
Piazza San Pantaleo 4, Roma
www.gangemieditore.it

Nessuna parte di questa
pubblicazione può essere
memorizzata, fotocopiata o
comunque riprodotta senza
le dovute autorizzazioni.

*Le nostre edizioni sono disponibili
in Italia e all'estero anche in
versione ebook.*

*Our publications, both as books
and ebooks, are available in Italy
and abroad.*

ISBN 978-88-492-7578-0

IL RESTAURO IN ITALIA

ARTE E TECNOLOGIA NELL'ATTIVITÀ DELL'ISTITUTO SUPERIORE
PER LA CONSERVAZIONE ED IL RESTAURO

RESTORING IN ITALY

ART AND TECHNOLOGY IN THE ACTIVITIES OF THE ISTITUTO SUPERIORE
PER LA CONSERVAZIONE ED IL RESTAURO



Vincenza Lomonaco

Vice Direttore Generale per la Promozione del Sistema Paese /
Direttore Centrale per la Promozione della Cultura e della Lingua Italiana

Deputy Director General for the Country Promotion (Economy, Culture, Science) /
Director for the Promotion of Italian Culture and Language

Massimo Riccardo

Vicario del Direttore Centrale per la Promozione della Cultura e della Lingua Italiana

Deputy Director for the Promotion of Italian Culture and Language

Maria Romana Destro Bisol

Direzione Generale per la Promozione del Sistema Paese
Directorate General for the Country Promotion (Economy, Culture, Science)

Raffaella Pavani

Capo ufficio IV, Direzione Generale per la Promozione del Sistema Paese

Head of Office IV, Directorate General for the Country Promotion (Economy, Culture, Science)

Lisa Zaffi

Settore Mostre, Ufficio IV, Direzione Generale per la Promozione del Sistema Paese

Exhibition Section, Office IV, Directorate General for the Country Promotion (Economy, Culture, Science)



MINISTERO
PER I BENI E
LE ATTIVITÀ
CULTURALI

Antonia Pasqua Recchia

Segretario Generale
General Secretary

Gisella Capponi

Direttore dell'Istituto Superiore per la Conservazione ed il Restauro
Director of the Istituto Superiore per la Conservazione ed il Restauro

Maria Concetta Laurenti

Coordinamento generale e cura del catalogo
General coordination and catalogue editing

Jacopo Russo, Gaia Russo

Progetto grafico dei pannelli
Panel Design Project

Fiammetta Formentini

Collaborazione alla redazione del catalogo
Cooperation at the Catalogue Editing

Adrian James, Mark Gittins, Silvia Simonetti

Traduzione dei testi
English Translation

Documentazione fotografica

Archivio ISCR
ISCR Archive
Archivio dei restauri ISCR
ISCR Conservation Historical Archive

Si ringrazia l'Archivio Fotografico Araldo De Luca per la gentile concessione delle immagini dei Bronzi di Riace per il pannello: *I Bronzi di Riace e le nuove frontiere del restauro e dell'archeometria*
Acknowledgments to Archivio Fotografico Araldo De Luca that has kindly licensed the pictures of the Riace Bronzes for the panel: *The Riace Bronzes and the new frontiers of restoration and archaeometry*

Presentazione

Vero e proprio museo a cielo aperto, il nostro Paese ospita un patrimonio di bellezze artistiche unico al mondo, tanto meraviglioso quanto fragile. La conservazione e il restauro di tale patrimonio ha richiesto, nel corso dei secoli, lo sviluppo di una tradizione di conoscenze e di tecniche, che oggi – grazie ai progressi della scienza – sono giunte a un eccezionale livello di perfezionamento. Eredi degli antichi saperi artigiani delle botteghe d'arte, le maggiori istituzioni italiane nel campo del restauro sono oggi all'avanguardia sia sul piano delle metodologie di indagine, sia nell'elaborazione e nell'applicazione di tecnologie innovative. A tali esiti di eccellenza collabora sul territorio una rete fittissima di imprese che si distinguono per l'alto tasso di investimenti nel settore della ricerca, per la proiezione sui mercati internazionali e per la forte capacità di creazione di valore aggiunto.

Proprio questa convergenza di un bagaglio di esperienze accumulate nel corso di una storia secolare e di competenze tecnologiche e imprenditoriali caratterizza una realtà, quale quella del restauro in Italia, cui si rivolgono ogni anno, da tutto il mondo, restauratori provetti e giovani desiderosi di specializzarsi.

Sono perciò particolarmente lieta di presentare un'esposizione che illustra, con ampia documentazione, i molteplici aspetti di questa disciplina, descrivendone i metodi di indagine e le tecniche d'intervento, anche attraverso casi concreti di restauro di opere famose, quali la Torre di Pisa e i Bronzi di Riace.

Curata dall'Istituto Superiore per la Conservazione ed il Restauro, che dalla sua fondazione nel 1939 svolge un ruolo leader nel settore, la mostra verrà promossa dalla rete diplomatico-consolare e degli Istituti Italiani di Cultura che – ne sono certa – sapranno valorizzarla quale testimonianza di una delle realtà più originali, creative e dinamiche del nostro Sistema Paese.

VINCENZA LOMONACO

*Vice Direttore Generale per la Promozione del Sistema Paese
Direttore Centrale per la Promozione della Cultura e della Lingua Italiana*

Presentation

Our country is a real open air museum, home of a vast and rich artistic and cultural heritage, as wonderful as it is fragile, that is unique in the world. The need to preserve and restore this heritage in the centuries resulted in the elaboration and development of specific know-how and skills which today have been extraordinarily improved and perfected. The main Italian institutions in the field of restoration have inherited the expertise and skills of master craftsmen and are today the state of the art both in terms of investigation methods and in terms of elaboration and use of innovative intervention techniques. These outstanding results have been obtained also thanks to a wide network of companies characterised by high investment rate in research, openness to international markets and strong capacity to create added value.

This vast legacy of expertise, which was gained and accumulated in the centuries, and of technological and entrepreneurial skills distinguishes the field of restoration in Italy and explains why our country is the reference point of so many skilled professionals and young students from all over the world.

Therefore I am particularly proud to present this exhibition which illustrates and provides ample evidence for the many aspects of the discipline, describing investigation methods and intervention techniques also through restoration cases of masterpieces like the Tower of Pisa and the Bronzes of Riace.

The exhibition is curated by Istituto Superiore per la Conservazione ed il Restauro, which has played a leading role in the field since its creation in 1939. The network of Italian embassies and cultural institutes abroad will promote and organise it in order to highlight one of the most original, creative and innovative sectors of our economy and culture.

VINCENZA LOMONACO

Deputy Director General for the Country Promotion (Economy, Culture, Science)

Director for the Promotion of Italian Culture and Language

Presentazione

L'anno appena trascorso ha visto nel nostro Paese crescere un ampio dibattito sul rapporto tra cultura ed economia. I risultati più evidenti, pur se non trasferiti sul piano delle scelte politiche, hanno tuttavia confermato il ruolo straordinario che la cultura e il patrimonio culturale potrebbero svolgere nell'attuazione delle politiche di crescita economica e sociale. In particolare è emerso con chiarezza quanto sia elevato il potenziale di sviluppo connesso alla filiera della conservazione del patrimonio culturale, specialmente nella eccellente declinazione che in Italia e all'estero ne fa l'Istituto Superiore per la Conservazione ed il Restauro, primo Istituto di ricerca e alta formazione del Ministero per i beni e le attività culturali. Con grande entusiasmo e impegno è stata pertanto preparata la mostra documentaria che, con la collaborazione del Ministero degli Esteri e attraverso la rete diplomatico-consolare e degli Istituti italiani di cultura, punta a diffondere tra un pubblico vasto, non di soli addetti ai lavori, la conoscenza di una componente essenziale del sistema nazionale di tutela del patrimonio culturale, che onora il nostro Paese con una immagine e una competenza eccellenti.

Il connubio tra tecnologia, innovazione, sapiente manualità artigianale da un lato e profonda conoscenza storico-artistica e scientifica del patrimonio culturale dall'altro, supportato da grande rigore metodologico, è stato il carattere distintivo dell'Istituto Centrale del Restauro sin dalla sua istituzione. L'idea fondante, nata dalla discussione della proposta di Giulio Carlo Argan nella Conferenza dei Soprintendenti del 1938, era quella di far colloquiare le diverse componenti e le diverse specialità degli operatori, sottraendo il restauro all'interpretazione soggettiva del singolo operatore, spesso sconfinante nell'arbitrarietà, collocandolo viceversa nella dimensione alta e strutturata di una disciplina scientifica, con propri riconosciuti principi e regole, capace di elaborare codici di comportamento uniformi per tutto il territorio nazionale, con la diffusione delle procedure applicative che ne derivano.

L'Italia era allora impegnata in un'opera di svecchiamento, tendente a portarla al livello delle maggiori nazioni riscattandola attraverso l'innovazione tecnologica, scientifica e culturale dal provincialismo e dalla marginalità. Un ministro lungimirante, Giuseppe Bottai, firmatario tra l'altro della fondamentale legge di tutela 1089 del 1939, seppe cogliere l'importanza di tale iniziativa e sostenne la costituzione di questo ufficio, che avrebbe fatto parte della Direzione Generale delle Antichità e Belle Arti e mosso i suoi primi passi sotto la lucida guida di Cesare Brandi. Accanto a tale innovativo e fondamentale carattere i fondatori individuaron una seconda non meno cruciale componente, quella formativa, nella consapevolezza che per conservare il patrimonio culturale e preservarlo dai rischi è necessario poter disporre di professionalità qualificate formate con passione e rigore; professionalità per le quali allora, come ancora oggi, non ci si poteva avvalere dei percorsi formativi offerti dalle Università; anche se oggi, a valle di un complesso e faticoso processo progettuale condiviso, ci si avvia alla erogazione di alta formazione per il restauro anche nelle Università.

Infine la ricerca.

Sin dalla sua fondazione la componente di ricerca ha caratterizzato tutta l'attività dell'Istituto, ricerca svolta sul campo e non accademica, ricerca che si è avvalsa delle tecniche e degli strumenti più all'avanguardia, spesso mutuati da altre branche applicative ma che si è spesso gemellata con esse, in un virtuoso travaso di esperimenti e di tecniche che ne costituiscono il valore aggiunto. Oggi come allora l'Italia ha bisogno di rinnovarsi, di accrescere la propria competitività e nessun mezzo è più utile a questo scopo dell'innovazione tecnologica, soprattutto se innestata sui processi di conservazione del patrimonio culturale che, a differenza di allora, viene giustamente considerato un *asset* fondamentale per lo sviluppo del Paese.

L'Istituto costituisce una componente non irrilevante della soluzione, sia nello svolgimento dei compiti istituzionali in campo nazionale, sia con la partecipazione ai più importanti programmi europei di ricerca applicata al patrimonio culturale, sia con l'attuazione di progetti di cooperazione culturale internazionale nel campo del restauro e della formazione, caldamente sollecitati da numerosissimi Paesi stranieri.

I restauri eccellenti presentati nella mostra rappresentano esemplarmente la complessità e la ricchezza dell'attività dell'Istituto, attraverso le tre tematiche fondamentali della conservazione e restauro dell'architettura, della conservazione e restauro dell'archeologia, della conservazione e restauro dei manufatti musealizzati. Il filo conduttore *per tipologia di patrimonio* permette di ritrovare la multidisciplinarietà delle componenti richiamate in precedenza: ricerca, tecnologia, innovazione, sapiente manualità artigianale, profonda conoscenza storico-artistica e scientifica. Ad esse si aggiungono anche le capacità di promuovere direttamente lo sviluppo di professionalità di grande pregio e di aziende innovative e competitive, sul mercato nazionale e globale.

È quello di cui abbiamo bisogno, oggi più che mai.

ANTONIA PASQUA RECCHIA
Segretario Generale del Ministero per i Beni e le Attività Culturali

Presentation

During 2012, there was a wide-ranging discussion in Italy on the rapport between culture and the economy. The most evident results, though not yet converted into political decisions, confirmed the extraordinary role that culture and the cultural heritage could play in the achievement of economic and social development policies. In particular there were clear signs of the high potential for growth linked to the field of cultural heritage conservation, especially considering the level of excellence achieved in Italy and abroad by the Istituto Superiore per la Conservazione ed il Restauro (ISCR), the main body for research and advanced training on behalf of the Ministry of Cultural Heritage. Considerable enthusiasm and commitment have gone into the preparation of this documentary exhibition in collaboration with the Ministry of Foreign Affairs and through the diplomatic network of Italian consulates and cultural institutes. The aim of the event is to raise awareness – amongst the general public, not just experts – of an essential component of the national system for protecting the cultural heritage, which does honour to Italy's image and the country's tradition of excellent skills and know-how.

The combination of technology, innovation and skilled artisan craft-work on one hand, and the profound historical, artistic and scientific understanding of the cultural heritage on the other hand, backed by strong methodological rigour, was a distinguishing feature of the Central Institute for Restoration (ICR) from the outset. The founding idea, arising from a proposal put forward by Giulio Carlo Argan at the Superintendents' Conference in 1938, was to find ways of establishing communication between the various components and the specialised operators, removing restoration from the subjective interpretation of individual operators – which often led to arbitrary judgements – and placing it instead at the level of a well-structured scientific discipline with recognised principles and rules, able to draw up uniform codes of conduct for the whole of Italy, together with the application procedures deriving from it.

At that time, Italy was undergoing a period of rejuvenation aimed at placing the country amongst the leading industrialised nations through technological, scientific and cultural innovation, thus avoiding provincialism and marginalism. A far-sighted minister, Giuseppe Bottai, who signed the basic law no. 1089 of 1939 protecting the cultural heritage, understood the importance of this initiative and supported the foundation of the Institute which would form part of the General Directorate for Antiquities and Fine Arts, and which took its first steps under the steady hand of Cesare Brandi.

Alongside this innovative and fundamental approach, the founders identified a second and no less important component – training, in the knowledge that conserving the cultural heritage and protecting it from risks, requires qualified professionals who have undergone rigorous training; professionals for whom, then as now, there were no university-based training courses. However today, after a complex and long drawn-out process of shared planning, we are moving towards the organisation of advanced restoration courses in the universities.

Finally we come to research.

From its foundation, research is the component that has characterised all the Institute's activities – not academic research but research carried out in the field, using the most advanced techniques and instruments, often together with other applications, sometimes twinned with them, in a virtuous circle of experiments and techniques which create added value. Today as then, Italy needs to undergo renewal in order to make its products more competitive, and nothing is more useful for this purpose than technological innovation, especially when linked to the conservation of the cultural heritage which today, unlike then, is rightly considered a fundamental asset for Italy's development.

The Institute is considered a significant part of the solution not only by carrying out its institutional tasks in Italy and by taking part in the main European research programmes applied to the cultural heritage, but also by setting up international projects for cultural cooperation in the field of restoration and training, eagerly sought after by many other countries. The excellence of the restoration projects illustrated in the exhibition are good examples of the complexity and wealth of the Institute's activities in the three basic fields of architectural conservation and restoration, archaeological conservation and restoration, and the conservation and restoration of artefacts in museum collections. The common thread *by heritage typologies* makes it possible to recreate the multidisciplinary nature of the components mentioned above: research, technology, innovation, skilled artisan craft-work, and a profound historical, artistic and scientific understanding of the cultural heritage. In addition, there is also the ability to encourage the development of highly skilled professional figures by taking direct action, together with business enterprises that are innovative and competitive, both in Italy and abroad.

That is what we need today more than ever.

ANTONIA PASQUA RECCHIA
General Secretary of Ministry of Cultural Heritage and Activities

INDICE SUMMARY

Premessa Foreword <i>Gisella Capponi</i>	14
Introduzione alla mostra Introduction to exhibition <i>Maria Concetta Laurenti</i>	17
La nascita dell'Istituto Centrale del Restauro The birth of the Istituto Centrale del Restauro <i>Francesca Romana Mainieri</i>	25
Un impegno per il futuro A commitment to the future <i>Gisella Capponi</i>	37
La Scuola di Alta Formazione dell'Istituto Superiore per la Conservazione ed il Restauro The Advanced Training School of the Istituto Superiore per la Conservazione ed il Restauro <i>Lidia Rissotto</i>	49
L'attività internazionale International activities <i>Maria Concetta Laurenti</i>	57
LA CONSERVAZIONE E IL RESTAURO DELL'ARCHITETTURA CONSERVATION AND RESTORATION OF ARCHITECTURE	
Il degrado dei monumenti all'aperto: studio degli effetti dell'inquinamento urbano Deterioration of outdoor monuments: the effects of urban pollution <i>Annamaria Giovagnoli, Annamaria Pandolfi, Giuseppina Fazio</i>	69
Il restauro delle superfici lapidee della Torre di Pisa Restoring the stone surfaces of the Tower of Pisa <i>Gisella Capponi, Sabina Vedovello</i>	77
Il restauro delle fontane monumentali The restoration of historical fountains <i>Annamaria Pandolfi, Gisella Capponi, Giuseppina Fazio</i>	87

La sostituzione degli originali con copie: sviluppo delle metodologie di replica Replacing originals with copies: the development of methodologies concerning replicas <i>Maria Concetta Laurenti, Carlo Stefano Salerno</i>	95
Terremoto ad Assisi: visibilità di un'immagine in frammenti Earthquake in Assisi: visibility of an image in fragments <i>Giuseppe Basile, Lidia Rissotto, Emanuela Ozino Caligaris, Anna Maria Marcone</i>	103
Il Sistema Informativo Territoriale dell'ISCR The Geographical Information System of ISCR <i>Carlo Cacace, Francesca Capanna</i> <i>La Carta del Rischio del Patrimonio Culturale</i> <i>The Risk Map of the Cultural Heritage</i> <i>L'ISCR per l'Abruzzo</i> <i>The ISCR in Abruzzo</i>	111
I grandi cicli pittorici: Mantova, i dipinti della <i>Camera degli Sposi</i> in Palazzo Ducale e gli affreschi di Palazzo Te The great wall paintings cycles: Mantua, the paintings of the <i>Camera degli Sposi</i> in Palazzo Ducale and the frescoes in Palazzo Te <i>Maria Carolina Gaetani, Albertina Soavi, Francesca Capanna</i>	123
I dipinti della Cappella degli Scrovegni a Padova The paintings in the Scrovegni Chapel in Padua <i>Giuseppe Basile, Antonio Guglielmi</i>	131
LA CONSERVAZIONE E IL RESTAURO DELL'ARCHEOLOGIA CONSERVATION AND RESTORATION OF ARCHAEOLOGY	
La conservazione preventiva nelle aree archeologiche: le coperture architettoniche e il reinterro temporaneo Preventive conservation in archaeological areas: architectural coverings and temporary reburial <i>Maria Concetta Laurenti, Antonella Altieri, Carlo Cacace, Maria Grazia Flamini, Claudio Proserpi Porta</i>	141
La conservazione <i>in situ</i> dei mosaici archeologici Conservation <i>in situ</i> of archaeological mosaics <i>Maria Concetta Laurenti, Carla D'Angelo, Daniela Gennari, Paola Santopadre, Giancarlo Sidoti</i>	149
I Musei sott'acqua Underwater museums <i>Roberto Petriaggi, Barbara Davidde Petriaggi, Sandra Ricci</i>	159

Tomba dell'Orco, Tarquinia Tomb of Orcus, Tarquinia <i>Giovanna De Palma, Maria Carolina Gaetani</i>	167
Il restauro della Sala delle Maschere nella <i>Domus Aurea</i> The Hall of Masks: conservation works in the <i>Domus Aurea</i> <i>Donatella Cavezzali</i>	175
I templi di Paestum: restauro e manutenzione programmata The Temples of Paestum: restoration and planned maintenance <i>Giovanna De Palma, Ada Roccardi, Federica Di Cosimo, Antonella Altieri, Annamaria Pietrini, Sandra Ricci</i>	181
LA CONSERVAZIONE E IL RESTAURO DEI MANUFATTI MOBILI IN RAPPORTO ALL'AMBIENTE MUSEO CONSERVATION AND RESTORATION OF ARTEFACTS IN MUSEUM ENVIRONMENT	
La conservazione preventiva Preventive conservation <i>Elisabetta Giani, Annamaria Giovagnoli, Maria Pia Nugari</i>	191
Conservazione e restauro dei metalli: il monumento equestre del Marco Aurelio Conservation and restoration of metals: the equestrian statue of Marcus Aurelius <i>Maurizio Marabelli, Mario Micheli</i>	199
I Bronzi di Riace e le nuove frontiere del restauro e dell'archeometria The Riace Bronzes: new frontiers of restoration and archaeometry <i>Mario Micheli, Massimo Vidale</i>	207
Il pronto intervento sullo scavo e il microscavo Conservation on archaeological excavation <i>Giovanna De Palma, Paola Donati, Maria Rita Giuliani</i>	215
I dipinti su tela di grande formato Large format paintings on canvas <i>Anna Maria Marcone, Daila Radeglia, Carla Zaccheo, Fabio Talarico, Mauro Torre, Fabio Aramini, Maria Rita Giuliani</i>	223
Il restauro dell'arte contemporanea Restoring contemporary art <i>Grazia De Cesare, Patrizia Miracola, Paola Iazurlo, Giancarlo Sidoti</i>	231

Premessa

Il patrimonio storico-culturale, costituisce il fondamento primario e insostituibile di memoria e di identità di ogni Paese. Nel caso dell'Italia il prezioso lascito di monumenti, centri storici e manufatti artistici, diffuso su tutto il territorio nazionale, forma un tessuto organico continuo, stratificato nel tempo, in cui si integrano armonicamente la bellezza del paesaggio naturale con quella del paesaggio antropizzato.

Questa unicità italiana riconosciuta nel suo alto valore di civiltà è ribadita dalla nostra Costituzione repubblicana che all'articolo 9 sancisce: «La Repubblica promuove lo sviluppo della cultura e la ricerca scientifica e tecnica. Tutela il paesaggio e il patrimonio storico e artistico della Nazione.»

La conservazione di un patrimonio di così rilevante importanza ha visto crescere nel nostro Paese un'attenzione particolare sull'argomento. Da qui è derivata l'elaborazione rigorosa di un apparato metodologico e tecnico, finalizzato al restauro, sulla base di solidi presupposti teorici, sistematizzati nella fondamentale *Teoria del Restauro* scritta da Cesare Brandi e tuttora valida. Egli la sviluppò all'interno dell'Istituto Centrale del Restauro, istituzione di grande prestigio fondata nel 1939 di cui lo stesso Brandi è stato il primo direttore. Un progetto culturale con un alto contenuto innovativo che intendeva mettere in campo un organo tecnico che fosse in grado, anche sulla scorta di conoscenze scientifiche, di unificare i procedimenti del restauro e di provvedere alla formazione dei restauratori.

L'Istituto di oggi divenuto nel 2008 Istituto Superiore per la Conservazione ed il Restauro ha mantenuto i compiti identificati fin dalla sua origine conservandone l'impostazione che prevedeva un organismo in cui svolgere contemporaneamente la ricerca, la formazione e l'attività di restauro e sperimentazione. L'interdisciplinarietà posta come principio di una corretta pratica del restauro ha contraddistinto i numerosissimi interventi realizzati negli oltre settanta anni di attività, divenuti riferimento prezioso per la pratica del restauro.

Il restauro italiano grazie alla sua salda tradizione e all'impiego di tecnologie avanzate, si pone oggi su un piano di reale eccellenza, che lo rende un riferimento costante per gli altri Paesi con i quali sono ormai innumerevoli le occasioni di esperienze e progetti comuni.

La mostra *Il Restauro in Italia: Arte e tecnologia nell'attività dell'Istituto Superiore per la Conservazione ed il Restauro* promossa dal Ministero degli Affari Esteri e realizzata dall'Istituto Superiore per la Conservazione ed il Restauro propone un percorso attraverso i temi emergenti del moderno operare, documentati con le ricerche e i progetti più innovativi, realizzati negli ultimi anni all'interno dell'Istituto. Un ricchissimo corredo di immagini e di testi consentirà di apprezzare la complessità delle problematiche della conservazione e delle metodologie che accompagnano un corretto intervento di restauro rispettoso della materia dell'opera d'arte.

Attraverso la mostra auspico sia possibile aprire la strada a nuove occasioni di confronto e di lavoro comune con altri Paesi ampliando la diffusione dei principi che costituiscono il fondamento del restauro italiano. In questa prospettiva desidero riporre l'auspicio che la conservazione del nostro patrimonio culturale possa ritrovare la giusta considerazione nella politica del Paese attraverso il recupero della centralità della cultura, consentendo di valorizzarne le eccellenze e di ritrovare attenzione per i temi della tutela.

Diversamente questa mostra sarà per la nostra gloriosa istituzione uno degli ultimi atti di un percorso lavorativo fatto di competenze e passione, mosso da una forte istanza civile e culturale. Tutto questo è purtroppo destinato a finire tra non più di quindici anni, quando anche l'ultimo restauratore andrà in pensione senza essere sostituito e senza aver potuto trasferire alle nuove generazioni le sue conoscenze, l'esperienza e l'abilità che hanno permesso finora l'esecuzione di straordinari interventi di restauro.

Vorrei infine sottolineare, con sincera gratitudine, quanto questa mostra abbia rappresentato un momento di autentica condivisione di obiettivi tra tutti coloro che hanno partecipato al lavoro rendendolo possibile con il loro eccezionale impegno, con professionalità ed entusiasmo.

GISELLA CAPPONI

Direttore dell'Istituto Superiore per la Conservazione ed il Restauro

Foreword

A country's historical and cultural heritage constitutes the primary and irreplaceable source of memory and identity. In the case of Italy, the priceless heritage of monuments, works of art and historical towns throughout the country, forms an unbroken organic tissue stratified by time, in which the beauty of the natural landscape blends harmoniously with the surroundings created by human beings.

This Italian uniqueness is recognised as a hallmark of civilisation and is reflected in the Republic's Constitution where article 9 states that "The Republic promotes the development of culture together with scientific and technical research. It safeguards not only the country's landscape but also its historical and artistic heritage."

The conservation of such an important patrimony has led Italy to develop particular skills and know-how in this field with a rigorous approach. Close attention is paid to the methodological and technical systems used in restoration work, based on the solid theoretical considerations set out in the fundamental text *Teoria del Restauro* written by Cesare Brandi and still valid today. He produced this book as part of his work with the Istituto Centrale del Restauro (Central Institute for Restoration), a prestigious institution founded in 1939 for which Brandi was the first director. A cultural project with highly innovative elements aimed at creating a technical body backed by scientific knowledge which would be able to unify restoration procedures and provide for the training of restorers.

In 2008, the title was changed to the Istituto Superiore per la Conservazione ed il Restauro (*Higher Institute for Conservation and Restoration*). However, the Institute maintained its institutional tasks and the way it was organised, enabling it to carry out research, experimentation, training and restoration activities at the same time. From the outset, it was understood that a basic principle of proper restoration is the interdisciplinary approach which has distinguished the many projects undertaken during the course of more than seventy years of activity – projects which have become valuable case studies for other restorers.

Italian restoration, thanks to its long-standing tradition and the use of advanced technologies, has reached a high level of excellence making it a source of reference for other countries with whom there are many occasions for mutual experience and joint projects.

The exhibition entitled *Restoration in Italy: art and technology in the activities of the Istituto Superiore per la Conservazione ed il Restauro*, sponsored by the Ministry of Foreign Affairs and organised by the ISCR, illustrates some of the emerging themes of modern restoration and conservation, documented by some of the innovative research projects carried out by the Institute in recent years. A wealth of images and texts will enable visitors to understand the complexity of conservation problems and the methodologies used for restoration that respects the constituent materials of works. Through the exhibition, I hope it will be possible to open the way for new opportunities to work with other countries, spreading the principles that constitute the basis of Italian restoration. On this subject, I sincerely trust that the conservation of Italy's cultural heritage will be given proper consideration in the country's political decisions by reaffirming the centrality of culture, giving value to its excellence and focusing attention on the subject of protecting cultural assets and artworks.

From another viewpoint, this exhibition will be one of the last acts for our glorious institute in a career made up of competence and enthusiasm, animated by a strong sense of civil and cultural purpose. Unfortunately, all this is destined to end in not more than fifteen years, when the last restorers will retire without being replaced and without having the chance to transfer their knowledge to the younger generation, along with the experience and skills that have made it possible to carry out some extraordinary restoration projects.

Finally I would like to express my most sincere gratitude to all those who took part in preparing this outstanding exhibition, sharing the objectives with their professional commitment and exceptional enthusiasm.

GISELLA CAPPONI

Director of the Istituto Superiore per la Conservazione ed il Restauro

Introduzione alla mostra

Introduction to exhibition

Maria Concetta Laurenti

Obiettivo della mostra è divulgare l'attività di conservazione dei beni culturali che viene svolta in Italia ponendo in risalto il ruolo svolto dall'Istituto Centrale del Restauro (ICR), oggi Istituto Superiore per la Conservazione ed il Restauro (ISCR). Fin dalla sua fondazione nel 1939, all'interno dell'Istituto si è sviluppata, sotto l'impulso del primo direttore, Cesare Brandi, una metodologia di approccio al restauro che conserva la sua attualità anche a distanza di anni e che rende valido ed esportabile all'estero questo patrimonio di esperienze. Infatti, come è noto, dalla data della sua creazione l'Istituto Centrale del Restauro, ha sempre svolto un ruolo fondamentale nel campo della conservazione e del restauro, sia a livello nazionale, che internazionale.

In più di 70 anni di attività didattica e di ricerca l'Istituto ha preparato tecnici di altissimo livello, in grado di affrontare i più complessi problemi di restauro e conservazione delle opere d'arte in tutto il mondo e in vari campi, dalle aree archeologiche ai siti e alle architetture monumentali, dai complessi decorativi alle opere mobili. Proprio l'aspetto della formazione costituisce un filo che lega e connota le attività svolte all'estero dall'ISCR in contesti e problematiche molto diversi, dalla Cina all'Argentina, dall'Egitto all'Iraq, dal Portogallo alla Germania, dall'India all'Afghanistan, da Malta al Kosovo.

La mostra prevede una prima parte in cui verrà ricostruita la storia della nascita dell'ICR, facendo cenno ai principi teorici del restauro che sono alla base della moderna metodologia della conservazione dei beni culturali, grazie anche all'apporto dei successivi direttori dell'Istituto: Pasquale Rotondi, Giovanni Urbani, Michele Cordaro.

The exhibition focuses on the conservation of cultural heritage in Italy, highlighting the role played by Istituto Centrale del Restauro (ICR), now Istituto Superiore per la Conservazione ed il Restauro (ISCR).

Starting from its foundation in 1939, under its first director Cesare Brandi, a modern methodological approach to conservation has been developed, that remains as valid today as it was then, enabling the wealth of experience to be up-to date and exportable to other countries. As it is well known the ISCR has always played a fundamental role in the fields of conservation and restoration not only in Italy but also abroad.

With more than seventy years of teaching and research activities, the Institute has trained technicians to the highest level, able to deal with the most complex problems of restoration and conservation all over the world, and in various fields, ranging from archaeological areas to monumental architecture, from wall paintings and decorative items to all types of movable artworks. Training represents the common thread linking and distinguishing the activities carried out abroad by the ISCR in widely differing contexts such as China, Argentina, Egypt, Iraq, Portugal, Germany, India, Afghanistan, Malta, Kosovo.

The exhibition comprises a first introductory part where it looks back at the history of the ICR, with clear reference to the theoretical principles of restoration which form the basis of the modern approach to the conservation of cultural heritage assets, also thanks to the efforts of the Institute's subsequent directors, Pasquale Rotondi, Giovanni Urbani, and Michele Cordaro.

Verranno quindi illustrate le competenze, gli obiettivi e l'organizzazione attuale dell'Istituto: laboratori di restauro, laboratori scientifici, scuola, servizi tecnici in considerazione di quanto questo modello ha costituito un riferimento prezioso negli allestimenti di analoghi centri in paesi come la Cina, la Serbia, l'Egitto, Malta.

Si metterà in evidenza come l'organizzazione degli Uffici rispecchi il metodo di lavoro basato sull'interdisciplinarietà e sulla circolarità fra storia, scienza e restauro e il fatto che ogni progetto di restauro sui beni culturali, siano beni mobili o monumenti, costituisce un esempio di ricerca applicata.

Un approfondimento specifico riguarderà la Scuola di Alta Formazione come il più consolidato modello per la formazione dei moderni restauratori e i riferimenti che tale struttura presenta nel panorama mondiale. Verranno quindi illustrate le tematiche principali che costituiscono i filoni di ricerca più significativi, che coinvolgono i laboratori scientifici, i laboratori di restauro e la Scuola di Alta Formazione riguardanti:

- la conservazione *in situ* di monumenti architettonici, aree archeologiche, monumenti ipogei e siti subacquei;
- la conservazione dei reperti mobili.

Le tematiche che verranno approfondite saranno illustrate con esempi concreti e verranno raggruppate in tre principali sezioni:

- 1 - La conservazione e il restauro dell'Architettura
- 2 - La conservazione e il restauro dell'Archeologia
- 3 - La conservazione e il restauro dei manufatti mobili in rapporto all'ambiente Museo.

Le tre sezioni della mostra sono legate da un unico filo conduttore che si dipana dall'inizio alla fine, con l'intento di unificare la poliedrica attività dell'Istituto.

Sono stati prescelti, fra quelli di particolare impegno e complessità, i lavori che meglio fossero esemplificativi dei criteri che ne hanno contrassegnato l'operatività.

Al di là dei principi teorici che guidano tuttora l'attività dell'Istituto e che indirizzano la metodologia, abbiamo voluto mettere in evidenza alcuni aspetti peculiari che si possono definire tipici e che costituiscono, in qualche maniera, la cifra distintiva dell'ISCR nel corso del suo operare: l'intento di coniugare la tecnologia con il minimo intervento; di conciliare il rispetto per l'autenticità dell'opera d'arte con lo studio di prodotti inno-

Also are illustrated the Institute's skills and know-how, its objectives and current organisation consisting of scientific laboratories, restoration laboratories, Advanced Training School and technical services, since this model became a valuable point of reference for setting up similar centres in countries such as China, Serbia, Egypt, Malta.

The way the Institute is organised highlights the working method based on an interdisciplinary approach, and on the circular link between history, science and restoration. What's more, it is clear that every project for restoring cultural heritage items, whether movable assets or monuments, constitutes an example of applied research.

A specific chapter deals with the Advanced Training School as the consolidated model for training today's restorers, and the reference point that this structure represents for other countries.

Also illustrated are the main subjects relating to significant research fields, involving the scientific laboratories, the restoration laboratories and the Advanced Training School:

- conservation *in situ* of architectural monuments, archaeological areas, underground monuments and underwater sites;
- conservation of movable artefacts.

The subjects under consideration are illustrated through cases grouped into three main sections:

- 1 - conservation and restoration of Architecture
- 2 - conservation and restoration of Archaeology
- 3 - conservation and restoration of movable items in the context of museum environment.

The three sections of the exhibition are linked by a common thread which runs from beginning to end, helping to unify the Institute's multifaceted activities. The exhibited projects, chosen amongst those of particular commitment and complexity, are good examples of the operational criteria that have always distinguished the Institute.

Beyond the theoretical principles that guide the Institute's activities and the methodology, we have chosen to highlight certain peculiar aspects which can be described as typical and which constitute, to some extent, the distinctive features of ISCR's operations: combining technology with the minimum action required; respecting the authenticity of artworks by investigating and using innovative restoration products; the need to preserve the container in order to preserve the contents better.

vativi per il restauro; la necessità di conservare il contenitore per conservare meglio il contenuto.

Nella prima parte, dedicata alla conservazione del costruito architettonico e delle pertinenze decorative dell'architettura (paramenti marmorei, dipinti murali, stucchi), la carrellata dei casi prescelti si apre con le problematiche conservative legate all'inquinamento urbano che divenne *emergenza* nei primi anni '70. Esse vengono illustrate attraverso gli interventi condotti recentemente su alcuni famosi monumenti, come la Torre di Pisa e la Fontana dei Fiumi a Piazza Navona, a Roma. Viene posta l'attenzione sul degrado della pietra impiegata sia come materiale da costruzione, sia nelle sue declinazioni esteticamente qualificate ovvero come materiale per l'esecuzione delle ricche decorazioni scolpite.

L'aggressione ambientale da un lato, il rischio di furti e vandalismi dall'altro hanno reso in molti casi necessario il ricorso a copie in luogo delle opere originali collocate all'aperto. La realizzazione delle copie di alcuni grandi capolavori, come i Cavalli di San Marco a Venezia e il gruppo equestre del Marco Aurelio a Roma, ha avuto particolare risonanza e ha stimolato la ricerca verso metodologie e tecniche di replica meno rischiose per l'integrità delle opere d'arte. Vengono illustrate le metodologie di replica dirette e indirette e le caratteristiche materiche delle copie in rapporto alla loro finalità presentando gli esiti delle esperienze maturate all'interno dei laboratori scientifici e di restauro.

La conservazione dei monumenti è strettamente collegata a diversi fattori di rischio, che derivano dalla relazione tra la vulnerabilità specifica di ogni singolo bene e la pericolosità alla più ampia scala del territorio sul quale insistono i beni. A questo proposito, a seguito dei gravi terremoti che di recente si sono manifestati, è aumentata la consapevolezza dei rischi connessi alla pericolosità sismica che mina il nostro patrimonio, diffuso ovunque sul territorio. L'impegno dell'Istituto in questo campo si è concretizzato, da un lato nell'approfondimento dei principi della conservazione preventiva che, sulla scia del *Piano pilota per la conservazione programmata dei beni culturali in Umbria* elaborato da Giovanni Urbani, direttore dell'ICR negli anni '70, ha condotto al progetto della Carta del Rischio del Patrimonio Culturale, dall'altro nell'intervento concreto nelle situazioni di emergenza, come nel terremoto dell'Aquila (2009) e nel più recente terremoto dell'Emilia (2012). Una tradizione di operatività che risale indietro nel tempo, all'epoca dei terremoti del Friuli (1976) e dell'Umbria (1997).

In the first section, focusing on the conservation of architectural monuments and their decorative items (marble facing, wall paintings, stucco works), the first cases to be displayed refer to conservation problems due to urban pollution which became an *emergency* in the early 1970s. These are illustrated by recent projects carried out on some famous monuments such as the Leaning Tower of Pisa, and the Fountain of Four Rivers in Piazza Navona (Rome). Attention is focused on the deterioration of the stone used for both as construction material and as rich sculptured decorations.

In many cases it has become necessary to install copies in place of original works exposed outdoor, because of the damage caused by atmospheric pollution and the risk of theft and vandalism. Creating replicas of some famous masterpieces, such as the Horses of St Mark in Venice and the equestrian statue of Marcus Aurelius in Rome, attracted considerable attention and stimulated research into methodologies and techniques of copying that avoid harming the integrity of artworks. The direct and indirect methods of making replicas are illustrated, as well as the material characteristics of the copies according to how they are used, together with the results of experience acquired in the scientific and restoration laboratories inside the Institute.

The conservation of monuments is closely linked to several risk factors due to the relation between the specific vulnerability of individual items and, on a larger scale, the possible hazards in its location. In this regard, the massive earthquakes which took place recently have increased awareness of the seismic threat to our national heritage. The Institute's commitment in this field is twofold: firstly, expanding and developing the principles of preventive conservation, based on *Piano pilota per la conservazione programmata dei beni culturali in Umbria* (Pilot project for the Conservation Planning of Cultural Heritage in Umbria) worked out by Giovanni Urbani (ICR director in the 1970s) leading to the *Carta del Rischio* (Risk Map project) for protecting the cultural heritage; secondly, practical intervention in emergency situations such as the earthquake in L'Aquila (2009) and the more recent one in Emilia (2012). This is an important operational aspect that harks back to the time of the earthquakes in Friuli (1976) and Umbria (1997), and it is well represented by the recovery intervention on the frescoes in the Basilica of St Francis of Assisi, completed just a few years ago. Large parts of the vault paintings decoration were seriously damaged as a consequence of the earthquake, and required specific intervention tech-

Gli interventi per il recupero degli affreschi della Basilica di San Francesco ad Assisi che si sono conclusi da pochi anni ne sono il corollario. Le condizioni di grave danneggiamento causato dal sisma a carico di buona parte della decorazione dipinta delle volte della basilica ha richiesto un ulteriore affinamento delle tecniche di intervento per il riconoscimento e l'assemblaggio dei frammenti e una riflessione sulla metodica di reintegrazione delle lacune.

Il rapporto di stretta correlazione fra ambiente e manufatto in esso contenuto e le dirette ripercussioni ambientali sulla conservazione dei grandi cicli pittorici sono stati affrontati dall'ICR in modo pionieristico nei dipinti di Giotto nella Cappella degli Scrovegni a Padova, nei dipinti del Mantegna nella Camera degli Sposi in Palazzo Ducale e di Palazzo Te a Mantova, che rimangono ancora oggi casi esemplari di studio e ricerca.

La sezione dedicata all'Archeologia riguarda le aree e i monumenti archeologici.

La filosofia della conservazione *in situ* viene declinata e adattata a seconda dei contesti: le aree archeologiche all'aperto, i siti subacquei e i monumenti ipogei.

Per quanto attiene alle aree archeologiche all'aperto si illustrano due tematiche emergenti: il restauro dei mosaici archeologici e lo studio dei sistemi di protezione quali le coperture architettoniche e il reinterro temporaneo. La moderna filosofia della conservazione *in situ* richiede strategie differenziate e complementari, che si traducono sia nella messa a punto di metodologie di restauro appropriate per il consolidamento dei manufatti, sia nella predisposizione di dispositivi di conservazione preventiva che per essere efficaci devono basarsi su studi scientifici preliminari e sulla conoscenza dell'ambiente e delle caratteristiche conservative dei manufatti da proteggere. La diffusione del mosaico pavimentale in età romana è tale da caratterizzare tutti gli edifici pubblici e privati antichi nell'area mediterranea e molto sentite sono le problematiche legate alla sua conservazione nei siti di origine. In questo ambito si inseriscono i lavori condotti nelle aree archeologiche di Castelleone di Suasa (AN) e di Casignana (RC), ricche di mosaici, dove dalla fine degli anni '80 del secolo scorso l'Istituto è stato impegnato nella conservazione integrata dei siti, conducendo restauri e sperimentando dispositivi di reinterro e di copertura.

L'interesse per la conservazione dei dipinti delle tombe etrusche ipogee di Tarquinia è stato ben presente fin dagli anni '50 del secolo scorso,

niche for sorting and re-assembling the fragments of collapsed frescoes, as well as a reassessment of the method of *lacunae* filling.

The close relation between the environment and the artefacts contained in it, and the environmental effects on the conservation of the major cycles of wall paintings, has been investigated by the ICR with a pioneering approach to Giotto's paintings in the Scrovegni Chapel (Padua), and Mantegna's paintings in the *Camera degli Sposi* in Palazzo Ducale and in Palazzo Te (Mantua), which are considered exemplary cases of study and research.

The archaeology section deals with archaeological areas and monuments. The approach based on conservation *in situ* is developed and adapted according to the context: for instance, outdoor archaeological areas, underwater sites, and underground monuments.

Regarding archaeological areas, two aspects are illustrated: the restoration of archaeological mosaics and the design of protection systems such as architectural coverings and temporary reburial. The current approach to conservation *in situ* requires strategies that are differentiated and complementary, which means not only setting up the appropriate restoration methodologies for consolidating items *in situ*, but also providing devices for preventive conservation which, to be effective, must be based on preliminary scientific studies and on the knowledge of the environment and the conservation characteristics of the items to be protected.

Mosaic floors from the Roman period are a characteristic of public and private buildings in the Mediterranean area, posing serious questions concerning its conservation in the original sites. In this regard, the restoration works carried out in the archaeological areas of Castelleone di Suasa (Ancona) and Casignana (Reggio Calabria), rich in mosaic floors are mentioned. Since the late 1980s, the Institute was involved in the integrated conservation of these sites, carrying out restorations and testing reburial and covering devices.

Since the 1950's has been developed a great attention for the conservation of the paintings in the Etruscan hypogeic tombs of Tarquinia, where the ICR was responsible for detaching several large wall paintings (from the tombs of the Chariots, Triclinium, Olympiads, etc), which, due to their serious state of deterioration were not supposed to be left on the site.

In the early 1960s, experts decided to carry out further investigation into the mechanisms of deterioration inside these hypogeic tombs, leading to

quando l'ICR aveva intrapreso il distacco di numerosi complessi decorativi (Tomba delle Bighe, Tomba del Triclinio, Tomba delle Olimpiadi etc) oggi conservati nel Museo nazionale di Tarquinia, che per le loro gravi condizioni di degrado si riteneva allora di non poter mantenere in sito. Agli inizi degli anni '60 si percepì la necessità di approfondire le conoscenze sui meccanismi di degrado che si attivavano all'interno di questi ipogei, dando spazio agli studi ambientali che contribuiscono a mettere in atto strategie di conservazione alternative.

Gli studi e gli interventi di restauro nella Tomba dell'Orco a Tarquinia e nella *Domus Aurea* a Roma, sono due casi esemplificativi di questo approccio operativo.

La conservazione dell'archeologia subacquea e la salvaguardia dei siti sommersi sono divenuti ormai temi di grande attualità. Gli interessi dell'ICR, oltre al restauro e alla conservazione del legno bagnato e dei metalli provenienti dall'acqua, si sono ultimamente incentrati, grazie alla costituzione del NIAS (*Nucleo per gli Interventi dell'archeologia subacquea* creato nel 1997) sulla protezione e musealizzazione di alcuni siti sommersi a Baia (NA), a San Pietro in Bevagna (TA) e nel lago di Bolsena (VT), dove si sperimentano metodologie di restauro delle murature antiche sommerse e di protezione di relitti e nuclei di manufatti antichi, sui quali si sta attuando la conservazione *in situ*. La sezione si chiude con la conservazione dei Templi greci di Paestum sui quali sono stati condotti interventi di restauro e predisposto un programma di manutenzione da attuare periodicamente, al fine di limitare l'insorgenza di nuovi fenomeni di degrado e consolidare nel tempo i benefici degli interventi di restauro. Il caso Paestum è emblematico ed è utile per porre la questione nodale della necessità di effettuare le operazioni di manutenzione a scadenza programmata, secondo le specificità del monumento e del sito.

La terza sezione riguarda i manufatti mobili, opere d'arte e reperti archeologici, in relazione all'ambiente Museo.

La sezione si apre con l'illustrazione dei metodi della conservazione preventiva nei Musei, recepiti dalle più recenti normative sulla materia in sede nazionale. Il concetto di conservazione preventiva, ovvero di rimozione o allontanamento delle cause che possono danneggiare i beni culturali presenti nell'ambiente in cui essi sono situati, sviluppa il pensiero dello stesso Cesare Brandi e trova applicazione sia nella conservazione dei monumenti che nella conservazione museale.

a series of environmental studies which helped towards establishing alternative conservation strategies.

The studies and restoration work carried out in the Tomb of Orcus in Tarquinia and at the *Domus Aurea* (Golden House) in Rome, are two examples of this operative approach.

In recent years, other fields of activity have gained importance such as the conservation of underwater archaeology and protecting submerged sites. From the outset, the ICR was involved in the restoration and conservation of waterlogged wooden objects and metal items found underwater. Today, however, now that the NIAS unit has been set up (an operational team for conservation of underwater archaeology set up from 1997) the activities of the ICR have been extended to include the protection and musealization of underwater sites such as those at Baia (Naples), at San Pietro in Bevagna (Taranto) and the lake Bolsena (Viterbo). Tests are being carried out on restoration methodologies for underwater architectural remains and for protecting ancient shipwrecks including the items nearby discovered, in order to maintain them *in situ*.

The section closes with the project for the conservation of the Greek Temples at Paestum, which has implied performing conservation operations and scheduling a maintenance plan aimed at containing new deterioration phenomena and consolidating restoration work benefits over time. The case of Paestum is emblematic and useful in assessing the need to schedule maintenance operations according to the specific features of the monument and the site.

The third section is dedicated to movable goods, artworks and archaeological finds in relation to a museum environment.

The section opens illustrating the methods of preventive conservation used in museums, as required by recent regulations at a national level. The concept of preventive conservation means eliminating or averting the environmental factors and other causes that might damage the cultural heritage items kept in the area. This approach reflects the ideas of Cesare Brandi and applies equally to the conservation of monuments and to museum collections.

The study of the risks posed by artworks handling and transport connected to frequent transfers on the occasion of temporary exhibition in Italy and abroad as well to the precautionary and inspections techniques is included. The section continues describing the path followed by archae-

In questo ambito rientra anche lo studio dei rischi connessi alla movimentazione delle opere, sempre più soggette a trasferimenti per mostre sia in Italia che all'estero e delle tecniche di prevenzione e controllo.

Si racconta quindi il percorso compiuto dai reperti archeologici, dallo scavo al Museo, attraverso la descrizione delle operazioni di pronto intervento e microscavo sul campo e in laboratorio.

La fragilità dei reperti di scavo richiede l'adozione di appropriate operazioni di pronto intervento sul campo al fine di scongiurare i danni derivanti dal cambiamento di status chimico-fisico, conseguente al loro disseppellimento ed esposizione all'aria e da una inadeguata manipolazione. La metodologia, messa a punto in anni di cantieri didattici, viene illustrata attraverso le operazioni effettuate sul corredo funerario di una fra le più significative tombe arcaiche della necropoli di Alianello (Matera), rappresentativa di altri numerosi interventi.

Nel campo della conservazione e restauro della statuaria antica in bronzo viene messa in evidenza l'evoluzione dei metodi di diagnosi e di restauro, cui l'ICR ha dato un contributo determinante, attraverso gli interventi condotti sul gruppo equestre del Marco Aurelio e sui due guerrieri di Riace.

A partire dagli interventi sui Cavalli di San Marco negli anni '70, si è ampliata notevolmente la gamma di discipline e metodologie di tipo scientifico e di tipo storico di supporto alla progettazione degli interventi di restauro, che, da allora, sono divenute parte di una consolidata prassi investigativa.

Un legame con una tradizione di studi e di lavoro che risale agli anni '50 e '60 è costituito dagli interventi sulle grandi tele dipinte e in particolare sui grandi quadri di Caravaggio restaurati dall'Istituto e che oggi sono oggetto di revisioni dal punto di vista dei supporti e delle vernici protettive. Il racconto si snoda attraverso l'illustrazione dei recenti interventi sull'Annunciazione di Nancy e la Resurrezione di Lazzaro di Messina e sulla tela raffigurante la Madonna con Bambino, Sant'Andrea e San Gerolamo di Lorenzo Lotto.

L'ideazione dei telai a espansione controllata per il tensionamento delle tele fu un merito dell'Istituto all'epoca dei primi direttori dell'ICR, Cesare Brandi e Pasquale Rotondi, come anche l'attenzione per la patina dei dipinti che impegnò il primo direttore Cesare Brandi in un'accesa controversia con gli esperti della National Gallery di Londra.

La mostra si conclude con un affaccio sull'arte moderna e contemporanea, un campo nuovo che presenta una specifica problematicità, dati i materiali impiegati e le finalità attribuite all'opera dall'artista stesso.

ological remains, from the excavation site to the museum, through descriptions of emergency operations and micro-excavation in the field and in the laboratory.

The fragility of excavation finds requires appropriate emergency treatment to be carried out in the field in order to avoid damage arising from the change of chemical and physical status as a result of being unearthed and exposed to the air, as well as the incorrect handling that might occur. The methodology, developed throughout several years on many teaching worksites is explained by reviewing the intervention on grave goods from one of the most significant archaic tombs in the Alianello necropolis (Matera), resembling many other cases.

In the field of conservation and restoration of ancient bronze statues, the exhibition highlights the evolution of diagnosis and restoration, to which the ICR has made a decisive contribution through the work carried out on the equestrian statue of Marcus Aurelius and the two warriors known as the Riace Bronzes. Starting with the Horses of St Mark in the 1970s, the range of disciplines and methodologies of the scientific and historical type has broadened significantly, supporting the restoration projects which have now become part of the consolidated investigative practice.

A traditional field of activity for the ICR, starting in the 1950s and '60s, has always been the restoration and conservation of large format paintings on canvas, in particular several works by Caravaggio which were restored by the Institute and which are currently being examined to determine the stability of the stretchers and the protective varnishes.

Several recently restored works are illustrated in the exhibition, such as Caravaggio's *Annunciazione* (Nancy, France) and his *Resurrezione di Lazzaro* (Messina), as well as the *Madonna con il Bambino, Sant'Andrea e San Girolamo* by Lorenzo Lotto.

Controlled expansion stretchers for tensioning the canvas were designed by the ICR under its first directors, Cesare Brandi and Pasquale Rotondi. Likewise the attention paid to the patina on old paintings was an achievement of the ICR and object of debate and lively controversy between director Cesare Brandi and the experts from the London National Gallery.

The exhibition ends with a glance at modern and contemporary art, a new field of investigation, posing specific conservation and restoration problems because of the different materials used and the goal of the artwork itself.

Indice dei pannelli

L'attività dell'Istituto viene illustrata attraverso 25 pannelli di m 1x1,80 così articolati: quattro sono dedicati alla presentazione dell'Istituto, otto alla conservazione dell'architettura e delle sue pertinenze decorative, sei ai monumenti archeologici e sette al restauro delle opere mobili e dei reperti archeologici. In ogni pannello si è tentato di riassumere in un linguaggio chiaro e ci auguriamo di facile comprensibilità, problematiche e progetti molto complessi alla risoluzione dei quali hanno dato il proprio apporto gruppi di lavoro interdisciplinari molto ampi composti da varie professionalità.

Panels index

The activity of the Institute is illustrated throughout 25 panels (1x1,80 metres) organised as follows:
four of them are dedicated to the presentation of the Institute, eight to the conservation of architecture and decorative items, six to the archaeological monuments and seven to the restoration of movable artworks and archaeological finds. Each panel tries to summarise as clearly as possible the complex problems and projects faced by large interdisciplinary working groups made up of different professionals.

La nascita dell'Istituto Centrale del Restauro The birth of the Istituto Centrale del Restauro

L'Organizzazione attuale Current organisation

La Scuola di Alta Formazione The Advanced Training School

Attività internazionale International activities

I CONSERVAZIONE E RESTAURO DELL'ARCHITETTURA CONSERVATION AND RESTORATION OF ARCHITECTURE

I-1 Deterioramento dei monumenti collocati all'aperto: studio degli effetti dell'inquinamento urbano

Deterioration of the outdoor monuments: study on the effects of urban pollution

I-2/3 Il restauro delle superfici lapidee della Torre di Pisa Restoring the stone surfaces of the Torre di Pisa

I-4 Il restauro delle fontane monumentali The restoration of monumental fountains

I-5 Sostituzione degli originali con copie: sviluppo delle metodologie di replica

Replacing originals with copies: the development of methodologies concerning replicas

I-6 Terremoto ad Assisi: visibilità di un'immagine in frammenti Earthquake in Assisi: visibility of an image in fragments

I-7 Il Sistema Informativo Territoriale e il terremoto dell'Abruzzo The Geographical information System and the earthquake in Abruzzo

I-8 I grandi cicli pittorici: Giotto a Padova e Mantegna a Mantova The great wall paintings cycles: Giotto in Padua and Mantegna in Mantua

II LA CONSERVAZIONE E IL RESTAURO DELL'ARCHEOLOGIA CONSERVATION AND RESTORATION OF ARCHAEOLOGY

II-9. La conservazione preventiva nelle aree archeologiche Preventive conservation in archaeological areas

II-10 La conservazione *in situ* dei mosaici archeologici Conservation *in situ* of archaeological mosaics

II-11. I Musei sott'acqua Underwater Museums

II-12. Tomba dell'Orco, Tarquinia Tomb of Orcus, Tarquinia

II-13. Il restauro della Sala delle maschere nella *Domus Aurea* Conservation of Hall of Masks in *Domus Aurea*

II-14. I Templi di Paestum: restauro e manutenzione programmata The Temples of Paestum: restoration and planned maintenance

III LA CONSERVAZIONE E IL RESTAURO DEI MANUFATTI MOBILI IN RAPPORTO ALL'AMBIENTE MUSEO CONSERVATION AND RESTORATION OF ARTWORKS IN MUSEUM ENVIRONMENT

III-15. La conservazione preventiva Preventive conservation

III-16. Conservazione e restauro dei metalli: il monumento equestre del Marco Aurelio

Conservation and restoration of metals: the equestrian monument of Marcus Aurelius

III-17. I Bronzi di Riace e le nuove frontiere del restauro e dell'archeometria The Riace Bronzes and the new frontiers of restoration and archaeometry

III-18. Il pronto intervento sullo scavo e il microscavo Conservation on archaeological excavation

III-19/20. I dipinti su tela di grande formato Large format paintings on canvas

III-21. Il restauro dell'arte contemporanea Restoring contemporary art



La nascita dell'Istituto Centrale del Restauro

The birth of the Istituto Centrale del Restauro

Francesca Romana Mainieri

La creazione del Regio Istituto Centrale del Restauro

Il concepimento dell'Istituto Centrale del Restauro (ICR) si realizzò tra il 4 e il 6 luglio del 1938 al Convegno dei Soprintendenti all'Antichità e all'Arte tenutosi presso l'Oratorio dei Filippini in Roma, presieduto dal Ministro dell'Educazione Nazionale Giuseppe Bottai, con la partecipazione di Giulio Carlo Argan e Cesare Brandi, allora giovani funzionari della Direzione Generale delle Antichità e Belle Arti.

Istituto ufficialmente con la Legge 1240 del 1939, all'alba dunque del grande conflitto mondiale e nello stesso anno di emanazione della Legge 1089 di *Tutela delle cose di interesse Artistico e Storico*, su progetto redatto da Argan e Brandi, l'ICR nacque con lo scopo di promuovere l'attività del restauro emancipandola dall'ambito della pratica empirica a metodo d'intervento interdisciplinare basato sull'integrazione di restauratori, storici ed esperti scientifici. La modernità della sua impostazione consisteva nella novità di un unico organismo in cui si realizzassero contemporaneamente attività di restauro, sperimentazione, ricerca, consulenza e formazione, con competenza sull'intero territorio nazionale.

In Italia prima della nascita dell'ICR erano attivi i laboratori di restauro degli Uffizi e quello della Pinacoteca Nazionale di Napoli,

The founding of the Regio Istituto Centrale del Restauro

The Istituto Centrale del Restauro (ICR) was conceived between 4 and 6 July 1938 at the Congress of Superintendents of Antiquities and Arts held at the Oratorio dei Filippini in Rome, chaired by the Minister of Education Giuseppe Bottai, with the participation of Giulio Carlo Argan and Cesare Brandi, who were then on the staff of the General Directorate of Antiquities and Fine Arts.

The ICR was officially established by law no. 1240 of 1939, at the start of World War Two, and in the same year as law 1089 for *The Protection of objects of artistic and historic interest* and based on a project drawn up by Argan and Brandi. The ICR was set up with the aim of advancing restoration, transforming it from simple craft work to an interdisciplinary discipline based on the combined skills of restorers, historians and scientific experts. This new approach was for the first time enshrined in a single body carrying out simultaneously restoration, experimentation, research, consultancy and training, covering the whole of Italy.

Prior to the ICR, the restoration laboratories of the Uffizi Galleries in Florence and the Pinacoteca Nazionale (National Gallery) in Naples had been making the first attempts to combine an artisanal craft approach with a scientific approach.

The General Directorate of Antiquities and Fine Arts intended the Istituto Centrale del Restauro to be: "A centre for scientific study and for co-ordination, aimed at studying all the problems of restoration and using this vast research material to devise precise methodological approaches; the Institute will also function as an advanced school of

18 ottobre 1941, Giornata di inaugurazione del Regio Istituto Centrale del Restauro (foto ISCR).

18 October 1941, Opening of the Regio Istituto Centrale del Restauro

che stavano tentando una prima integrazione fra pratica artigianale e scienza.

Nel progetto della Direzione Generale alle Antichità e Belle Arti, l'Istituto Centrale del Restauro avrebbe dovuto essere: «Un centro scientifico e di coordinamento che avesse di mira tutti i problemi del restauro, che da quella vastità di ricerche potesse dedurre precisi indirizzi di metodo, che infine funzionasse anche come scuola superiore di restauro per assicurare ai futuri restauratori una rigorosa e metodica preparazione» e il 23 agosto 1939, in un'intervista rilasciata al "Popolo d'Italia", il Ministro Bottai esprime la convinzione che «Il restauratore non è né un mago né un artista. Gli si chiede d'essere un tecnico accurato cosciente attentissimo: e non è poco. Così potrà nascere anche la prima scuola di restauro, che veramente meriti questo nome: con corsi regolari di storia dell'arte, di chimica, di fisica, di scienze naturali; con un vastissimo e controllato tirocinio. Pochi dovranno essere gli allievi, ma ne usciranno dei tecnici perfetti.»

Fra i compiti istituzionali individuati per il nascente Istituto: la realizzazione di restauri di particolare difficoltà e importanza, la ricerca scientifica, l'attività di consulenza, la formazione, la custodia dell'Archivio Centrale dei Restauri, mai realizzato su scala nazionale, e la compilazione di un notiziario periodico (il futuro "Bollettino dell'Istituto Centrale del Restauro").

Cesare Brandi, all'atto della fondazione dell'ICR riuscì ad assicurarsi dal Governatorato gran parte del Convento dei Frati Minimi di San Francesco di Paola che comprendeva l'ex-Palazzo Cesarini Borgia, vicino al Colosseo. Gli ambienti vennero consegnati a partire dal 1° agosto del 1940 al Ministero dell'Educazione Nazionale; i lavori, sotto la supervisione di Brandi, cominciarono nel settembre 1940 e l'inaugurazione avvenne, in forma piuttosto enfaticata, il 18 ottobre del 1941.

Fin dal momento della sua fondazione l'Istituto fu dotato di un complesso di laboratori e uffici che diventeranno il prototipo di qualsiasi centro di restauro basato su moderni presupposti di integrazione fra attività pratica, scientifica, di documentazione e di studio:

- un laboratorio di restauro;
- un gabinetto di fisica e radiologia;

restoration to ensure that future restorers receive rigorous and systematic training", and on 23 August 1939, during an interview to the newspaper "Popolo d'Italia", Minister Bottai commented "Restorers are neither wizards nor artists – they are expected to be precise technicians, conscientious and very careful in their work. And that is asking a lot. The new Institute will also establish the first restoration school which really deserves this name since it will offer regular courses on art history, chemistry, physics, natural sciences, with a wide-ranging and closely supervised training programme. There will not be many students, but they will become perfectly-trained technicians."

The official responsibilities of the newly-created Institute included carrying out particularly difficult and important restoration projects, scientific research, consultancy, training, acting as a deposit for the Central Restoration Archive, never implemented on national scale, and as an editorial office for compiling a news periodical (the future ICR bulletin).

As soon as the Istituto Centrale del Restauro was officially founded, Cesare Brandi managed to obtain from its Governors most of the monastery of the Friars Minimi of San Francesco di Paola, including the ex Palazzo Cesarini Borgia, near the Colosseum. Most of the rooms were made available to the Ministry of National Education from 1 August 1940; work under the supervision of Brandi began in September 1940, and the inauguration took place in grand style on 18 October 1941.

From the start the Institute was equipped with laboratories and offices which became the model for all other restoration centres based on the modern principles of integrating practical and scientific work with documentation and research, containing:

- a restoration laboratory;
- a physics and radiology laboratory;
- a chemistry laboratory;
- a photography laboratory;
- an archive for restoration documentation;
- a library.

The architect for converting the premises and designing the furnishings for the original offices was Silvio Radiconcini, who also used innovative solutions for the illumination and air conditioning. On the



- un gabinetto di chimica;
- un gabinetto fotografico;
- un archivio per la documentazione dei restauri;
- una biblioteca.

Architetto dell'allestimento dei locali e disegnatore degli arredi della prima sede fu Silvio Radiconcini, che seguì innovativi accorgimenti anche nell'ambito della illuminazione e della climatizzazione. Radiconcini concepì al pian terreno dell'ex convento i

La sede storica dell'Istituto Centrale del Restauro nel Convento dei Frati Minimi in piazza S. Francesco di Paola a Roma.

The historical headquarter of Istituto Centrale del Restauro inside the Monastery of Friars Minimi in piazza S. Francesco di Paola in Rome.

ground floor of the ex-monastery, Radiconcini placed the restoration laboratories, the photography laboratory and the carpentry workshop. The second and third floors were used respectively for the training school and the scientific laboratories. The third floor also housed the

laboratori di restauro, il gabinetto fotografico e la falegnameria. Al secondo e al terzo piano furono allestiti rispettivamente la scuola e i laboratori scientifici. Organizzò invece il terzo piano per ospitare il *cervello* dell'Istituto ovvero la direzione, l'archivio, la biblioteca e la sala d'esposizione. I sistemi di illuminazione, riscaldamento, refrigerazione e ventilazione, costituivano una novità assoluta nel settore.

Agli inizi degli anni '80 si cominciarono a utilizzare come seconda sede per l'Istituto anche i vasti locali dell'ex Carcere minorile di San Michele a Ripa sul Lungotevere, fino all'anno 2010, quando in questo edificio sono state definitivamente unificate le due sedi.

La scuola

Anche la scuola dell'Istituto Centrale del Restauro fu istituita all'atto della fondazione e rappresentò una dirompente novità nel panorama della formazione del restauratore, in Italia e all'estero, fino a quel momento condotta secondo la pratica artigianale della bottega.

L'innovazione nasceva dalla volontà di fornire una formazione che fosse allo stesso tempo umanistica e scientifica, nel rispetto di un principio interdisciplinare di approccio al restauro.

La legge di istituzione sanciva l'attivazione di un corso triennale con il rilascio di un diploma finale che abilitava all'esercizio della professione di restauratore. Gli insegnamenti pratici dovevano svolgersi nei laboratori di restauro e nei cantieri. Le materie di insegnamento dei corsi erano: storia dell'arte, tecnica del restauro, chimica, fisica, scienze naturali, disegno e legislazione delle antichità e belle arti. Il percorso formativo triennale era integrato da un corso annuale di perfezionamento con attestato finale. Tutti i docenti furono selezionati da Cesare Brandi, il quale, oltre alla direzione dell'ICR, era impegnato anche nell'insegnamento della *teoria del restauro*. Il pittore Antonio Donghi fu chiamato a insegnare le tecniche artistiche, il napoletano Selim Augusti fu il primo docente di chimica, successivamente sostituito da Salvatore Liberti. Fra i restauratori, Brandi chiamò professionisti di fama che operavano privatamente: il bergamasco Mauro Pellicoli (protagonista del restauro del *Cenacolo* di Leonardo), il romano Augusto Cecconi

Institute's management offices, archive, library and the exhibition hall. The systems for illumination, heating and air-conditioning were the first of their type in the field.

In the early 1980s, work began on a second site for the Institute, restructuring the vast premises of the ex juvenile prison of San Michele a Ripa sul Lungotevere, until the year 2010, when both departments were unified in this building.

The school

The school of the ICR was also established by the founding act, and represented a clear break with the past in the field of training restorers in Italy and abroad; up until that time, restorers had been trained as apprentices or assistants in craft workshops.

The innovation came about through the desire to provide training in both the humanities and the sciences, following the principle of an interdisciplinary approach to restoration.

The law setting up the Institute envisaged a three-year course with the award of a final diploma qualifying the holder in the profession of restorer. Practical work would take place in the restoration laboratories and on worksites. The subjects taught in the course were art history, restoration techniques, chemistry, physics, natural sciences, draughtsmanship and the legislation governing antiquities and fine arts. After the regular three-year course, a one-year specialisation course was available with a participant's certificate awarded at the end.

All the teaching staff were selected by Cesare Brandi who not only headed the Institute but also taught the *theory of restoration*. The artist Antonio Donghi was called to teach artistic techniques and Selim Augusti from Naples was the first chemistry lecturer, later replaced by Salvatore Liberti. Amongst the restorers, Brandi chose well-known professionals from the private sector: Mauro Pellicoli from Bergamo (responsible for restoring Leonardo's *Cenacolo*), Augusto Cecconi Principi from Rome, Giuseppe Arrigoni from Naples, and the gilding specialist Giuliano Baldi from Siena.

The first course began on 16 November 1942. Due to the war, the school was closed until 1944; when the course restarted, it also included as students the winners of the second public competition. On 30 and 31 May 1945 the first session for awarding diplomas was held. Most of

I primi laboratori scientifici e di restauro realizzati dall'architetto Radiconcini (foto ISCR).
The first restoration and scientific laboratories designed by the architect Silvio Radiconcini.



Principi, il napoletano Giuseppe Arrigoni e il doratore senese Giuliano Baldi.

Il primo corso iniziò il 16 novembre 1942. A causa della guerra, nel 1943, la scuola fu sospesa per un anno, e quando riprese, il corso incluse anche i vincitori del secondo bando. Il 30 e 31 maggio 1945 si tenne la prima sessione per il conferimento dei diplomi. Gli iscritti ai primi corsi furono tutti studenti di eccellenza, provenienti per lo più dall'università e approdati per diverse strade al restauro: Giovanni Urbani, che diventerà il terzo direttore dell'Istituto, Nerina Neri Angelini, Paolo Mora, Laura Sbordonì Mora, Aldo Angelini che saranno restauratori di chiara fama così come Gian Luigi Colalucci che diventerà capo restauratore dei laboratori dei Musei Vaticani. Il *Regolamento* recante l'applicazione della legge venne emanato soltanto nel periodo post-bellico (1955) ma nulla cambiò nella gestione della scuola ormai da tempo avviata. Esso normava, tra le altre cose, l'esame di ammissione (costituito da una prova di disegno, da un esperimento pratico e da un esame orale di storia dell'arte) e sanciva il *numero chiuso* della scuola.

Nel 1950 il Ministero autorizzò per la prima volta l'ICR a bandire il

the students on the first course came from the universities and had chosen to specialise in restoration for various reasons: Giovanni Urbani, who would become the third director of the Institute, Nerina Neri Angelini, Paolo Mora, Laura Sbordonì Mora and Aldo Angelini who would become well-known restorers, as well as Gian Luigi Colalucci, later to become chief restorer for the Vatican Museums.

The regulations governing the application of the law were only issued during the post-war period (1955) but changed nothing in how the school functioning regularly now for some time – was run. They did set out, amongst other things, the form of the entry exam (a drawing test, a practical exam and an oral exam on the history of art) and ratified the system limiting the number of students admitted.

In 1950 the Ministry authorised the ICR for the first time to have exams for the admission of four foreign students in addition to the eight Italian students for that year, inaugurating the process of internationalisation of training in restoration according to the principles of Brandi.

In 1997, due to changes in training requirements, new regulations for the school were issued, with courses increased to four-years and the admission requirement of a secondary education diploma. A decade

concorso per l'ammissione di quattro studenti stranieri oltre gli otto studenti italiani previsti per quell'anno, inaugurando il processo di internazionalizzazione della formazione brandiana del restauro.

Nel 1997, in funzione di mutate esigenze formative, venne varato un nuovo *Regolamento* della scuola, i corsi assunsero durata quadriennale e requisito d'accesso divenne il possesso di un diploma di istruzione secondaria superiore. Un decennio più tardi, la trasformazione così avviata consentirà il conferimento agli studenti dell'attuale titolo universitario di livello specialistico.

La prima attività dell'Istituto

L'ICR intraprese la sua attività inaugurando nel maggio del 1942 l'esposizione al pubblico di otto dipinti restaurati, acquistati dallo Stato per la Pinacoteca di Siena, seguita alla fine dello stesso anno dalla mostra sul restauro di alcuni dipinti di Antonello da Messina, entrambe con catalogo curato da Brandi.

Risale all'agosto del 1942 anche l'inizio del primo grande cantiere nella Basilica di San Francesco ad Assisi, dove l'ICR continuerà a operare per alcuni decenni all'interno di entrambe le basiliche (Inferiore e Superiore), con l'impiego dei suoi restauratori e dei suoi allievi.

La guerra e i bombardamenti costrinsero l'ICR alla sospensione delle attività nel 1943, per ricoverare e mettere in sicurezza le opere e le strumentazioni scientifiche. Gli interventi ripresero con il restauro degli affreschi di Lorenzo da Viterbo nella Cappella Mazzatosta in S. Maria della Verità a Viterbo, parzialmente distrutta da un bombardamento, in occasione del quale Brandi diede inizio a una raffinata elaborazione dei principi della reintegrazione che in seguito raggiungerà la piena maturazione teorica (*tratteggio*) distinguibile a una visione ravvicinata ma che ricostituisce a una certa distanza l'unità dell'immagine. Nel maggio del 1946 l'intervento darà luogo a una mostra dedicata ai *Frammenti ricostituiti* e nel 1949 si inaugurerà la VI mostra dell'ICR sulla ricomposizione di altri affreschi frammentati, provenienti dalla Cappella Ovetari nella Chiesa degli Eremitani a Padova e dal Camposanto Monumentale di Pisa, anch'essi bombardati durante il conflitto.

Gli esordi dell'ICR sono inoltre contrassegnati, nel dopoguerra e per tutto il corso degli anni '50, dal restauro delle grandi tele sici-

later, this change will mean that students will be awarded a qualification equivalent to a university degree with a specialisation.

The Institute's first project

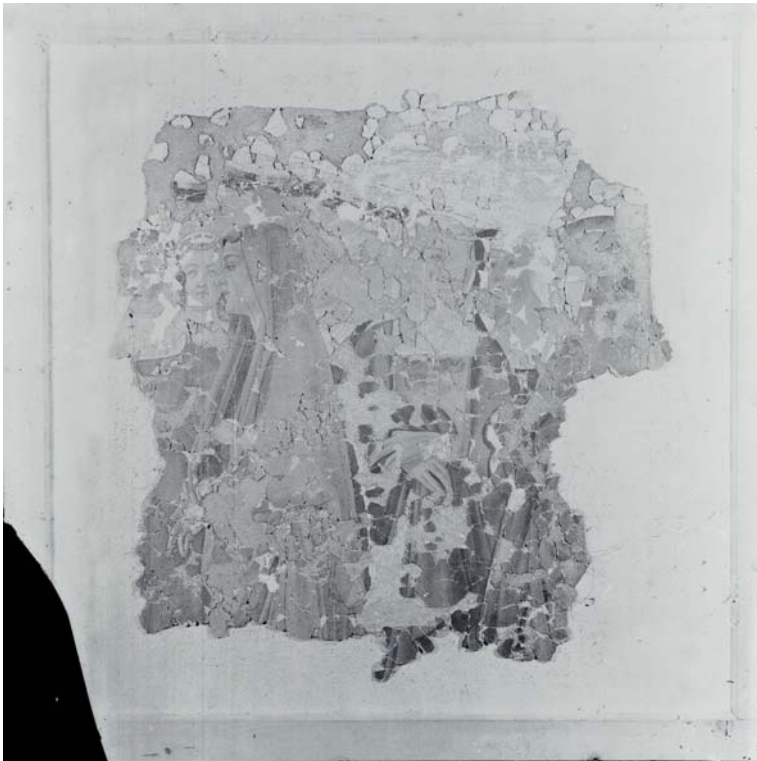
The ICR inaugurated its activities in May 1942 with a public exhibition of eight restored paintings, purchased by the State for the Siena art gallery, followed at the end of the same year by an exhibition of some restored paintings by Antonello da Messina, both events with catalogues edited by Brandi.

August 1942 also saw the start of first major worksite, at the Basilica of St Francis in Assisi, where restorers and students of the ICR went on to work for several decades inside both churches (Lower and Upper Basilica).

Wartime bombardments forced the ICR to suspend its activities in 1943, in order to save and protect several works and scientific instruments. Work began again in 1944 with the restoration of frescoes by Lorenzo da Viterbo in the Cappella Mazzatosta in the church of Santa Maria della Verità, in Viterbo, partially destroyed by bombing. It was here that Brandi began the development of the sophisticated system of retouching which would reach theoretical maturity later, with the concept of *tratteggio*, visible close up but recreating unity in an image from a distance. The project led in May 1946 to an exhibition devoted to *Reconstructed fragments*, and in 1949 the 6th ICR exhibition dealt with other re-assembled fragmented frescoes, from the Ovetari Chapel in the Chiesa degli Eremitani in Padua, and from the Camposanto Monumentale in Pisa, both damaged by bombs during the war.

The early years of the ICR in the post-war period and the 1950s, were marked by the restoration of the great Sicilian canvases by Caravaggio, starting with the *Burial of Saint Lucia* in Syracuse (exhibited in 1948), the *Resurrection of Lazarus* and the *Adoration of the shepherds* in Messina. In 1948-49, work began on detaching the wall paintings in the Tomba delle Bighe and the Tomba del Triclinio in Tarquinia, and in 1950 work started on the Tombe Golini in Orvieto, and in the same period, the first restorations on the paintings from Villa di Livia at Prima Porta, (Rome). Amongst other major projects there are Antonello da Messina's *Annunciation* in Syracuse and, from 1953, the imposing wooden altarpiece of the *Maestà* by Duccio from Siena cathedral.

Cappella Mazzatosta in S. Maria della Verità, Viterbo. Ricomposizione dei frammenti dello *Sposalizio della Vergine*, prima (a) e dopo la reintegrazione (b) (foto ISCR).
Cappella Mazzatosta in S. Maria della Verità, Viterbo. Reassembled fragments of the *Marriage of the Virgin*, before (a) and after retouching (b).



liane di Caravaggio, a partire dal *Seppellimento di Santa Lucia* di Siracusa (in mostra nel 1948) alla *Resurrezione di Lazzaro* e all'*Adorazione dei pastori* di Messina.

Nel 1948-49 si intraprese l'intervento di distacco dei dipinti murali della Tomba delle Bighe e della Tomba del Triclinio a Tarquinia, nel 1950 prese avvio quello delle Tombe Golini di Orvieto e nello stesso periodo si avviarono i primi restauri sulla Villa di Livia a Prima Porta (Roma).

Ancora, fra gli interventi di maggiore risonanza, quello sull'*Annunciazione* di Siracusa di Antonello da Messina e, dal 1953, sulla imponente ancona lignea della *Maestà* di Duccio proveniente dal duomo di Siena.

From 1948 Brandi undertook many missions abroad on behalf of UNESCO. This marked the start of the ICR's extensive on-going involvement in consultancy and project treatments in many countries.

Brandi's theories on restoration

The Institute's first Technical Committee, chaired by minister Bottai, was made up of the director Cesare Brandi together with well-known art historians such as Giulio Carlo Argan, Roberto Longhi, Pietro Toesca, as well as archaeologist Pietro Romanelli and architect Guglielmo De Angelis d'Ossat.

The scientific results obtained by the ICR, together with technical articles and comments, were published in the "Bollettino dell'Istituto

A partire dal 1948 Brandi iniziò numerose missioni all'estero per conto dell'UNESCO. Ebbe così avvio per l'ICR una ricca attività di consulenza e di interventi nel mondo che lo caratterizza ancora oggi.

I fondamenti teorici del restauro brandiano

Il primo Consiglio Tecnico dell'Istituto, presieduto dallo stesso Bottai, era costituito dal direttore Cesare Brandi e da storici di chiara fama quali: Giulio Carlo Argan, Roberto Longhi, Pietro Toesca, dall'archeologo Pietro Romanelli e dall'architetto Guglielmo De Angelis d'Ossat. La divulgazione dei risultati scientifici e critici conseguiti dall'ICR avvenne tramite il "Bollettino dell'Istituto Centrale del Restauro" fondato da Cesare Brandi nel 1950. Nel secondo fascicolo vi comparve un suo noto articolo *Sulle Vernici e velature* che si inseriva nella cosiddetta *Cleaning controversy*. La polemica ebbe origine nel 1947 a seguito dell'esposizione di alcuni quadri puliti presso i laboratori della National Gallery di Londra. Brandi scrisse un articolo sul "Burlington Magazine" commentando criticamente le puliture attuate nei laboratori inglesi, cui risposero i restauratori della galleria londinese. Contrariamente ai criteri brandiani i teorizzatori inglesi sostenevano il principio di una pulitura più integrale che giustificava anche la rimozione di vernici originali o della *patina* (ovvero la *pelle di invecchiamento naturale* degli strati pittorici) nell'ottica di restituire all'opera l'aspetto che aveva al momento della primaria creazione da parte dell'artista.

La pubblicazione del Bollettino, dopo un lungo periodo di interruzione, è stata ripresa nella veste editoriale di "Bollettino ICR - Nuova serie" nel 2000, sotto la direzione di Michele Cordaro, già allievo di Brandi all'Università di Palermo.

Il testo fondamentale che illustra in un discorso organico il concetto brandiano di restauro è la *Teoria del restauro*, edito soltanto nel 1963 dalla trascrizione delle sue lezioni raccolte da Licia Vlad Borrelli, Joselita Raspi Serra e Giovanni Urbani. La pubblicazione di profonda innovazione critico-concettuale sviluppa il tema brandiano del restauro come «momento metodologico del riconoscimento dell'opera d'arte, nella sua consistenza fisica e nella sua duplice polarità e, in vista della trasmissione al futuro». È ancora considerato un caposaldo della teoria del restauro in Italia e all'estero, e conti-

Centrale del Restauro" founded by Cesare Brandi in 1950. The second issue of the bulletin contained Brandi's well known article *Sulle Vernici e velature* (*On varnishes and glazes*) which formed part of what became known as the *Cleaning controversy*. The controversy took place just before 1950 but had its origin in 1947 following the exhibition of some paintings which had been cleaned at the National Gallery in London. Brandi wrote an article for the "Burlington Magazine" criticising the cleaning carried out by the National Gallery, and the English restorers replied in vein. In opposition to Brandi's criteria, the English adhered to a principle of more extensive cleaning which justified the removal of original varnishes and the *patina* (or the *skin formed by natural ageing* of the painted surfaces) in order to give back to the work the appearance it had when freshly created by the artist.

After a long pause, the ICR's journal restarted publication in 2000 with the title "Bollettino ICR, Nuova serie", under the direction of Michele Cordaro, who had been one of Brandi's students at the University of Palermo.

The basic text that illustrates Brandi's concept of restoration in a coherent whole is his *Teoria del restauro*, finally published in 1963 from transcripts of his lectures collected by Licia Vlad Borrelli, Joselita Raspi Serra and Giovanni Urbani. This work is profoundly innovative in the field of critical theory and develops Brandi's concept of restoration as a "methodological approach of recognising a work of art in its physical consistency and its dual aesthetic and historical polarity, in view of handing it on to the future". The *Teoria del restauro* is still considered a touchstone of restoration theory in Italy and abroad, where it continues to be translated.

The main concepts expressed in Brandi's *Teoria del restauro* are that "only the material of the work of art is restored since the material itself is the epiphany of the image"; "restoration must aim to re-establish the potential unity of the work of art without committing an artistic or historical falsehood", and without cancelling the traces of the passage of time on the work; "the potential unity of the work means the unity of the whole" and not "the total unity"; in treating the work's unity, "reintegration must always be recognisable close up; losses risk becoming "figures" themselves if the painting is relegated to the background", with consequent loss of appreciation of the painted image;

La tavola della *Maestà* di Duccio in partenza da Siena. Riconoscibili da sinistra: Paolo Mora, Cesare Brandi, Laura Sbordonì Mora, Licia Vlad Borrelli, Mauro Pelliccioli (foto ISCR).

Panel painting of Duccio's *Maestà* leaving Siena. Visible from left: Paolo Mora, Cesare Brandi, Laura Sbordonì Mora, Licia Vlad Borrelli, Mauro Pelliccioli.



Basilica di S. Francesco d'Assisi. Cantiere di restauro degli anni '40.
St Francis in Assisi. Restoration worksite in the 1940s.



nua a essere tradotto in tutte le lingue. I principali concetti espressi nella *Teoria del restauro* di Brandi sono quelli per cui «il restauro costituisce il momento metodologico del riconoscimento dell'opera d'arte, nella sua consistenza fisica e nella sua duplice polarità estetica e storica», in vista della sua trasmissione al futuro; «si restaura soltanto la materia dell'opera d'arte dal momento che la materia è epifania dell'immagine; «il restauro deve mirare al ristabilimento dell'unità potenziale dell'opera d'arte senza commettere un falso artistico o un falso storico» e senza cancellare le tracce del passaggio dell'opera d'arte nel tempo; «per unità potenziale dell'opera d'arte si intende l'unità dell'intero» e non l'unità del «totale»; nell'intervento sull'opera unitaria «l'integrazione dovrà sempre essere riconoscibile a distanza ravvicinata; la lacuna rischia di diventare essa stessa "figura" se respinge al ruolo di fondo il dipinto» con conseguente svalutazione dell'immagine pittorica; ogni restauro deve rendere possibili eventuali interventi futuri ("reversibilità"); il

every restoration treatment allow other restorations in the future (reversibility); the ruined state of a work is witness to the vicissitudes of its history; preventive restoration, like a restoration intervention, recognises the work in its dual historical and aesthetic polarity, and is aimed at safeguarding the work both as an image and as material.

In 1972, the *Carta del restauro* (Restoration Charter) was issued as a ministerial circular with the aim of establishing uniform criteria in the field of restoration and conservation of the artistic heritage.

A year later, Giovanni Urbani, the new director of the ICR, published the text *Problemi di conservazione* in which he stressed the need to reconsider the activities of the Institute as part of the overall reorganisation of the system of planned protection. Urbani, one of Brandi's ex-pupils, started from his teacher's principle of preventive restoration as "protecting, removing dangers, ensuring favourable conditions", in other words a set of measures that are "preventive, precautionary, prohibiting".

“rudere” rappresenta la storicizzazione dell’opera; il “restauro preventivo” così come il restauro effettivo riconosce l’opera nella sua polarità storica ed estetica ed è mirato alla salvaguardia dell’opera sia come immagine che come materia.

Nel 1972 esce la *Carta del restauro* emessa con Circolare ministeriale nell’intento di pervenire a criteri uniformi nel campo del restauro e della conservazione del patrimonio artistico.

Un anno dopo Giovanni Urbani, neodirettore dell’ICR, pubblica il testo *Problemi di conservazione* nel quale si evidenzia la necessità di ripensare l’attività dell’Istituto come riorganizzazione complessiva del sistema di tutela programmata. Urbani, allievo eccellente di Brandi, riparte dalla formulazione del maestro del principio di restauro preventivo inteso come «tutela, rimozione dei pericoli, assicurazione di condizioni favorevoli», ovvero un complesso di misure «preventive, cautelative, proibitive». L’allievo compie tuttavia un salto ulteriore, spostando l’attenzione dal restauro dell’opera alla salvaguardia dell’intero *patrimonio culturale* e tentando di applicare per la prima volta un criterio di misurabilità dei fenomeni, con la redazione del *Piano pilota per la conservazione programmata dei beni culturali in Umbria* (1976). Sarà Michele Cordaro, settimo direttore dell’ICR, a sviluppare ulteriormente il discorso sulla programmazione degli interventi, conferendo particolare importanza al criterio della manutenzione programmata.

Da tutte queste premesse con la Legge 84/90 prende sviluppo in ICR la formulazione del progetto Carta del Rischio del Patrimonio Culturale.

Per iniziativa dell’ICR e del CNR (Consiglio Nazionale delle Ricerche) viene attivata, nel 1977, la Commissione NorMaL, successivamente modificata in UNI Commission-Cultural Heritage NorMaL, con il compito di individuare metodologie di studio unificate. A cura della commissione sono state pubblicate le *Normative UNI-Normal* riguardanti l’intero campo della conservazione.

Dal momento della fondazione a oggi l’ICR ha visto l’avvicendamento di dieci direzioni, di cui le prime tre hanno coperto un arco di tempo di ben quarantaquattro anni, essendo stato il fondatore, Cesare Brandi, direttore dell’Istituto per più di un ventennio.

However, Urbani takes a further step forward, shifting attention from restoring the work to safeguarding the entire *cultural heritage*, and he applies for the first time a criterion for measuring phenomena in his 1976 document entitled: *Piano pilota per la conservazione programmata dei beni culturali in Umbria* (*Pilot project for the Conservation Planning of Cultural Heritage in Umbria*). Subsequently, Michele Cordaro, the seventh director of the ICR, further developed the concept of planned restorations, giving particular importance to the criterion of planned regular maintenance.

Against this background, law no. 84/90 led to the ICR’s formulation of the project *Carta del Rischio del Patrimonio Culturale* (*The Risk Map of the Cultural Heritage*).

In 1977, at the suggestion of the ICR and the CNR (Consiglio Nazionale delle Ricerche), the NorMaL Commission was set up – subsequently becoming the UNI Commission-Cultural Heritage NorMaL – with the task of establishing standardised methods of study. The Commission has published the *Normative UNI-Normal* (“UNI-Normal Norms”) covering the whole field of conservation.

Since its foundation, the ICR has had ten directors, of whom the first three covered a period of no less than 44 years, with the founder, Cesare Brandi, running the Institute for more than twenty years.

Bibliografia

- G. BOTTAI, *Discorso pronunciato al convegno dei Soprintendenti alle Antichità e Belle Arti*, in "Bollettino d'Arte", I, 1938, pp. 1-9.
- G.C. ARGAN, *Convegno dei Soprintendenti. Restauro delle opere d'arte e progettata istituzione di un gabinetto Centrale del Restauro*, relazione al convegno dei Soprintendenti, 4-6 luglio 1938, in "Le Arti", II, 1938, pp. 133-137.
- C. BRANDI, *L'inaugurazione del R. Istituto Centrale del Restauro. Il discorso del Ministro Bottai*, in "Le Arti", I, 1941, ott.-nov., pp. 51-53.
- C. BRANDI, *Cosa debba intendersi per restauro preventivo*, in "Bollettino ICR", 1956, 27-28, pp. 87-88.
- P. PHILIPPOT, *L'istituto Centrale del restauro. Son organisation et sa position devant les principaux problèmes de la restauration des peintures*, Memoire de licence en Histoire de l'Art et Archeologie. Année 1950-51 (dattiloscritto presso la Biblioteca dell'ICR).
- C. BRANDI, *Teoria del restauro*, Lezioni raccolte da L. Vlad Borrelli, J. Raspi Serra e G. Urbani, Torino 1963.
- G. URBANI, *Problemi di conservazione*, Compositori, Bologna 1973.
- M. ANDALORO, M. CORDARO (a cura di), *Atti del seminario, 30 maggio-1° giugno 1984*, Roma 1988.
- P. PETRAROIA, *Genesi della teoria del restauro*, in L. Russo (a cura di), *Brandi e l'estetica*, Palermo 1986, pp. LXXVII-LXXXVI.
- G.C. ARGAN, *La creazione dell'Istituto Centrale del Restauro*, Intervista a cura di M. Serio, Roma 1989.
- G. BUZZANCA, P. CINTI, *Un'équipe multidisciplinare: l'Istituto Centrale del Restauro di Roma*, in D. DE MASI (a cura di), *L'emozione e la regola, I gruppi creativi in Europa dal 1850 al 1950*, Roma-Bari 1989, pp. 281-314.
- M.I. CATALANO, *Brandi e il restauro*, Fiesole 1998.
- C. PILEGGI, *18 Ottobre 1941: fotografie inedite dell'inaugurazione dell'ICR*, "Bollettino ICR - Nuova serie", 2001, 3, pp. 135-140; EADEM, *Quaderni di restauro sugli affreschi di Giotto in S. Francesco ad Assisi (1942)*, "Bollettino ICR - Nuova serie", 2002, 4, pp. 107-155.
- M. CORDARO (a cura di), *Il restauro. Teoria e pratica*, Roma: I 1994; II 2005.
- C. BON VALSASSINA, *Restauro made in Italy*, Milano 2006, pp. 37-39.
- M. ANDALORO (a cura di), *La teoria del restauro da Riegl a Brandi*, Atti del convegno internazionale di studi, Viterbo 12-15 novembre 2003, Firenze 2006.
- C. BON VALSASSINA (a cura di), *Omaggio a Cesare Brandi nell'anno del centenario della nascita*, Atti delle giornate di studio, Roma 18-19 ottobre 2006, Firenze 2008, pp. 123-130.
- B. ZANARDI, *Il restauro: Giovanni Urbani e Cesare Brandi, due teorie a confronto*, Milano 2009.
- C. CROVA, *L'Istituto Centrale del Restauro nel complesso del S. Francesco di Paola a Roma*, in "Bollettino ICR - Nuova serie", 2011, 22-23, pp. 124-151.



Un impegno per il futuro

A commitment to the future

Gisella Capponi

L'Istituto Centrale per il Restauro si è affacciato nel nuovo secolo con una novità che riguarda *in primis* la sua denominazione. Nel 2007 una riorganizzazione del Ministero (D.P.R. 233/2007) porta all'Istituto il mutamento della vecchia denominazione in Istituto Superiore per la Conservazione ed il Restauro. Compare all'interno del nuovo nome l'impegno assunto dall'Istituto verso la *conservazione* e il forte cambiamento avvenuto nell'ambito di una azione sempre più rivolta alla conservazione del patrimonio mondiale.

All'aggiornamento del nome si è accompagnata la concessione di un'autonomia speciale, regolamentata dal DM 7/10/2008 .

Il rinnovato organo tecnico del Ministero per i Beni e le Attività Culturali prosegue la sua attività secondo le salde indicazioni teoriche e metodologiche tracciate da Cesare Brandi; i suoi compiti attuali sono pressoché identici a quelli identificati fin dalla sua origine nel 1939; si conferma la ricerca applicata al restauro e alla conservazione, la formazione dei restauratori, l'attività di consulenza e l'ese-

The ICR or Istituto Centrale per il Restauro (Central Institute for Restoration) started the new century with a number of changes, in particular its title. In 2007 as part of the reorganisation of the Ministry of Cultural Heritage (Presidential Decree no. 233/2007) the title of the Institute was changed to the ISCR – Istituto Superiore per la Conservazione ed il Restauro (Higher Institute for Conservation and Restoration). This new name shows the importance *conservation* has assumed within the guiding principles of cultural heritage where it becomes part of every activity carried out with the aim of maintaining the integrity, the identity and the effectiveness of a piece of cultural property in a coherent, programmed and coordinated fashion.

In addition to changing its name, the Institute was granted special autonomy governed by the Ministerial Decree of 7 October 2008.

Today, the Ministry of Cultural Heritage's renewed institute continues its activities according to the solid theoretical and methodological ideas set out by Cesare Brandi; its current responsibilities are more or less identical to those established at its foundation in 1939 – that is, applied research in the fields of restoration and conservation, training for restorers, consultancy activities, and the responsibility for carrying out restoration projects and diagnostic surveys for particularly complex problems. It remains a unique body in the sense that it carries out, at the same time, research and training together with systematic and ongoing activities of restoration and experimentation.

Its tasks, as defined by the new legislation, are focused on research and design activities in order to protect the cultural heritage through

Umberto Boccioni, *Forme uniche della continuità nello spazio*.
Fusione in bronzo effettuata nel 1931 per il Museo del Novecento a Milano da modello in gesso del 1913. Modello in gesso conservato nel Museu de Arte Moderna di San Paolo del Brasile.

È raffigurata sul verso della moneta da 20 centesimi di euro.
Restauro nel Laboratorio dei Metalli dell'ISCR nel 2004-2006.

Umberto Boccioni, *Forme uniche della continuità nello spazio*. Bronze cast made in 1931 for Museo del Novecento in Milan from a plaster sculpture dated in 1913.

The plaster is on display in Museu de Arte Moderna of São Paulo do Brazil.

It's depicted on the obverse of the Italian-issue 20 cent euro coin.

Restored in the Metal Restoration Laboratory of ISCR.

cuzione di restauri e indagini diagnostiche per particolari e complessi problemi. La novità della sua impostazione permane nell'unicità di un organismo in cui si svolgono contemporaneamente la ricerca, la formazione e l'attività sistematica e continua di restauro e di sperimentazione.

I suoi compiti, così come definiti nella nuova normativa, si incentrano sull'attività di ricerca e progettazione ai fini della tutela dei beni culturali con l'esercizio di un'attività di verifica tecnico-scientifica di piani, progetti e lavori di conservazione programmata, di restauro e di manutenzione. È sempre compito dell'Istituto definire norme tecniche e metodologiche per la progettazione e l'esecuzione dei lavori di restauro accertando, su richiesta, la compatibilità di metodi, tecniche e materiali da usare negli interventi conservativi.

Si conferma, anche nel nuovo ordinamento, l'affidamento all'Istituto di lavori di restauro dei beni culturali per interventi di particolare complessità o rispondenti ad esigenze di ricerca o a finalità didattiche collegate alla Scuola di Alta Formazione rimasta operante all'interno dell'Istituto fin dagli anni della sua fondazione. Proprio sul fronte della formazione una maggiore autonomia consente al nuovo Istituto di attivare sezioni distaccate e centri di ricerca sul territorio nazionale afferenti ai compiti istituzionali anche attraverso apposite convenzioni con le Regioni.

Il nuovo regolamento affida all'Istituto un ruolo di consulente e supporto tecnico scientifico a fianco del Ministero degli Affari Esteri riconoscendo il ruolo che negli anni l'Istituto ha assunto in numerosi paesi esteri con progetti di grande respiro incentrati principalmente sulla formazione di tecnici del restauro.

La struttura operativa dell'ISCR, come previsto nell'art.3 del DM 7/10/2008 è attualmente costituita da:

- a) Consiglio di Amministrazione;
- b) Collegio dei Revisori dei conti;
- c) Consiglio scientifico.

Convivono ora al suo interno storici dell'arte, architetti, archeologi, fisici ed esperti nei controlli ambientali, chimici, biologi, restauratori delle diverse tipologie di materiali costitutivi dei manufatti di interesse storico e culturale (dipinti, tessuti, opere d'arte su carta, metalli, ceramiche, pietre, cuoio, legno ecc.). Fin dai suoi inizi la consapevolezza

the exercise of technical and scientific verification of plans and projects alongside scheduled conservation, restoration and maintenance. Another of the Institute's tasks is to define the technical and methodological norms for the design and execution of restoration treatments, verifying on request the compatibility of methods, techniques and materials to be used in conservation work.

The new legislative order also confirms the Institute's responsibility for the restoration of cultural heritage objects under particularly complex conditions, to meet the needs of research projects or training programmes linked to the Advanced Training School which has been part of the Institute since its foundation. In the field of training, increased autonomy enables the new Institute to set up branch sections and research centres, dealing with the similar institutional tasks, anywhere in Italy, including special agreements with Regional Authorities.

The new regulation entrusts the Institute with a role as consultant for technical and scientific support for the Ministry of Foreign Affairs. With this provision the Ministry acknowledges the role that the Institute has acquired over the years in many foreign countries with wide-ranging projects focusing mainly on training courses for restorers and technicians.

The operating structure of the ISCR, as set out in article 3 of Ministerial Decree no. 7/10/2008, is currently made up of a:

- a) Board of Administration;
- b) Auditing Board;
- c) Scientific Committee.

The Institute's staff includes art historians, architects, archaeologists, physicists and experts on environmental controls, chemists, biologists, and restorers of works of historical and cultural interest (paintings, textiles, works on paper, metals, ceramics, stone, leather, wood, etc) and the many types of materials these are made of.

From the Institute's earliest days, its principal system of operation has been based on the understanding that an interdisciplinary approach is the basis of the proper practice of restoration. This approach has gained strength over the years with an increasing number of technical and scientific professionals to take part in ever-more precise and specialised operations of restoration.

della interdisciplinarietà come fondamento di una corretta e precisa pratica del restauro è stato il suo principale sistema di lavoro che negli anni si è sempre più rafforzato con l'aumento delle professionalità tecnico-scientifiche chiamate a partecipare alle sempre più accurate e specialistiche operazioni di restauro.

Nei compiti affidati all'Istituto l'insegnamento del restauro si pone nel rispetto della continuità come uno degli obiettivi posti fin dal 1939, anno della sua fondazione. Nel 1997, l'emanazione di un nuovo Regolamento della scuola ha consentito di dare l'avvio ad un lungo percorso che porterà nel 2010 a poter attivare nuovi corsi della durata di cinque anni con il conseguimento di un diploma di laurea specialistica equipollente ai titoli rilasciati dall'Università. In questo nuovo contesto normativo quella dell'Istituto è stata la prima scuola di restauro che ha superato le procedure di accreditamento nel luglio del 2011.

Nel 2010 l'Istituto ha cambiato sede. La sede storica che era stata individuata per l'Istituto, aveva cominciato, fin dalla fine degli anni Settanta, a mostrare i suoi limiti a fronte della crescita del personale. Venne allora programmato un deciso ampliamento degli spazi con il trasferimento dell'Istituto in una unica sede individuata in una parte del Complesso dell'ex Istituto Apostolico del San Michele, un complesso architettonico dalle grandi potenzialità che fino al 1972 aveva ospitato l'Istituzione "Aristide Gabelli" con funzione di carcere minore. Gli imponenti interventi di restauro necessari al recupero dell'intero complesso non avranno negli anni una facile attuazione: difficoltà di natura tecnica e carenza di risorse hanno protratto i lavori di recupero dei diversi fabbricati dilazionando fino al 2010 il trasferimento al San Michele dell'intero Istituto che nel 2014 potrà disporre interamente degli spazi ad esso assegnati. Nel 2014 si concretizzerà così finalmente lo scenario che con grande lungimiranza i Direttori dell'ICR, prima Pasquale Rotondi e poi Giovanni Urbani, avevano disegnato per il futuro Istituto.

La nuova configurazione che svilupperà circa 15.000 mq., consentirà all'Istituto una distribuzione ottimale dei laboratori e dei servizi permettendo al contempo lo svolgimento di quella trasversalità delle funzioni che da sempre ne ha costituito la peculiarità.

L'articolazione funzionale dell'Istituto vede oggi la presenza di:

Amongst the Institute's many responsibilities, teaching the science of restoration is a mark of continuity with one of the objectives established in 1939, the year of its foundation. In 1997, the issue of a new Legislative Order governing the school made it possible to start the long process for activating five-year courses leading to the award of an advanced graduate degree equivalent to a university qualification. Within this new normative framework, the Institute was the first restoration school to complete the accreditation procedures in July 2011.

In 2010 the Institute moved to new premises. The building that had served as the Institute's headquarters since its foundation had begun to show its limits in the late 1970s due to the increase in personnel. So, decisive action was taken by transferring the Institute to much larger premises occupying part of the ex-Apostolic Institute of San Michele, an imposing architectural complex which had previously housed the Aristide Gabelli Institute, a juvenile prison, up until 1972. The years of major repairs and restoration work required to renovate the entire building will not be easy – technical difficulties and lack of resources delayed the transfer of the ICR to San Michele until 2010, and the Institute will only be able to occupy all the areas assigned to it in 2014. So, 2014 will finally see the realisation of the farsighted plan which the ICR directors, first Pasquale Rotondi and then Giovanni Urbani, had drawn up for the future of the Institute. The new layout will cover an area of about 15,000 square metres, and will enable the Institute to organise properly its laboratories and services, at the same time providing facilities for the inter-related activities which have always been one of the distinguishing features of the body.

The current organisation of the Institute is as follows:

General management

Five sectors:

- archaeological conservation
- conservation on issues relating to architecture and landscape
- conservation of historical and artistic material
- teaching
- documentation

Four scientific laboratories:

- chemistry

1 Direzione

5 servizi:

- interventi conservativi sui beni archeologici
- interventi conservativi sui beni architettonici e paesaggistici
- interventi conservativi sui beni storico-artistici
- insegnamento
- documentazione

4 laboratori scientifici:

- chimica
- biologia
- fisica e controlli ambientali
- prove sui materiali

12 laboratori di conservazione e restauro specializzati in:

- dipinti murali
- dipinti su tela
- dipinti su tavola
- scultura policroma e manufatti lignei
- materiali lapidei
- mosaici e stucchi
- manufatti in ceramica e vetro
- manufatti in metallo e leghe
- manufatti tessili
- manufatti in pelle e cuoio
- manufatti in carta e pergamena
- arte contemporanea

2 uffici:

- amministrativo
- tecnico

1 segreteria tecnica per le pubblicazioni, sezione web, etc.

Ai settori del restauro che fin dalla fondazione dell'Istituto si erano occupati dei beni storico-artistici e di quelli archeologici negli anni Ottanta si sono aggiunti due nuovi settori che hanno visto la creazione del Servizio per i beni architettonici e ambientali e di quello dedicato alla documentazione.

Agli interventi svolti nei laboratori si sono continuati ad aggiungere i cantieri di restauro esterni che hanno assunto un peso sempre maggiore non essendo più circoscritti alla sola attività didattica. È stato

- biology
- physics and environmental monitoring
- materials testing

Twelve conservation and restoration laboratories specialising in:

- wall paintings
- paintings on canvas
- paintings on wooden panels
- polychrome sculpture and wooden artefacts
- stone
- mosaics and stucco
- ceramics and glass
- metal and alloys
- textiles
- leather
- paper and parchment
- contemporary artworks

Two offices:

- administrative
- technical

One technical secretariat for publications, web development, etc.

From the foundation of the Institute, the restoration laboratories dealt with historical and artistic works as well as archaeological sites. To these, in the 1980s, two new areas were added with the creation of the sector for architectural and environmental assets, and the documentation service.

In addition to the work carried out in the laboratories, there was a growing number of external restoration worksites which took on increasing importance since they were no longer limited just to training. For this reason it was possible to handle complex large-scale projects such as those involving the conservation of stone in outdoor exposure.

The conservation of such porous materials, both natural and artificial, led to the development of advanced diagnostic systems and methodologies within the Institute. This started in the mid-1980s when the serious state of degradation of Rome's great archaeological monuments, due to the deleterious effects of atmospheric pollution, led to the promulgation of a specific law, (known as the *Legge Biasini* from

così possibile affrontare interventi di grande dimensione e complessità quali quelli connessi alla conservazione dei materiali lapidei esposti all'aperto.

La conservazione dei materiali porosi naturali e artificiali ha visto all'interno dell'Istituto la messa a punto di avanzati sistemi di diagnostica e di metodologie d'intervento. Interesse che possiamo far partire dalla metà degli anni '80 quando il grave stato di degrado delle superfici dei grandi monumenti archeologici romani, per effetto dell'inquinamento, portò alla promulgazione di una apposita legge, nota come Legge Biasini dal nome del Ministro allora in carica, per la salvaguardia delle massime testimonianze dell'archeologia romana.

È questo il momento in cui a fronteggiare i danni gravissimi delle superfici marmoree vengono chiamati in gran numero i restauratori che cominciano a trasferire procedure di laboratorio alla dimensione dei grandi cantieri, sostituendosi agli operai e alle imprese che fino ad allora erano intervenute sui monumenti architettonici.

Con le nuove tecniche si è operato anche su architetture storiche di grande dimensione, una per tutti la Torre di Pisa di cui l'Istituto ha progettato e diretto il restauro delle sue superfici lapidee, affrontate con tecniche selettive, strumenti dal passo piccolo e grande attenzione misurata alla gravità delle situazioni.

La presenza sui cantieri di restauro delle superfici lapidee di restauratori specializzati, spesso formati proprio presso l'Istituto, ha permesso di affrontare il restauro di tanti monumenti architettonici curandone le superfici in modo più coerente e rispettoso dei principi del restauro moderno.

L'impegno didattico e di ricerca, soprattutto sul versante del degrado biologico, ha previsto negli anni numerosi interventi sulle fontane monumentali come quello su uno dei manufatti più significativi della Villa d'Este a Tivoli: la *Fontana della Rometta* e in anni più recenti quello che ha interessato la straordinaria fontana barocca dei Quattro Fiumi. Le attività consolidate da una lunga esperienza sviluppata negli anni hanno visto la realizzazione di restauri che hanno riguardato diverse tipologie di materiali per le quali l'Istituto ha definito consolidate metodologie di diagnostica e di restauro che continuano ad orientare il restauro Italiano. I laboratori di restauro, articolati oggi in dodici spe-

the name of the Minister at the time) in order to protect the surviving examples of Roman archaeology.

To deal with the emergency created by the poor state of the marble surfaces, a large number of restorers were called in, who began to transfer procedures used in conservation laboratories to large scale worksites, replacing the workmen and the companies which up until then had handled restoration and maintenance of architectural monuments.

These new techniques were also used on large-scale historical architecture, the example *non plus ultra* being the Leaning Tower of Pisa for which the Institute designed and directed the project for the restoration of its stone surfaces. The treatment was carried out using selective techniques with precision tools and instruments, with individualised treatments calibrated to the particular problem being faced.

Specialised stone restorers, often trained by the ICR, became a regular presence on worksites enabling the restoration of many architectural monuments with specialised care being given to the surfaces so they are treated more systematically and in accordance with modern restoration principles.

The commitment to training and research, especially on the subject of biological deterioration, led to several projects over the years involving monumental fountains such as one of the finest examples at the Villa d'Este (Tivoli) known as the *Fontana della Rometta*, and more recently the work on the extraordinary baroque fountain of the Four Rivers in Piazza Navona, Rome.

Many years of experience have guided treatments on works made of many different types of materials, for which the Istituto has, over the years set out well-established methods for diagnostic examination and restoration, methods which continue to guide restoration in Italy.

The restoration laboratories, divided into twelve specialised fields, continue to deal with works by famous painters such as Antonello da Messina, Caravaggio, Lorenzo Lotto, Piero della Francesca – works with particularly complex conservation problems, or works which return to the Institute for close examination in order to check the progress and permanence of previous restorations.

For large works in bronze, an important opportunity for studying the behaviour of a restoration over the course of time arose with the eval-

cializzazioni, hanno continuato ad accogliere opere di maestri famosi come Antonello da Messina, Caravaggio, Lorenzo Lotto, Piero della Francesca, opere con problemi conservativi di particolare complessità o opere che tornavano in Istituto dopo precedenti restauri e venivano sottoposte ad utilissime revisioni in grado di testare il comportamento e la durabilità dei precedenti interventi.

Per i grandi bronzi una particolare occasione di studio del comportamento nel tempo delle tecniche di restauro è stata offerta dagli interventi di verifica e manutenzione che dal 2009 hanno interessato i Bronzi di Riace nonché le ripetute occasioni di controllo del cosiddetto *Satiro* di Mazara del Vallo per il quale l'Istituto aveva eseguito il restauro a partire dalla messa a punto di un sistema di movimentazione della statua che consentisse una facile esecuzione delle fasi di documentazione e di indagini diagnostiche preliminari. A restauro ultimato le esigenze di movimentazione dell'opera a fini espositivi avevano richiesto una complessa progettazione dei dispositivi di protezione e imballo.

Ai laboratori storici è stato affiancato fin dalla seconda metà degli anni '90 il laboratorio dedicato al restauro dell'arte contemporanea, nella consapevolezza dell'interesse generale suscitato da questo campo poco esplorato con problematiche che esulano dal tradizionale restauro delle opere d'arte. Sempre più spesso, infatti, le opere d'arte contemporanea richiedono interventi e sistemazioni con problematiche complesse legate a diverse considerazioni: al rapporto con l'intenzionalità dell'artista, alla tipologia dei materiali che vede ancora una scarsa conoscenza sia delle tecniche che dei materiali contraddistinti da una elevata deperibilità che ha portato molto spesso alla scelta di non intervenire o a interventi di parziale sostituzione realizzati, non di rado, in accordo con la volontà dell'artista.

Nel campo dei dipinti murali non si può non ricordare il particolare impegno dell'Istituto rivolto sul finire del secolo scorso, al recupero, alla conservazione e al restauro dei cicli decorativi del complesso basilicale di San Francesco ad Assisi, danneggiati dal sisma del 1997 con la documentazione e classificazione di tutti i frammenti raccolti dopo il sisma, con l'aiuto dei giovani volontari e la progettazione delle modalità di un loro rimontaggio *in situ*. Ancora nel campo degli affreschi e decorazioni murali i complessi lavori sulla decorazione parietale della



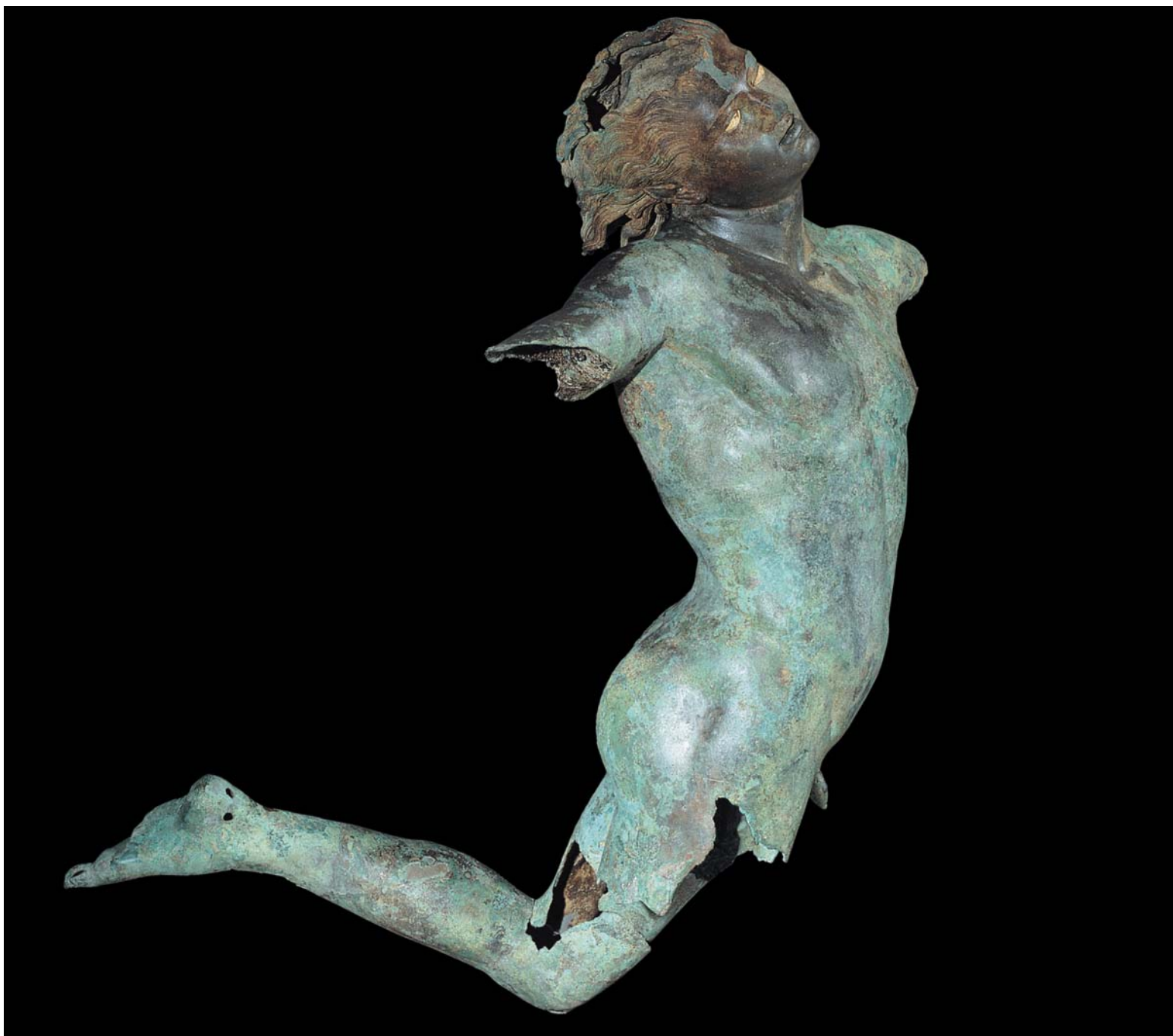
Il crollo di parti della volta della Basilica di San Francesco di Assisi dipinta da Giotto e Cimabue dopo il sisma del 26 settembre 1997.

The collapse of parts of the ceiling of the Basilica of St Francis of Assisi painted by Giotto and Cimabue after the earthquake of September 26, 1997.



Il Peristilio della Casa dei Vettii a Pompei.
The Peristylum of the House of Vettii in Pompeii.

Il *Satiro danzate* di Mazara del Vallo.
The *Dancing Satyr* of Mazara del Vallo..



Casa dei Vettii a Pompei e su quella della Tomba dell'Orco a Tarquinia, quest'ultimo lavoro esemplificativo dei problemi di conservazione in ambiente ipogeo.

Attraverso un piano di conservazione programmata l'Istituto attua annualmente il controllo degli esiti dei restauri condotti sui dipinti murali della Cappella degli Scrovegni a Padova, ultimati nel 2002. Un restauro preceduto da uno studio esemplare, condotto nel 1970, sull'interazione ambiente manufatto e dalla realizzazione delle opere necessarie all'adeguamento dell'ambiente con un contingentamento dei visitatori.

L'attività dell'Istituto per la conservazione e il restauro dei mosaici di scavo è stata portata avanti con il problema connesso della protezione e della copertura dell'area archeologica in funzione della migliore conservazione *in situ*. Gli interventi sulla *Domus* dei *Coiedii* a Castelleone di Suasa e più tardi nelle ville romane di Casignana e Ascoli Satriano aprono nuove riflessioni sul tema della conservazione *in situ* di mosaici pavimentali e di superfici decorate possibile, anche questa, solo a fronte di programmati interventi manutentivi.

È ancora la manutenzione a costituire sistema di salvaguardia dei siti archeologici sommersi di cui si occupa un altro settore di recente formazione dell'Istituto dedicato proprio al campo dell'archeologia subacquea. Si è così realizzato un grande salto di qualità con l'inserimento della problematica complessiva dell'archeologia subacquea, con metodo e continuità, anche all'interno dell'attività didattica per la formazione dei restauratori. L'attività dell'Istituto che nel passato si era rivolta principalmente al restauro di manufatti di provenienza subacquea (Bronzi del Serrone a Brindisi, Bronzi di Porticello, Bronzi di Riace, alcuni esemplari di imbarcazioni o di frammenti di esse) si rivolge ora ai complessi architettonici sommersi con i loro ricchi apparati decorativi da mantenere *in situ*.

Alle finalità perseguite dall'Istituto in Italia si affiancano finalità analoghe perseguite all'estero con una prevalenza dell'attività connessa alla formazione dei restauratori accompagnata non di rado dall'organizzazione di centri di restauro per la formazione permanente, di laboratori scientifici e di corsi di aggiornamento.

E proprio l'aspetto della formazione costituisce un filo che lega e connota le attività svolte all'estero dall'ISCR in contesti tanto diversi dalla

uation and maintenance work on the Riace Bronzes which started in 2009, as well as the regular checks on the statue known as the *Satyr* of Mazara del Vallo. The latter was restored by the Istituto, beginning with the creation of a system for transporting the statue safely, which also simplified preliminary diagnostic surveys and the preparation of documentation. When the restoration was completed, the need to move the statue for display purposes led to the design of complex equipment for protecting and packing it.

Alongside the more traditional restoration laboratories, since the second half of 1990s, there is now a laboratory devoted to restoring contemporary artworks – due to the increasing interest in this little-explored field – with problems that go beyond those of traditional restoration. Contemporary artworks often involve dealing with complex problems entangled with a number of quite different factors: the knowledge or otherwise of the artist's intentions, the type of materials used and above all the lack of clear and universal guidelines and the scarcity of published material on these issues. In many cases, so little is known about the techniques and materials used in contemporary art and their deterioration, that often it is decided not to intervene or to make only partial replacements which are often carried out in agreement with the artist's wishes.

In the field of wall paintings, the Institute's commitment to the recovery, conservation and restoration of the decorative cycles in the basilica of St Francis of Assisi, damaged by the 1997 earthquake cannot be forgotten; the task involved registering and classifying all the fragments gathered after the earthquake with the help of young volunteers, followed by designing a system for re-assembling them *in situ*. Again in the field of frescoes and wall decorations, the Institute was closely involved in the complex restoration of the wall paintings in the *Casa dei Vettii* in Pompei as well as those in the Etruscan tomb of Orcus in Tarquinia, the latter being an exemplary case of conservation in an underground setting, with all its special problems.

Following a plan of scheduled conservation, every year the Institute carries out a series of checks on the restored wall paintings in the Scrovegni Chapel in Padua, completed in 2002. The restoration project was preceded by a ground-breaking study starting in 1970 on the interaction of the Chapel and the wall paintings with their surround-

Cina all'Argentina, dall'Egitto all'Iraq, dal Portogallo alla Germania, dall'India all'Afghanistan, da Malta al Kosovo.

Uno degli scenari più significativi in cui l'ISCR ha attuato programmi di formazione e di costituzione di centri di ricerca è certamente la Cina a partire dal 1995, con la creazione del Centro per la Conservazione di Xi'an fino alla realizzazione dell'importante cantiere didattico del Taihedian nella Città Proibita, avviato a partire dal 2003, che ha visto lavorare fianco a fianco restauratori e allievi dell'Istituto insieme ai colleghi cinesi.

L'attività di sostegno svolta dall'Istituto ha recentemente interessato la Serbia con la creazione dell'Istituto Centrale della Conservazione della Serbia a Belgrado promosso con un finanziamento della Direzione Generale per la Cooperazione allo Sviluppo e l'Iraq dove l'Italia è l'unico paese presente in loco ed effettivamente attivo nel supportare l'amministrazione irachena nel percorso di recupero di standard tecnico-amministrativi all'altezza dell'importanza del patrimonio da tutelare. Anche nel Kosovo l'attività dell'Istituto è volta a fornire all'amministrazione uno strumento efficace alla gestione, promozione e conservazione del Patrimonio culturale ed artistico del paese, nell'ottica di una nuova visione integrata del territorio, finalizzata allo sviluppo sociale e al dialogo interculturale.

In una visione allargata della conservazione del patrimonio culturale si colloca il progetto che l'Istituto ha promosso, fin dagli anni Novanta nell'ambito della conservazione preventiva dei beni culturali dell'Italia. Il progetto, noto come *Carta del Rischio del Patrimonio Culturale*, si fonda su un insieme di banche dati, alfa numeriche e grafiche, che documentano la vulnerabilità del patrimonio, monumentale e archeologico, distribuito nelle città storiche e nel territorio italiano in relazione ai principali fenomeni di rischio naturale (terremoti, frane, alluvioni, condizioni meteorologiche, inquinamento) e antropico (furti, incendi, abuso turistico). Modello fondante di questo progetto è stato il *Piano pilota per la conservazione programmata del patrimonio culturale in Umbria*, ideato da Giovanni Urbani, direttore dell'Istituto Centrale del Restauro nel 1976, che rimane fondamento univocamente riconosciuto di questi studi.

La Carta del rischio rimane ancora oggi l'unico sistema generale di riferimento per informazioni complessive sui fattori di rischio che inte-



Sassuolo, Palazzo Ducale: cantiere didattico di pronto intervento, allestito dopo il terremoto dell'Emilia, con gli studenti del percorso PFP 2, manufatti su tela e tavola (settembre 2012).

Sassuolo, Palazzo Ducale: didactic worksite on first aid, set up after the earthquake in Emilia, with the students of the course PFP 2, on canvas and wood panel restoration (September 2012).

ings, and continued with the work required to improve the environment and to facilitate visitor access.

The Institute's activities for the conservation and restoration of excavated mosaics has progressed on the problems connected with protecting and covering archaeological areas as part of the best approach to conservation *in situ*. The work on the *Domus dei Coedii* at Castelleone di Suasa and later on the mosaics in the Roman villas at Casignana and Ascoli Satriano stimulated new ideas on the subject of conservation *in situ* of floor mosaics and on the question of their maintenance.

Another of the Institute's recently formed sectors is the field of underwater archaeology. This represents a major step forward, inserting the problems of underwater archaeology within the wider continuum of conservation and also training restorers, so as to provide qualified operators specialised in this field. The Institute's activities in the past mainly concerned the restoration of artefacts brought up from underwater sites (the Serrone Bronzes in Brindisi, the Porticello Bronzes, the Riace Bronzes, plus several examples of sunken ships or parts of them)



La *Madonna di Senigallia* di Piero della Francesca restaurata dall'Istituto nel 2010.
The *Madonna of Senigallia* by Piero della Francesca, restored in 2010 by the Institute.

ressano il nostro patrimonio culturale e per una individuazione unitaria di metodologie di rilevamento. All'interno di questo progetto sono stati elaborati numerosi strumenti integrati di rilevamento dello stato di conservazione del patrimonio utili alla valutazione dei livelli di vulnerabilità

Scopo della Carta del Rischio rimane la definizione di una politica programmata di interventi conservativi, di manutenzione e di restauro, che tenga conto delle risorse economiche disponibili in rapporto alle necessità di prevenzione e di intervento nei musei, nelle chiese, nei

but now conducts investigations of submerged architectural sites to maintain their wealth of decorated features *in situ*.

The aims pursued by the Institute in Italy are similar to those it conducts abroad, with most activities linked to training restorers, often accompanied by organising research centres for training, scientific laboratories and refresher courses. And it is training that constitutes the thread linking the activities carried out abroad by the ISCR in many countries including China, Argentina, Egypt, Iraq, Portugal, Germany, India, Afghanistan, Malta, Kosovo.

One of the most significant scenarios in which the ISCR has organised training programmes and research centres is China. It started in 1995, with the setting up of the Xi'an Conservation Centre and the important training worksite of the Taihedian in the Forbidden City, which began in 2003, and saw restorers and students from the Institute working side by side with their Chinese colleagues.

The Institute's recent support work includes Serbia with the foundation of the Serbian Central Institute for Conservation in Belgrade backed by funding from the Italian Directorate General for Development Cooperation, and in Iraq where Italy is the only country present *in loco* and active in supporting the Iraqi administration in the task of regaining the technical and administrative standards commensurate with the importance of the country's cultural heritage to be protected.

In Kosovo too, the Institute's activity is aimed at providing the government with an effective instrument for managing, promoting and conserving the country's cultural and artistic heritage, as part of a new integrated vision of the territory, aimed at social development and intercultural dialogue.

The broader picture of cultural heritage conservation includes a project backed by the Institute since the 1990s, in the field of preventive conservation for cultural property in Italy. The project, known as the *Risk Map of the Cultural Heritage*, consists of an interconnected system of digital databases containing alpha numeric and graphic data, which registers the vulnerability of the monumental and archaeological heritage in Italy's historic cities and throughout the country, in relation to the main natural risks (earthquakes, landslides, floods, weather conditions, pollution) and risks due to human intervention (theft, fire, visitor damage).

palazzi storici e nelle aree archeologiche. Oggi ricerche puntuali svolte in sinergia con altri Enti di ricerca aprono specifici scenari applicativi anche nel campo della gestione delle emergenze che purtroppo molto di frequente colpiscono il nostro paese.

Sono oggi settantaquattro gli anni di militanza dell'Istituto nel campo del restauro ed è lecito chiedersi se al mutare delle esigenze che ne avevano determinato la sua fondazione si debba far corrispondere un sostanziale cambiamento della sua struttura.

Le capacità che tutt'ora l'Istituto è in grado di esprimere nel campo del restauro, settore strategico per lo sviluppo dell'Italia e del mondo, ci rassicurano che l'istituzione costruita nel 1939 con tanta lungimiranza potrà continuare ad operare forte della sua struttura incentrata su teorie e prassi consolidate che anno dopo anno vengono condivise con nuovi paesi.

The model for this project was the *Pilot project for the Conservation Planning of Cultural Heritage in Umbria*, drawn up in 1976 by Giovanni Urbani, director of the ICR, which is still recognised as a seminal text in this field.

The Risk Map is the only general reference system for overall information on risk factors that deals with Italy's cultural heritage, and for identifying the methodology of a unified measurement system. Within the project, there are numerous integrated instruments for evaluating the condition of the cultural heritage and for evaluating its level of vulnerability.

The purpose of the Risk Map is to put forward a policy of planned conservation, maintenance and restoration, which takes into account the economic resources available in relation to the needs of prevention and treatment in museums, churches, historic palazzos and archaeological areas.

Today, specialised research conducted in synergy with other research bodies are opening up new avenues of activity even in the field of response to emergencies, which unfortunately occur very frequently in Italy.

Are now seventy-four years of militancy of the Institute in the field of restoration and the question arises whether to changing needs that had determined his foundation should match a substantial change in its structure.

The skills that the Institute is still able to express in the field of restoration, a strategic sector for the development of Italy and the world, tell us that the institution built in 1939 with such foresight will continue to operate its strong structure based on established theories and practices that are shared year after year with new countries.



La Scuola di Alta Formazione dell'Istituto Superiore per la Conservazione e il Restauro

The Advanced Training School of the Istituto Superiore per la Conservazione e il Restauro

Lidia Rissotto

La formazione del restauratore è uno tra gli obiettivi primari dell'Istituto Superiore per la Conservazione ed il Restauro (ISCR), tanto da avere sviluppato, in più di mezzo secolo di storia, un modello didattico a tutt'oggi insuperato.

Intuizione straordinaria dello storico dell'arte Giulio Carlo Argan, fu quella di incardinare la scuola all'interno di un istituto di ricerca; in questo modo gli allievi sono fruitori della didattica specializzata, ma al tempo stesso partecipano all'elaborazione dei saperi e soprattutto al loro costante aggiornamento.

Il modello didattico prevede, infatti, la stretta interdipendenza tra insegnamenti teorico-metodologici a carattere storico e scientifico, e tecnico-pratici. Parallelamente all'interno della struttura, i laboratori di restauro e le aule per la didattica sono strettamente collegati con i laboratori di ricerca di chimica, di fisica e di biologia, e con quelli per la documentazione grafica e fotografica; il tutto si avvale di una biblioteca specializzata e di un archivio di documentazione.

Il personale è tutto interno alla struttura, ed è impegnato sia sul fronte della ricerca sia su quello della didattica, il che ha consentito di creare un circuito virtuoso tra le differenti competenze coin-

Training restorers is one of the primary aims of the Istituto Superiore per la Conservazione ed il Restauro (ISCR), to the extent that it has developed, over more than fifty years, a didactic model which is unrivalled.

The decision to set the Advanced Training School within a research institute was due to the intuition of art historian Giulio Carlo Argan; in this way the students benefit from specialised teaching, and at the same time take part in the search for knowledge and its constant updating.

The didactic model envisages close interdependence between theoretical and methodological teaching – historical and scientific, as well as technical and practical. At the same time, within its organisation, the school's restoration laboratories and the classrooms are closely linked to research laboratories for chemistry, physics and biology, as well as graphic and photographic laboratories, a specialised library and an archive for documents.

The teaching staff are all tenured and involved not only in teaching but also in research which makes it possible to create a virtuous circuit between the various skills involved in the process of restoration: historians, scientists, restorers, documentation experts work together in an interdisciplinary relationship.

Thanks to the theoretical ideas formulated over the last thirty years, it has become clear that conservation of an individual object cannot be the only goal for a restorer. This concept has altered over time to include not only the individual object itself, but also its context – there-



Laboratorio ceramica e metalli: documentazione di un manufatto in ceramica.
Ceramics and metals laboratory: documentation of an object in ceramic.

volte nel processo del restauro: storici, scientifici, restauratori, documentatori lavorano in un rapporto interdisciplinare. Grazie all'elaborazione teorica formulata negli ultimi trenta anni, si è compreso che la conservazione di un singolo oggetto non può essere l'unico obiettivo del restauratore. Tale concetto nel tempo si è modificato fino a comprendere non soltanto l'oggetto singolo in sé, ma anche il suo contesto; contemplando, di conseguenza, l'interazione tra manufatto e ambiente e tra manufatto e realtà culturale. Questo ha determinato la necessità di estendere la base formativa del restauratore alla conoscenza sempre più analitica dei materiali costitutivi, delle cause di degrado, e all'apprendimento delle nozioni necessarie a una ricostruzione storica, quanto più possibile ampia e contestualizzata del bene culturale.

In Europa, già nel 1984, all'Assemblea generale dell'ICOM-CC di Copenhagen, nel documento *Conservator-Restorer. A definition of the profession*, era stata individuata la complessità dell'attività svolta dal conservatore-restauratore e definita la necessità di una formazione ad alto livello. I principi enunciati vennero successiva-



Laboratorio ceramica e metalli: pulitura di un manufatto in ceramica.
Ceramics and metals laboratory: cleaning of an object in ceramic.

fore, considering the interaction between an object and its environment framework and between an object and the cultural reality. This led to the need to expand the basic training for restorers to include the analytical knowledge of constituent materials, the causes

mente recepiti nel documento *ECCO Professional Guidelines* stilato a Bruxelles nel 1993 e ratificato nel 1994 e nuovamente ribaditi nel *Documento di Pavia* nel 1997.

Le *linee guida* individuate a livello internazionale per una formazione consapevole, e quindi condotta ai massimi livelli didattici, furono successivamente condivise, sviluppate e ratificate nell'ambito del progetto Apel del 2001, nel quadro della *European Network for Conservation-Restoration Education* (ENCoRE).

È solo di recente, però, che la formazione del restauratore in Italia si avvale di un preciso quadro normativo di riferimento. Dal 2009 al 2011 una serie di decreti ne hanno finalmente definito il profilo professionale, il suo percorso formativo e la specifica classe di laurea. Frutto dell'attivo contributo degli Istituti di restauro statali del Ministero per i Beni Culturali, delle Università e delle Accademie, l'articolo 29 del *Codice dei beni culturali e del paesaggio* del 2004 (D.L. 22 gennaio 2004, n. 42) e i seguenti decreti attuativi (D.M. n. 86 e n. 87 del 2009), mettono a fuoco e rendono non più eludibili i criteri e i livelli di qualità a cui si deve adeguare l'insegnamento del restauro su tutto il territorio nazionale.

Nel più ampio quadro normativo di revisione della legge di tutela e valorizzazione del patrimonio, viene quindi individuata in modo univoco la *professione del restauratore* a livello nazionale e adeguata agli standard internazionali di formazione richiesti: cinque anni di studio a ciclo unico, a livello universitario.

Inoltre è interessante sottolineare l'inserimento contestuale di uno strumento importantissimo per la salvaguardia della qualità dei corsi, e cioè una Commissione tecnica appositamente costituita, alla quale vengono demandate le attività istruttorie ai fini dell'accreditamento dei corsi di formazione attivati sia presso le Scuole di alta formazione del Ministero dei Beni e delle Attività Culturali, sia presso altri Enti di formazione pubblici e privati.

Oggi, in continuità con le esperienze didattiche e di ricerca maturate in più di mezzo secolo di storia, la Scuola dell'ISCR, denominata "di Alta Formazione" nel 1998 (la prima in Italia ad avere ottenuto nel 2011 il parere favorevole della Commissione tecnica di accreditamento) ha avviato i nuovi corsi di restauro in conformità ai dispositivi di legge sopra citati, con le seguenti caratteristiche:



Assisi, Basilica Superiore di san Francesco: studenti del corso su dipinti murali.
Assisi, Upper Basilica of Saint Francis: students from the wall paintings restoration course.

of deterioration, the notions required for a historical reconstruction, as extensive as possible and within the context of restoring cultural heritage. These considerations mean that restorers will inevitably require training at ever-higher levels.

In Europe, in the late 1984, at the General Assembly of ICOM-CC in Copenhagen, a document entitled *Conservator-Restorer. A definition of the profession*, focused on the complex activities carried out by conservators and restorers and called for high-level training in these fields. The principles put forward were subsequently defined in the document *ECCO Professional Guidelines* drawn up in Brussels in 1993, ratified in 1994 and once more freshly stated in the *Documento di Pavia* in 1997. The guidelines identified at international level for advanced training, and therefore conducted at top didactic levels, were subsequently shared, developed and ratified within the framework of the APEL project in 2001, as part of the European Network for Conservation-Restoration Education (ENCoRE).

However, it is only recently that training for restorers in Italy can rely



Laboratorio dei manufatti in pelle e cuoio: attività di restauro con stagisti.
Leather laboratory: restoration activities with trainees.

- emana un bando di selezione per l'ammissione ai percorsi formativi attivati, prevedendo un numero massimo di 25 studenti all'anno con due prove di ammissione di tipo attitudinale, e una teorica;
- dei 300 Crediti Formativi (CF) totali previsti in cinque anni, 90 CF sono dedicati all'attività pratica di restauro (per un totale di 2700 ore) e 30 CF alla prova finale;
- il corso di studi segue un'impostazione secondo cui per l'attività teorica a 1 CF corrispondono in generale 10 ore di didattica frontale e 20 ore di studio;
- per le attività pratiche di laboratorio e cantiere è stato stabilito che 1 CF corrisponde a 30 ore frontali;
- il rapporto studenti/docenti nell'ambito dell'attività pratica del restauro è previsto non superiore a 5:1
- l'attività pratica di restauro è svolta presso i laboratori di restauro e i cantieri dell'Istituto, su beni sottoposti alle vigenti disposizioni di tutela;
- al termine del percorso lo studente sostiene due prove finali per il

on a precise set of regulations to refer to with a clear regulatory framework. From 2009 to 2011 a series of decrees finally established the professional profile of restorers, their training programme and the specific graduation category. With the active contribution of State Institutes for restoration of the Ministry of Cultural Heritage, as well as universities and academies, article 29 of the *Codice dei beni culturali e del paesaggio (Cultural heritage and landscape code)* of 2004 (Legislative Decree no. 42 of 22 January 2004) and the subsequent actuating decrees in 2009 (Ministerial Decrees no. 86 and no. 87 of 2009), focuses on the criteria and quality levels which are required for the teaching of restoration in order to ensure appropriate professional training for cultural heritage restorers throughout Italy.

Within the broader normative framework of revising the legislation protecting and valorising the cultural heritage, the decrees clearly define the *profession of restorer* at a national level, complying with the required international standards of training: five years of study in a single cycle, at university level.

Furthermore, the legislation also includes the setting up of an important instrument for ensuring the quality of the courses, that is a technical commission which is also responsible for taking preliminary steps towards recognition of newly created courses within the Higher Education schools of the Ministry for Cultural Heritage and within other public and private training organisations.

Today, continuing the didactic and research experience acquired in more than fifty years of activity, the ISCR School, denominated "for Advanced Training" in 1998 (the first in Italy to obtain recognition from the favourable opinion of the technical commission for accreditation in 2011) has started the new courses on restoration in compliance with the dispositions of the above-mentioned law, with the following characteristics:

- announcing a public competition for admission to training courses, with a maximum number of 25 students a year with two attitudinal admission tests and a theoretical one;
- of the 300 Credits (CF) programmed in five years, 90 CF are devoted to practical activities of restoration (for a total of 2700 hours) and 30 CF for the final test;
- the study course is organised so that the theoretical activity of 1 CF



Laboratorio dipinti su tela: intervento conservativo con l'ausilio del tavolo a bassa pressione.
Paintings on canvas laboratory: conservative treatment with the aid of a low pressure apparatus.



Laboratorio dipinti murali: restauro dei frammenti provenienti dalla Basilica Superiore di Assisi.
Wall paintings laboratory: restoration of fragments from the Upper Basilica of Saint Francis of Assisi.

corresponds in general to 10 hours of face-to-face teaching and 20 hours of study;

- for practical laboratory and worksite activities, it has been decided that 1 CF corresponds to 30 hours of face-to-face teaching
- the ratio of students to teachers does not exceed 5:1 in the field of practical restoration activities;
- practical restoration activities are carried out in the laboratories and workshops of the Institute, on cultural heritage items which are protected by current legislation;
- at the end of the course, students take two final tests in order to be awarded a diploma of *laurea magistrale* entitling them to exercise the profession of cultural heritage restorers. (Ministerial Decree no. 2/2011).

Moreover, on the basis of the experience acquired in the State restoration schools, ISCR and OPD (Opificio delle Pietre Dure), the training programme was reformulated by selecting six professional training paths, each one bringing together various types of items according to the affinity of constituent materials. This pattern enables students to acquire, during the five years of study, a homogeneous understanding of the various conservation problems for the specific field chosen, and at the same time a broad field of action once entered the profession.

Professional Training Paths (PFP):

- PFP1) Stone materials and derivatives; architectural decorated surfaces.
- PFP2) Painted works on wooden and fabric supports. Objects carved in wood. Furniture and wooden structures. Items in worked synthetic materials, assembled and/or painted.
- PFP3) Materials and crafted objects in textile and leather items.
- PFP4) Objects in ceramic, glass, organic materials and objects in metal and alloys materials.
- PFP5) Library and archive materials. Paper and parchment items. Photographic, cinematographic and digital material.
- PFP6) Musical instruments. Scientific and technical instruments and apparatus.

conseguimento del diploma di laurea magistrale abilitante all'esercizio della professione di restauratore di beni culturali (D.M. n. 2 del 2011). Inoltre, sulla base delle esperienze sviluppate nelle scuole di restauro statali, ISCR e OPD (Opificio delle Pietre Dure), l'offerta formativa è stata riformulata individuando sei percorsi formativi professionalizzanti che accorpano ognuno diverse tipologie di manufatti in base all'affinità dei materiali costitutivi. Questa articolazione permette allo studente di avere, nei 5 anni di studio, una acquisizione omogenea e consapevole delle diverse problematiche conservative per lo specifico ambito scelto, e allo stesso tempo un campo di azione ampio una volta inserito nel mercato del lavoro.

Percorsi formativi professionalizzanti (PFP):

PFP1) Materiali lapidei e derivati; superfici decorate dell'architettura.
PFP2) Manufatti dipinti su supporto ligneo e tessile. Manufatti scolpiti in legno. Arredi e strutture lignee. Manufatti in materiali sintetici lavorati, assemblati e/o dipinti.

PFP3) Materiali e manufatti tessili e in pelle.

PFP4) Materiali e manufatti ceramici, vetri, organici. Materiali e manufatti in metallo e leghe.

PFP5) Materiale librario e archivistico. Manufatti cartacei e pergamenei. Materiale fotografico, cinematografico e digitale.

PFP6) Strumenti musicali. Strumentazioni e strumenti scientifici e tecnici.

Obiettivi del corso

Al termine dei corsi i diplomati devono avere acquisito:

- le basi storiche, scientifiche e tecniche necessarie all'esercizio della professione di restauratore di beni culturali;
- una solida preparazione pratica fondata sulle necessarie competenze e sulle abilità manuali;
- un elevato livello di autonomia professionale, decisionale e operativa in ordine ai problemi di conservazione e restauro dei beni culturali;
- la capacità di valutare criticamente i dati relativi alla tecnica e allo stato di conservazione del bene culturale interpretati alla luce delle conoscenze storiche e scientifiche per risolvere i problemi di prevenzione, di manutenzione e dell'intervento di restauro;

Aims of the course

At the end of the courses, students who have received diplomas must have acquired:

- the historical, scientific and technical foundations required to exercise the profession of cultural heritage restorer;
- a solid practical preparation based on the necessary abilities and manual skills;
- a high level of professional autonomy, both decisional and operative, regarding problems of conservation and restoration of the cultural heritage;
- the ability to critically evaluate data related to techniques and conditions of the cultural heritage works, interpreted thanks to historical and scientific knowledge in order to successfully solve problems of prevention, maintenance and of the restoration treatment;
- the ability to intervene in situations of emergency affecting the cultural heritage by activating appropriate actions in disaster situations;
- the ability to manage work projects and staff also regarding juridical and economic decisions;
- the ability and computer skills required to deal with documentation relating to cultural heritage items;
- the skills and ability to collaborate in an interdisciplinary way with other professionals in the sector field (technical, historical, scientific) and to communicate clearly the results of activities carried out;
- the knowledge of deontological principles and the ethical reasons that underpin operative decisions;
- the awareness of current trends at an international level on restoration matters;
- fluency (written and oral) in at least one language of the European Union, as well as Italian.

Eleven objectives have been identified in order to create the figure of an *all-round* restorer; but in the didactics of restoration, close attention must be paid to one aspect in particular: the programme for training restorers should not separate practical tuition from cultural-theoretical tuition, these two aspects have to be merged into one. And since the courses also involve learning specific techniques, we should not accept, or even listen to, the opinion of those who would reduce the teaching of restoration to mere training, to transmitting empirical abil-

- la capacità di intervenire nelle situazioni di emergenza del patrimonio culturale attivando le opportune azioni nelle situazioni di catastrofe;
- la capacità di gestire gli interventi e lo staff di lavoro anche sotto il profilo giuridico ed economico;
- la competenza, anche informatica, utile alla gestione della documentazione relativa al bene culturale;
- le competenze per collaborare con le altre figure professionali tecniche e storico-scientifiche del settore e di comunicare con chiarezza i risultati dell'attività svolta;
- la conoscenza dei principi deontologici e delle ragioni etiche che sottendono alle scelte operative;
- la consapevolezza degli orientamenti più aggiornati su scala internazionale in materia di restauro;
- la padronanza scritta e orale di almeno una lingua della unione Europea, oltre l'italiano.

Sono undici gli obiettivi individuati affinché si raggiunga una figura di restauratore *a tutto tondo*; ma nella didattica del restauro a un aspetto soprattutto si deve porre particolare attenzione: non deve esistere, nell'ambito della formazione del restauratore, la dicotomia tra apprendistato materiale-operativo e apprendistato culturale, questi due aspetti si devono fondere. E sebbene l'effetto dell'insegnamento consista anche nell'apprendimento di tecniche specifiche, non dovrà essere condivisa né tantomeno accettata l'opinione di chi volesse ridurre l'insegnamento del restauro al mero addestramento, alla trasmissione di abilità empiriche fuori da un contesto più completo e complesso, quale è quello dell'organico riconoscimento dell'opera d'arte in tutti i suoi valori. Di contro non si deve ridurre il tutto alla pura nozione teorica separata dal fare, al fine di sventare il rischio di avere solo degli *osservatori* o dei *critici* dell'inevitabile degrado del patrimonio.

Ed è proprio l'equilibrio tra teoria e pratica che connota la formazione degli studenti dell'ISCR, proprio per questo sono riconosciuti come *eccellenze* in Italia e all'estero.



Laboratorio di restauro dei materiali lapidei.
Restoration laboratory of stone artifacts.

ities and skills without a more complex and fuller context, such as the organic recognition of works of art in their own right and with their own values. On the other hand, we must not reduce everything to a pure theoretical notion separated from *doing*, to avoid the risk of having only *observers* or *theoretical critics* of the inevitable deterioration of the cultural heritage.

It is this balance between theory and practice that distinguishes the training of ISCR students, granting them recognition both in Italy and abroad.



L'attività internazionale

International activities

Maria Concetta Laurenti

L'attività internazionale è rientrata nelle prerogative dell'Istituto Centrale del Restauro fin dalla sua fondazione, configurandosi sotto forma di consulenza scientifica, di intervento diretto e di formazione dei restauratori. L'impostazione metodologica di tali azioni è stata fondata sul pensiero teorico del restauro formulato da Cesare Brandi e sull'esperienza concreta messa a punto presso l'Istituto Centrale per il Restauro nella seconda metà del Novecento.

Nel decennio fra gli anni '50 e '60 essa ebbe prevalentemente carattere di consulenza scientifica, fornita in primo luogo dallo stesso Brandi con missioni richieste da prestigiose istituzioni straniere e dall'UNESCO. Ben presto egli fu affiancato dai restauratori dell'Istituto chiamati a intervenire su opere d'arte e manufatti archeologici di grande importanza come i dipinti di età romana di Boscoreale nel Museo di Mariemont in Belgio, i dipinti di Mattia Preti a Malta, i manufatti archeologici nel Museo di Kabul in Afghanistan, il dipinto della *Imagen del Señor de los Milagros* a Lima, i dipinti di Bernardino Luini al Louvre, i dipinti di Bonampak in Messico le porte bronzee dell'esonartece di Santa Sofia a Istanbul e le sculture neohittite di Karatepè, in Turchia. La notorietà dell'ICR fu accresciuta anche dal particolare legame instaurato con l'ICCROM, (International Centre for Conservation and Restoration of Monuments) organismo in-

Qusayr 'Amra, Giordania, restauratori italiani all'opera sui dipinti murali dell'ala ovest della Sala delle Udienze. Progetto finanziato dal Ministero per i Beni e le Attività Culturali.

Qusayr 'Amra, Jordan, Italian restorers at work during the restoration of wall paintings in the west aisle of the Court Hall. Project funded by the Ministry of Cultural Heritage and Activities

Since its foundation, international activity was one of the prerogatives of the Istituto Centrale del Restauro (ICR), taking the form of scientific consultancy, direct intervention and training of restorers. The methodological thinking behind these actions was based on the theory of restoration formulated by Cesare Brandi and on the wide-ranging experience acquired by the ICR during the second half of the 20th century.

In the ten years between 1950 and 1960, the Institute's activities were mainly in the field of scientific consultancy, provided initially by Brandi himself with missions arranged by prestigious foreign institutions and by UNESCO. Very soon he was joined by restorers from the Institute to take part in restoring works of art and archaeological items of great importance such as Roman paintings by Boscoreale in Belgium's Mariemont Museum, paintings by Mattia Preti in Malta, archaeological items in Afghanistan's Kabul Museum, the painting of the *Imagen del Señor de los Milagros* in Lima (Peru), Bernardino Luini's works in the Louvre, paintings by Bonampak in Mexico, and the neo-Hittite sculptures of Karatepè in Turkey. The Institute's reputation also grew as a result of a particular link with ICCROM (International Centre for Conservation and Restoration of Monuments) an inter-governmental organism set up by UNESCO in 1956 to study and develop restoration methodologies, with headquarters in Rome since 1959, of which the ICR is a permanent member of the executive council.

Thanks to the friendship which developed at that time between Cesare Brandi, Doro Levi, director of the Italian School of Archaeology at Athens, and Giuseppe Tucci, chairman of the Italian Institute for the Middle and Far

tergovernativo istituito dall'UNESCO nel 1956 per lo studio e lo sviluppo delle metodologie di restauro, con sede a Roma dal 1959, del cui consiglio generale l'ICR è membro permanente.

Grazie al sodalizio che si instaurò allora fra Cesare Brandi, Doro Levi, storico direttore della Scuola archeologica italiana di Atene e Giuseppe Tucci, presidente dell'Istituto italiano per il Medio ed Estremo Oriente (ISMEO), si svilupparono proficui rapporti di collaborazione con le missioni della scuola archeologica italiana in Grecia e Turchia e attraverso l'ISMEO, in Oriente. Anche nel decennio successivo sotto la direzione di Pasquale Rotondi si mantenne viva questa tradizione, pensiamo ai restauri delle tele di Caravaggio di Malta e di Nancy, accresciuta anche della nuova componente legata alla formazione dei restauratori. Questo approccio sarà una presenza costante nella maggior parte delle principali iniziative che si svilupperanno nei decenni successivi fino a oggi, con alcuni casi di maggiore rilevanza come quello rappresentato dalla costituzione del Centro di Restauro a Xi'an in Cina e del Malta Center for Restoration presso Villa Bighi.

Il progetto del centro per la conservazione di Xi'an (1995-1998) è stato il primo esempio di esportazione all'estero del modello formativo dell'ICR. Creato a Xi'an, nella provincia dello Shaanxi, nel 1995, nell'ambito di un progetto promosso dalla Cooperazione Italiana allo Sviluppo (DGCS) del Ministero degli Affari Esteri (MAE), affidato all'ISMEO con la supervisione scientifica dell'ICR, il *Centro di Formazione per la Conservazione ed il Restauro del Patrimonio Storico-Culturale della Cina Nord-Occidentale* fu dotato di laboratori scientifici, di restauro e servizi per un totale di 1.200 metri quadrati, attrezzati con le più moderne tecnologie, e strumentazioni allora d'avanguardia.

La rilevanza e l'unicità dell'esperimento condotto a Xi'an consistono nel fatto che fu realizzato un istituto composto dagli stessi comparti di cui era costituito l'ICR italiano, compresi laboratori scientifici e caratterizzato dalla centralità della sezione didattica, avviata attraverso un programma di formazione di durata biennale. Il corso di restauro sui materiali ceramici e sui metalli, caratterizzato da una gamma di discipline coerente con l'impostazione didattica dell'ICR, permise a venti giovani restauratori cinesi, provenienti dalle province del nord-ovest della Cina, di conseguire una solida preparazione interdisciplinare. Un progetto analogo, ma ancor più vicino al modello formativo brandiano si attuò a Malta, dove negli anni 1999-2000 fu realizzato un centro del restauro a somiglianza

East (ISMEO), close links of collaboration were established with the missions of the Italian school of archaeology in Greece and Turkey, and through ISMEO, in the Middle East and Far East. The following ten years under the direction of Pasquale Rotondi saw the restoration of Caravaggio's works in Malta and in Nancy (France), while the Institute gained a new dimension linked to the training of restorers. This approach was a constant feature of the main initiatives that took place in the following years up to the present, with some cases of major significance such as setting up the Centre for Restoration in Xi'an, China, and the Malta Centre for Restoration at Villa Bighi.

The project for the Conservation Centre of Xi'an (1995-1998) was the first example of exporting ICR's training model abroad. Set up in Xi'an, in the province of Shaanxi, in 1995, within the framework of a project promoted by Italian Cooperation for Development (DGCS) of the Ministry of Foreign Affairs (MAE) under ISMEO with scientific supervision by the ICR, the *Xi'an Center for the Conservation and Restoration of the Cultural Property of Northwest China* was equipped with scientific laboratories, restoration workshops and services for a total of 1,200 square metres, using the most up-to-date technologies and instrumentation available at that time.

The project conducted in Xi'an was important because the institute had the same departments as the Italian ICR, including scientific laboratories, and was characterised by the centrality of the didactic function through training programmes lasting two years. The restoration course on ceramics and metals, covering a range of disciplines similar to the didactic programmes of the ICR in Italy, enabled twenty young restorers, from the provinces in the north-west of China, to acquire a solid interdisciplinary preparation. A similar project, even closer to the Brandi training model, took place in Malta between the years 1999 and 2000, when a restoration centre was set up resembling the Italian ICR, equipped with specialised restoration laboratories, scientific laboratories and a permanent school for training restorers.

As part of a cooperation agreement promoted by the Italian Ministry of Foreign Affairs in favour of Heritage Malta, this project was a good example of supporting and strengthening cultural institutions in Malta, by creating an organisation with its own institutional features, now called the *Institute of Conservation and Management of Cultural Heritage*. The extraordinary fact was that in Malta the first four-year degree course in



Entrata al Centro per la Conservazione e il Restauro di Xi'an (Shaanxi) in Cina
Entrance gate to the Xi'an Center for Conservation and Restoration of Cultural Property of Northwest China.

Malta – Kalkara. Veduta del Malta Centre for Restoration presso l'ex ospedale inglese di Villa Bighi. Progetto realizzato nell'ambito del IV Protocollo Italia-Malta (MAE).
Malta – Kalkara. View of the Malta Centre for Restoration in the premise of the ex british hospital (Villa Bighi). Project set up in the framework of the Fourth Italy-Malta Agreement (MAE).

dell'ICR dotato di laboratori specialistici di restauro, di laboratori scientifici e di una scuola per la formazione permanente dei restauratori. Nato all'interno di un accordo di cooperazione promosso dal Ministero per gli Affari Esteri a favore di Heritage Malta, esso rappresenta un valido esempio di supporto e rafforzamento delle istituzioni maltesi dei beni culturali, essendo mirato alla creazione di un organismo, poi divenuto un ente con una sua propria fisionomia istituzionale, oggi chiamato *Institute of Conservation and Management of Cultural Heritage*. Il fatto straordinario fu che a Malta, nel 2000, in anticipo rispetto a quanto avvenuto in Italia, grazie a un accordo con l'Università del paese, decollò il primo corso

restoration was launched in 2000, thanks to an agreement with the university, some years ahead of Italy. Four specialisation courses were set up – dealing with archaeological materials, paper items, textiles and paintings – under the supervision of the ICR for the first two years, with three experts from the Italian Institute on the Board of Governors and the Board of Studies as well as the direct contribution of several scientific experts and restorers from the ICR in the study programme.

Many other initiatives took place in developing countries with widely differing priorities. In these cases, the strategies of intervention in the various countries focused on activities aimed at strengthening the knowledge and skills of local operators, including employees of museums and cultural heritage departments, through theoretical and practical training courses, structured in various modules, but of short duration. These courses followed the same methodological criteria characterised by an interdisciplinary approach to restoration based on the interaction between science and history.

The main international initiatives in this sector included a course for *Operators in the field of architectural restoration* held in Argentina (2003-2004) with teaching worksites at the Colon Opera House and the ex-Institute of Biology in Buenos Aires; a course on restoring archaeological mosaics from the Roman period, stored in museums, which was organised in Algeria, at Djemila (2003); a training course on the restoration of stone surfaces held in Ethiopia at the time when Italy returned the stele of Axum to Ethiopia (2006).

Moreover, a distinction should be drawn between initiatives for technical-scientific consultancy aimed to restoration projects and activities, such as a training course in the late 1980s on restoring wall paintings forming part of the work on the Monastery of San Mosè the Abyssinian at Nebek in Syria (end of '80 of 20th century); a training course held in Beijing (2005), part of an agreement between the Palace Museum of the Forbidden City and the Italian Ministry of Cultural Heritage regarding a project to restore the Taihedian (Hall of Supreme Harmony); consultancy for the conservation of the cave paintings at Ajanta and the bas-reliefs in the Ellora caves in India (2005-2007). More recent interventions include: a project in Iran at Bam to restore Tower no 1 of the Citadel (project completed in 2012) and work currently in progress, in Jordan to restore the wall paintings of



Luoyang (Provincia dello Henan, Cina). Cantiere di conservazione sullo scavo archeologico di Nanshi (2004) Progetto finanziato dalla Direzione Generale per la Cooperazione allo Sviluppo del MAE.

Luoyang (Henan Province, China). Teaching worksite of Conservation on archaeological excavation at Nanshi (2004) Project funded by the Directorate General for Development Cooperation (MAE).



Luoyang (Provincia dello Henan, Cina). Laboratorio di restauro sul campo presso l'area archeologica di Nanshi (2004) Progetto finanziato dalla Direzione Generale per la Cooperazione allo Sviluppo (MAE).

Luoyang (Henan Province, China). Restoration laboratory during worksite at Nanshi (2004). Project funded by the Directorate General for Development Cooperation (MAE).

di laurea in restauro di durata quadriennale. Metodologie, programmi formativi e modalità di gestione della scuola furono ricalcate su quelle dell'ICR. Furono avviati quattro corsi specialistici: carta, materiali archeologici, tessuti e dipinti. La supervisione dell'ICR fu assicurata nei primi due anni di avvio della scuola dalla partecipazione di tre esperti dell'Istituto italiano nel comitato di gestione (Board of Governors) e nel consiglio didattico della scuola e dal contributo diretto di alcuni esperti scientifici e restauratori dell'ICR alla didattica.

Le altre numerose iniziative si sono sviluppate all'interno di realtà e paesi in via di sviluppo con priorità differenziate. In questi casi le strategie di intervento hanno privilegiato attività volte a rafforzare, nei vari paesi, le capacità degli operatori locali, dipendenti di musei e direzioni generali per il patrimonio culturale, attraverso programmi formativi teorico-pratici mirati, strutturati in vari moduli, ma di durata breve. Questi corsi mantengono però il medesimo impianto metodologico di fondo, caratterizzato da un approccio al restauro di carattere interdisciplinare basato sull'interazione fra scienza e storia.

the Qusayr 'Amra and in Libya on the mosaics and plasterwork of the Roman villa at Silin.

The experience gained through the project at the Forbidden City in Beijing, apart from being an important occasion for both parties to study and work together, was also a significant occasion for the students of ISCR's Advanced Training School who worked alongside Chinese restorers on the worksite set up at the Taihedian.

Teaching worksites for the students of the Institute's school were set up since 1967 on restoring paintings of the National Gallery of Ireland in Dublin, and continued along the years on restoring wall paintings by Perez D'Aleccio in Villegas Chapel in Lima (1990), on restoring wall paintings in the sacristy of the church of Our Lady of Loreto in Lisbon (1996-1998), on restoring the small wooden theatre, dating from the 18th century, located in the official residence of the Italian Embassy in Paris (1998-1999). Again in Beijing between 2004 and 2007, the Institute provided expert advice for a training programme funded by Italian Cooperation for Development (DGCS-MAE), and organised by ISIAO, held at the Sino-Italian Training



Pechino,(Cina). Sino-Italian Training Center all'interno della Chinese Academy of Cultural Heritage. Corso di formazione per il restauro della ceramica condotto da ISIAO(2004). Progetto finanziato dalla Direzione Generale per la Cooperazione allo Sviluppo (MAE). Beijing, Sino-Italian Training Center inside the premises of the Chinese Academy of Cultural Heritage. Training course on restoring ceramics carried out by ISIAO (2004). Project funded by the Directorate General for Development Cooperation (MAE).



Bam, Iran. Restauro della torre n. 1 della Cittadella. Progetto finanziato dal Ministero per i Beni e le Attività Culturali. Bam, Iran. Restoration works of the tower n° 1 of the Citadel. Project funded by Ministry of Cultural Heritage and Activities.

Fra i principali interventi internazionali in questo settore vanno ricordati il corso per operatori nel campo del restauro architettonico che si è svolto in Argentina (2003-2004) con cantieri didattici effettuati presso il Teatro lirico Colon e l'ex Istituto Biologico Argentino di Buenos Aires; il corso per il restauro dei mosaici archeologici di età romana conservati nei musei, effettuato in Algeria, a Djemila (2003); il corso di formazione sul restauro delle superfici lapidee realizzato in Etiopia in occasione della restituzione da parte dell'Italia della stele di Axum (2006). Bisogna inoltre distinguere le iniziative legate a consulenze tecnico-scientifiche per la messa a punto e la realizzazione di progetti e interventi di restauro: il corso di formazione sul restauro dei dipinti murali, collegato al restauro del Monastero di San Mosè l'Abissino presso Nebek in Siria (fine degli anni '80 del '900); il corso di formazione che ha avuto luogo nel 2005 a Pechino, frutto di un accordo fra il Palace Museum della Città Proibita e il Ministero per i Beni e le Attività Culturali italiano riguardante il progetto di restauro del Taihedian (Sala della Suprema Armonia); la consulenza per la conservazione delle grotte dipinte di Ajanta e dei bassorilievi delle grotte di Ellora in India

Center, set up at the Chinese National Institute for Conservation of Cultural Properties (now the Chinese Academy of Cultural Heritage). Arrangements were made for specialised courses on restoring stone materials, archaeological metal items, the conservation of archaeological sites and architectural monuments; in addition, three restoration worksites were set up at Luoyang in the Henan province, at the archaeological site of Nanshi, at the group of caves in Longmen and in the Gilda Shanshaan. The main aim of the initiative was to help improve, as quickly as possible, the technical, scientific and methodological levels of the restorers already working at museums and institutions spread over the whole Chinese territory.

All the training initiatives took place alongside projects to modernise the laboratories in terms of plants and technologies, in order to make them more suitable for carrying out restoration projects and teaching courses. Special consideration should be given to projects carried out in areas at risk of war. The serious damage to the cultural heritage caused by the wars in Iraq, Afghanistan and the Balkans, focused attention on the need to take steps to safeguard vandalised objects which risk being lost for ever. We



Pechino, (Cina). Ambasciata Italiana, intervento di restauro sulle opere d'arte dipinte. Collaborazione con i restauratori della Chinese Academy of Cultural Heritage (2011).
Beijing. Italian Embassy, restoration intervention on painted works of art.
Cooperation with restorers of the Chinese Academy of Cultural Heritage (CACH).



Pechino,(Cina). Città Proibita, Padiglione della Suprema Armonia, cantiere scuola per il restauro del legno dipinto. Test di pulitura e gruppo di lavoro italo-cinese (2005).
Beijing. Forbidden City, Taihedian Pavillon, teaching worksite on wood painting restoration: the Italo-chinese team.

(2005-2007); i più recenti interventi, a Bam in Iran per il restauro della torre n. 1 della Cittadella, completati nel 2012; gli interventi ancora in corso in Giordania per il restauro dei dipinti murali del Qusayr 'Amra e in Libia sui mosaici e gli intonaci della villa romana di Silin.

L'esperienza condotta presso la Città Proibita a Pechino, oltre a essere stata per entrambe le parti un'importante occasione di studio e lavoro comune, ha costituito una significativa esperienza formativa per gli stessi allievi della Scuola di Alta Formazione dell'ISCR che hanno lavorato fianco a fianco con i restauratori cinesi nel cantiere operativo allestito presso il Taihedian. Cantieri didattici per gli allievi della scuola dell'Istituto sono stati organizzati fin dal 1967, all'epoca del primo intervento di restauro sui dipinti della Galleria Nazionale d'Irlanda a Dublino, e sono ripresi a partire dagli anni '90, a Lima per il restauro dei dipinti murali di Perez d'Aleccio nella Cappella Villegas (1990), a Lisbona per il restauro dei dipinti murali della sagrestia della chiesa di N.S. di Loreto (1996-1998), a Parigi per il restauro del teatrino ligneo del XVIII secolo situato nella residenza dell'ambasciata italiana (1998-1999). Sempre a Pechino dal 2004 al 2007 l'Istituto ha contribuito con i propri esperti alla realizzazione di un programma di formazione sostenuto finanziariamente dalla Cooperazione allo Sviluppo italiana e realizzato dal-

should not forget the damage suffered by archaeological items held in the Museum of Baghdad, belonging to the Mesopotamian civilisation, and the large statues of Buddha in Bamiyan, destroyed by the Taliban in Afghanistan.

The urgency to protect the cultural heritage at risk was also the occasion for organising theoretical and practical training programmes aimed at improving the knowledge and skills of the personnel working in local museums and teaching the staff a different approach to conservation.

Training courses in the framework of didactic-worksites have been carried out in the Near East and the Middle East: in Iraq at the Museum of Baghdad, where the reconstruction of the restoration laboratories, seriously damaged in the 2003 war, was accompanied by urgent conservation work on archaeological items of different typologies and in Afghanistan, at the Museum of Kabul where restoration work was carried out in 2004 on statues in shale. Similarly in the Balkans: at Peč in Kosovo, where a course was held in 2002 on restoring wall paintings in tempera and a didactic-worksite was organised in the mosque of Bairakly and in Serbia, where a course on restoring panel paintings was organised, in particular regarding a panel by the artist Palma the Elder, kept in the Museum of

l'Istituto Italiano per l'Africa e l'Oriente (IsIAO) che si è svolto presso il Sino-Italian Training Center, costituito presso il China National Institute for Cultural Properties. Sono stati impiantati corsi specialistici di restauro sui materiali lapidei, i metalli archeologici, la conservazione dei siti archeologici e dei monumenti architettonici e condotti tre cantieri di restauro a Luoyang nello Henan, nel sito archeologico di Nanshi, presso il complesso delle grotte di Longmen e nella Gilda Shanshaan. L'obiettivo principale dell'iniziativa era quello di contribuire a migliorare in breve tempo il livello tecnico-scientifico e metodologico dei restauratori già attivi presso musei e istituzioni distribuite nell'intero territorio nazionale cinese.

Tutte le iniziative formative messe in atto sono state in genere sempre associate a progetti di ammodernamento dei laboratori di restauro, dal punto di vista impiantistico e tecnologico, in modo di creare ambienti adeguati allo svolgimento degli interventi di restauro e alla didattica.

I gravi danni al patrimonio culturale causati dalle guerre scoppiate in Iraq, in Afghanistan, nei Balcani, hanno posto l'attenzione sulla necessità di effettuare interventi di salvataggio del patrimonio vandalizzato e a rischio di perdita. Ricordiamo i danni subiti dai manufatti archeologici appartenenti alle civiltà mesopotamiche nel Museo di Baghdad, dalle statue dei grandi Buddha di Bamian, distrutte dai talebani in Afghanistan.

L'urgenza di soccorrere il patrimonio culturale a rischio è stata dunque l'occasione per la realizzazione di programmi formativi teorico-pratici volti a migliorare le conoscenze del personale dei musei locali e a insegnare loro un differente approccio conservativo.

Corsi di formazione sul tipo del cantiere-scuola sono stati condotti nel Vicino e Medio Oriente: in Iraq presso il Museo di Baghdad, dove il riallestimento dei laboratori di restauro danneggiati gravemente dalla guerra del 2003 è stato accompagnato da interventi conservativi d'urgenza su manufatti archeologici di varia tipologia e in Afghanistan, nel Museo di Kabul dove nel 2004 sono stati condotti interventi di restauro sulle statue in scisto. Allo stesso modo si è operato nei Balcani: a Peč in Kosovo, dove nel 2002 si è tenuto un corso sul restauro della pittura murale a tempera e realizzato un cantiere-scuola nella moschea di Bairakly e in Serbia, dove è stato organizzato un corso di restauro dei dipinti su tavola e in particolare sulla tavola opera di Palma il Vecchio del Museo di Belgrado. Questi casi hanno permesso di impostare una rete di rapporti con le autorità locali che ha costituito la premessa per successivi e organici progetti, so-



Museo del Cairo, (Egitto). Progetto di cooperazione per il rafforzamento dei Musei egiziani(MAE - Direzione Generale per la Cooperazione allo Sviluppo). Corso di formazione sul restauro del legno dipinto.

Museum of Cairo,(Egypt). Cooperation project for the strenghtening of Egyptian Museums. Project funded by the Directorate General for Development Cooperation (MAE). Training Course on Wood painting restoration (2008).

Belgrade. These programs led to setting up a network of contacts with the local authorities which constituted the premise for subsequent projects funded by the head office of Italian Directorate General for Development Cooperation (DGCS) of the Ministry of Foreign Affairs (MAE), in Iraq where training courses are currently in progress for the personnel of the *Iraqi*

stenuti finanziariamente dalla Direzione Generale per la Cooperazione allo Sviluppo (DGCS) del MAE, sia in Serbia, sia in Iraq, dove sono ancora in corso programmi di formazione del personale dell'Iraqi Institute for the Conservation of Antiquities and Heritage di Erbil e a Baghdad, sul restauro e la conservazione degli avori, dei metalli archeologici e dei materiali librari. In particolare, degno di menzione è il progetto per la costituzione di un Centro del Restauro, recentemente realizzato a Belgrado. Nell'ambito di questa iniziativa sono stati attivati nel 2011 otto corsi specialistici di restauro: sulla conservazione preventiva nei musei, la documentazione fotografica e il rilievo, il restauro dei dipinti su tela, dei dipinti murali archeologici, dei materiali metallici, dei materiali lapidei, dei materiali tessili, di conservazione integrata nelle aree archeologiche, diretti al personale dipendente dei principali musei della Serbia, della Macedonia e della Bosnia. Sono stati allestiti inoltre tre laboratori di restauro: dei dipinti, dei metalli e dei tessuti per una superficie di circa 400 mq, ricavati all'interno di un edificio nel centro della città.

Sempre con fondi provenienti dalla DGCS del MAE è stato invece sviluppato in Egitto, presso il Museo del Cairo, un progetto, destinato non solo ai restauratori ma anche ai curatori dei musei e ai bibliotecari (2007-2008). Uno dei principali problemi da affrontare in simili circostanze, in cui si parte da una situazione formativa eterogenea e differenziata, è rappresentato dalla necessità di fornire ai discenti nuovi strumenti conoscitivi di carattere sia teorico che pratico, basati sull'acquisizione anzitutto di un linguaggio e di un metodo di lavoro comune e condiviso da tutti.

La condivisione di un lessico scientifico diviene la necessaria premessa all'apprendimento, ma da solo non basta ad assicurare il successo di una iniziativa formativa se questa non è accompagnata dalla capacità di rapportarsi e di saper parlare a culture differenti, operando una necessaria operazione di mediazione culturale.

Institute for the Conservation of Antiquities and Heritage in Erbil and in Baghdad, on the restoration and conservation of ivory objects, on archaeological metals and book materials, and also in Serbia where it is worth mentioning the project for establishing a restoration centre recently completed in Belgrade. As part of this initiative, eight specialised courses were organised in 2011 -on restoration and preventive conservation in museums, on photographic documentation and drawings, on restoring paintings on canvas, on archaeological wall paintings, metal items, stone materials, textiles, on the integrated conservation of archaeological areas-, specifically for the personnel of the main museums in Serbia, Macedonia and Bosnia. Moreover three restoration laboratories were set up for paintings, metal objects and textiles, covering an area of about 400 square meters, constructed inside a building in the city centre.

A project was carried out in Egypt at the Museum of Cairo – again funded by the DGCS of the Italian Ministry of Foreign Affairs – not only for restorers but also for museum curators and librarians (2007-2008). Here, as in other projects, the personnel had widely differing backgrounds and experience. One of the main problems to be faced in similar circumstances, where the starting point is a heterogeneous and differentiated training situation, is the need to provide students with new instruments of knowledge based on theory and practice, and on the acquisition of a shared language and working method.

A common scientific language is a necessary premise for learning, but alone it is not enough to ensure the success of a training initiative, this must be accompanied by the ability to communicate with different cultures, with an essential operation of cultural mediation.

Bibliografia

- G. PROIETTI (a cura di), *L'eccellenza del restauro italiano nel mondo*, Catalogo della mostra, Roma novembre-dicembre 2005, Roma 2005.
M. MICHELI, ZHAN CHANFA (a cura di), *La Conservazione del Patrimonio culturale in Cina, storia di un progetto di cooperazione*, Roma 2006.
M. MICHELI, *L'attività dell'ICR all'Estero negli anni '50*, in C. BON VALSASSINA (a cura di), *Omaggio a Cesare Brandi nell'anno del Centenario della nascita*, Atti delle giornate di studio, Roma 18-19 ottobre 2006, Roma 2006, pp. 181-187.
M. MICHELI, *Il Restauro Italiano all'Estero*, "Economia della cultura", 2008, 2, pp. 181-191.

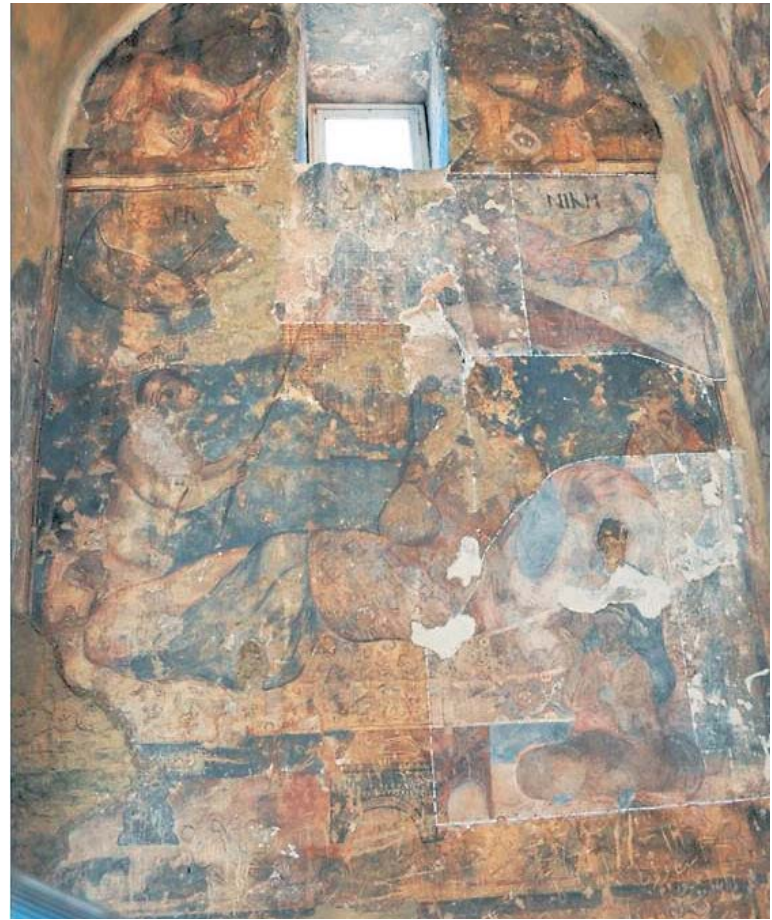


Axum, (Etiopia). Corso di formazione per il restauro e la manutenzione della pietra (2006).

Axum, Ethiopia. Training course on restoration and maintenance of stone artefacts.

Qusayr 'Amra, Giordania. Restauro dei dipinti murali di età Omayyade. Parete sud dell'ala ovest con test di pulitura sui dipinti murali (sopra). Esterno dell'edificio (sotto).

Qusayr 'Amra, Jordan. Restoration of the Omayyade wallpaintings. The south wall of the west aisle, cleaning test on paintings (above). View of the building (under).







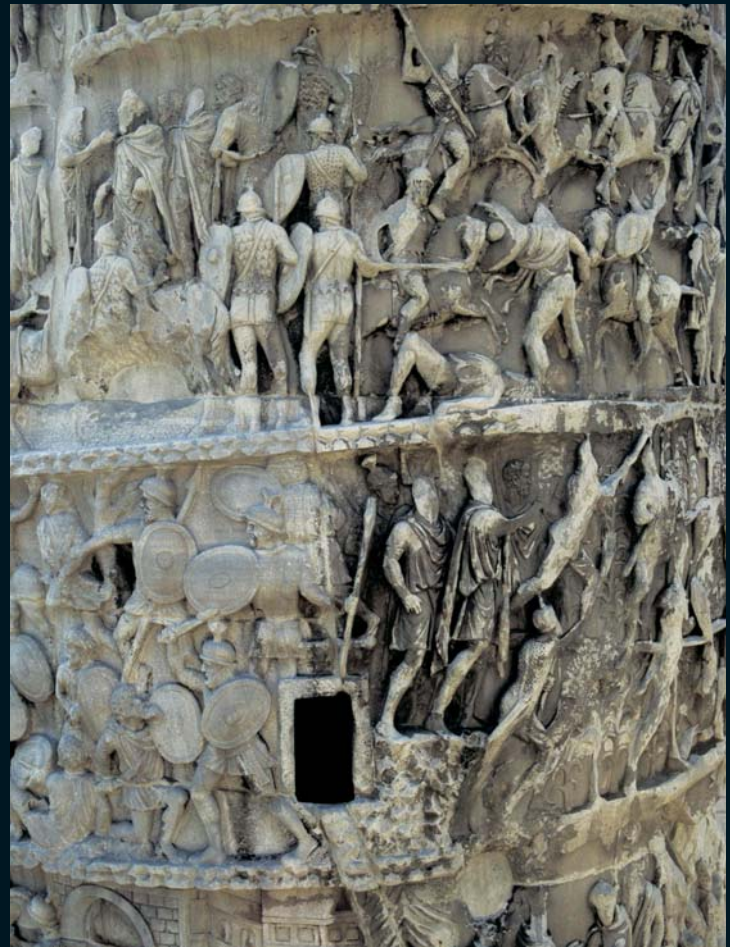
La conservazione
e il restauro dell'architettura

*Conservation and restoration
of architecture*

**Il degrado dei monumenti all'aperto:
studio degli effetti dell'inquinamento urbano**

Deterioration of outdoor monuments: the
effects of urban pollution

Annamaria Giovagnoli, Annamaria Pandolfi, Giuseppina Fazio



L'ISCR lavora, fin dagli anni '80 del Novecento sul tema degli effetti nocivi dell'inquinamento del patrimonio storico-artistico esposto all'aperto, sia sul fronte della ricerca scientifica sia su quello delle modalità operative da adottare per il restauro. In seguito alla percezione della gravità dello stato di conservazione in cui versavano molti monumenti delle città italiane, questo tema assunse progressivamente carattere di emergenza, tanto da coinvolgere diverse istituzioni e centri di ricerca e dare luogo alla progettazione di campagne di restauro importantissime, come quella che riguardò i principali monumenti archeologici romani. Per sviluppare sempre di più le conoscenze acquisite in occasione dei restauri che da quel momento sono stati condotti, l'interazione fra i monumenti esposti all'aperto e l'ambiente urbano inquinato costituisce tuttora un importante campo di studio.

Lo sviluppo su scala mondiale delle attività industriali, l'urbanizzazione e il conseguente aumento della popolazione e del traffico veicolare hanno, infatti, provocato l'immissione in atmosfera di sostanze particolarmente dannose per i materiali costitutivi dei monumenti.

Sebbene il degrado di un manufatto inizi subito dopo la sua realizzazione, la velocità con cui procede dipende da fattori sia naturali che antropogenici. Questo processo è progressivo e irreversibile anche se i tempi e le modalità di impatto si diversificano in funzione di differenti variabili, generali e particolari, tra le quali principalmente sono da considerare il tipo di materiale e l'agente fisico-chimico coinvolto. È ovvio, che per ogni tipo di pietra la manifestazione e la pre-

Since the 1980s, the ISCR has been dealing with the harmful effects of air pollution on outdoor historical-artistic heritage, not only in terms of scientific research but also regarding the operative procedures to be applied during the restoration interventions .

Following the perception of the serious conservation condition of many monuments in Italian cities, this issue took gradually an emergency nature involving various institutions and research centers, and led to plan significant restoration campaigns such as those regarding the main archaeological monuments in Rome. To more develop and increase the knowledge acquired from restoration interventions already carried out, the interaction between the outdoor monuments and the polluted urban environment still remains an important field of study. Worldwide development of industrial activities, urbanisation and the consequent population and vehicle traffic increasing have caused the emission into the atmosphere of substances that are particularly harmful for the constituent materials of monuments.

Although the deterioration of an object begins immediately after the manufacturing process has been completed, its rate depends on many factors both natural and anthropogenic one.

This process is gradual and irreversible even though the timing and the impact differ according to several variables, general and particular, amongst which the most important are the type of material and the physical and chemical agents involved. It is obvious that, for each kind of stone, the development and presence of deterioration attributable to air pollution is different – it will be more widespread and serious on marble and calcareous stone, indirect on stone with a silicate matrix such as granite and porphyry, less on very porous stone. What's more, this convergence of factors also includes: exposure, climate, micro-climate, prevailing winds, topographic context, morphology, the presence or otherwise in the architecture of primary sheltering features (roof coverings, frames, plasterwork, etc) as well as the regularity and efficiency of the maintenance programs.

Colonna Antonina, Roma (180-193 d.C.) dettaglio dei rilievi raffiguranti le battaglie dell'esercito romano guidato da Marco Aurelio contro i Sarmati e i Marcomanni. Annerimento differenziale causato dalla diversa esposizione della superficie lapidea rispetto alla circolazione dell'aria e alla pioggia.

Antonina Column, Rome (180-193 AD) details of spiral reliefs depicting roman army led by the Emperor Marcus Aurelius against Sarmatian and Marcoman tribes. Differential blackening caused by the different exposure of the stone surface versus the air circulation and the rain.



Effetti disgreganti delle croste nere su una scultura di marmo.
Crumbling effects caused by black crusts on a marble sculpture.



Formazione di croste nere dendritiche su un dettaglio scultoreo di travertino.
Dendritic black crusts forming on a sculptured detail in travertine.

senza del degrado attribuibile all'inquinamento atmosferico è diverso: sarà più esteso e diffuso su marmi e pietre calcaree; indiretto su quelle a matrice silicatica, come graniti e porfidi, minore infine sulle pietre molto porose.

Inoltre, in questa convergenza di fattori incidono anche: l'esposizione, i venti prevalenti, il clima, il microclima locale, il contesto topografico, la morfologia del manufatto, la presenza o meno nell'architettura degli elementi di protezione primari (coperture, infissi, intonaci, ecc.) nonché la cadenza e le modalità delle pratiche manutentive. Non ultimo elemento valutativo è la storia conservativa dell'opera, delle trasformazioni subite nel corso del tempo, anche in rapporto all'uso, nonché l'eventuale presenza di difetti di origine che possono aver determinato cause intrinseche di vulnerabilità.

In questo quadro è fondamentale il ruolo che gioca l'acqua, perché essa rappresenta il mezzo nel quale avvengono principalmente le reazioni di trasformazione sia delle sostanze aggressive, sia dei substrati lapidei che costituiscono i manufatti di interesse storico-artistico esposti agli agenti esterni; inoltre essa porta al dilavamento e al conseguente smaltimento dei prodotti di reazione favorendo il completamento del processo di danno.

La presenza di acqua allo stato liquido sulle superfici dei materiali porosi favorisce reazioni di tipo chimico che comportano non solo il degrado diretto del materiale ma anche l'inglobamento delle particelle sospese negli strati di neoformazione; sono proprio questi ultimi che modificano colore, forma e rugosità della superficie provocando, tra le altre cose, alterazioni vistose di carattere estetico.

Lo studio del fenomeno è dunque molto complesso per la difficoltà di isolare i vari fattori di degrado interagenti.

Gli inquinanti pericolosi e loro provenienza

Sotto il nome di inquinanti atmosferici sono comprese molte specie di composti chimici; questi possono essere, infatti, organici o inorganici, allo stato

Also important is the items conservative history, the transformations it has undergone over time in relation with its use, as well as the possible presence of defects of origin which may have led to intrinsic causes of vulnerability.

In this broad picture, the role played by water is absolutely crucial because it is the medium where most of the reactions take place, transforming not only the aggressive substances into pollutants but also the stone substrates that make up the body of historical-artistic monuments exposed to external agents; in addition, water tends to wash out the chemical reaction products favoring thereby the completion of decay process.

The presence of water in the liquid state on the surface of porous materials leads to reactions of a chemical type causing not only direct deterioration of the material but also the absorption of the suspended particulate matters in the newly-formed layers of altered material; and are just these altered layers that modify colour, shape and roughness of the surfaces causing serious problems including considerable alterations of an aesthetic nature.

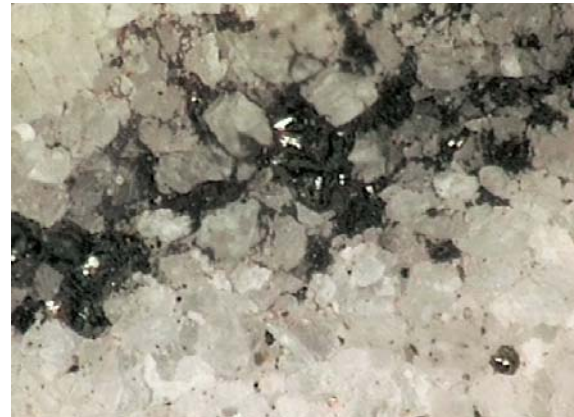
Studying air pollution phenomena the real difficulty is therefore to isolate each interacting deterioration factors .

Dangerous pollutants and their sources

The category of atmospheric pollutants includes many chemical compounds; they can be organic or inorganic, in liquid or solid state (absorbed on atmospheric particles) or in a gaseous state. The most important gaseous pollutants, or rather those that are found in largest quantities in the atmosphere, are the carbon oxides (CO and CO₂), sulphur dioxide (SO₂) and nitrogen oxides (NO_x); in industrial areas other gaseous pollutants such as hydrochloric acid, nitric acid and hydrogen sulphide (HCl, NH₃, H₂S) could be founded. At the same time, atmospheric particulate matter plays an important role in the degradation process, since they are the main cause of the blackening that takes place on surfaces exposed to the air.



Depositi superficiali neri.
Black crusts on surface.



Formazione di croste nere all'interno del materiale lapideo.
Black crusts inside stone materials.

liquido e solido (adsorbiti sul particolato atmosferico) oppure allo stato gassoso. Gli inquinanti gassosi più importanti ovvero quelli che si trovano in maggior quantità in atmosfera, sono gli ossidi di carbonio (CO e CO₂), di zolfo (SO₂) e di azoto (NO_x); in aree industriali si possono trovare anche altri inquinanti gassosi come l'acido cloridrico, nitrico e solforico (HCl, NH₃, H₂S). Parallelamente il particolato atmosferico gioca un ruolo fondamentale nel processo di degrado, esso rappresenta, infatti, la principale causa di annerimento delle superfici esposte all'aperto. Del particolato si distinguono diverse frazioni, in particolare il PM10, il PM2.5 e il PM1 con particelle di diametro aerodinamico rispettivamente inferiori a 10 μ, 2.5 μ e 1 μ (un milionesimo di centimetro).

Tra le sostanze inquinanti, quelle considerate maggiormente aggressive sono: *Biossido di carbonio* (CO₂): l'anidride carbonica è un componente naturale dell'atmosfera e non è generalmente considerato un inquinante. In questi ultimi anni la concentrazione di CO₂ è andata costantemente aumentando a causa dell'intensificarsi dei processi di combustione di combustibili fossili, adottati nel riscaldamento domestico e nei processi industriali. I manufatti lapidei di tipo calcareo o le arenarie a cemento calcareo sono sensibili alla presenza di acqua leggermente acidulata a causa della CO₂, che provoca effetti di dissoluzione della matrice costitutiva.

Composti dello zolfo (SO_x): lo zolfo è un elemento relativamente abbondante e che ha un ruolo importante nei cicli biogeochimici. Nell'atmosfera è presente principalmente come anidride solforosa (SO₂), acido solfidrico (H₂S) e solfati (SO₄⁼²) presenti negli aerosol. Le principali sorgenti antropogeniche dello zolfo sono i processi di combustione che riguardano i combustibili solidi e liquidi fossili (carbone e petrolio) e i processi di fusione di minerali non ferrosi. In tutti questi processi lo zolfo, contenuto come impurezza o come solfuri, viene ossidato a biossido di zolfo (SO₂). La presenza del biossido di zolfo nell'atmosfera è la causa principale dei processi di solfatazione (formazione

Atmospheric particulate matter is divided into various fractions conventionally named PM10, PM2.5 and PM1 with particles of aerodynamic diameters respectively less than 10μ, 2.5μ and 1μ (one millionth of a centimetre).

Amongst the pollutants those considered more aggressive are:

Carbon dioxide (CO₂); a natural component of the atmosphere, not generally considered a pollutant. However, in recent years, the concentration of CO₂ has been constantly increasing due to expanding combustion of fossil fuels, used for domestic heating and in industrial processes.

Stone objects of the calcareous or sandstone type are particularly sensitive to the presence of slightly acidic water caused by absorbed CO₂, which tends to dissolve the stone matrix.

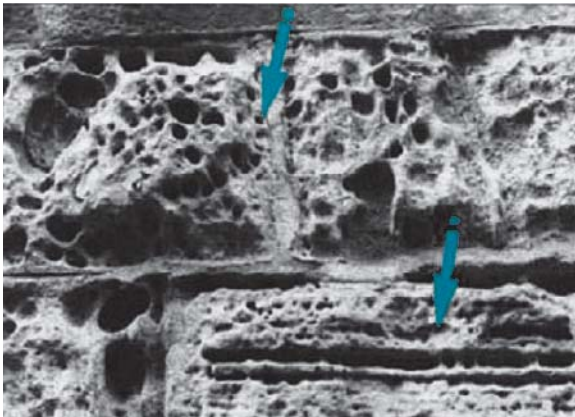
Sulphur compounds (SO_x); sulphur is a relatively abundant element which plays an important role in biological, geological and chemical cycles. Sulphur is present in the atmosphere mainly as sulphur dioxide (SO₂), hydrogen sulphide (H₂S) and sulphates (SO₄⁼²) present in the aerosol.

The main sources of sulphur, produced by human activity, are the combustion processes of solid and liquid fossil fuels (coal and petroleum) and the fusion of non-ferrous minerals. In all these processes, the sulphur, contained as impurities or as sulphides, is oxidised to sulphur dioxide (SO₂). The presence of sulphur dioxide in the atmosphere is the main cause of sulphation processes (production of gypsum = calcium sulphate dihydrate, easily washed out by rain) affecting the stone materials and bronzes, surfaces leading to degradation and the partial loss of surface material of work of art.

Nitrogen oxides (NO_x); the term oxides of nitrogen refers to all the compounds of nitrogen and oxygen in various states of oxidation; these are formed in combustion processes at high temperatures.

In general, these compounds oxidise in the atmosphere to nitric acid (HNO₃) which has a corrosive action when deposited on the surface of materials.

Atmospheric particulate matter (in particular the carbon particles produced by



Erosione.
Erosion.



Annerimento.
Blackening.

di gesso = solfato di calcio biidrato facilmente dilavabile dalle piogge), che interessano principalmente le superfici dei materiali lapidei e bronzei e che portano alla degradazione e alla parziale perdita del materiale superficiale dell'opera.

Ossidi di azoto (NOx): con il termine di ossidi di azoto si intendono tutti i composti tra l'azoto e l'ossigeno nei vari stati di ossidazione; questi si formano in tutti i processi di combustione ad alte temperature. In generale gli ossidi di azoto si ossidano nell'atmosfera ad acido nitrico (HNO_3) che esplica la sua azione corrosiva depositandosi sulle superfici dei materiali.

Il particolato atmosferico (in particolare le particelle carboniose prodotte dalla combustione di combustibili fossili) può depositarsi e quindi danneggiare, in forme più o meno gravi, tanto i manufatti lapidei esposti all'aperto, quanto bronzi, quadri e affreschi collocati in condizioni più protette. Possono rientrare in questa definizione anche gocce d'acqua di soluzioni o sospensioni acquose, mescole di particelle fini solide o liquide in sospensione nell'aria, originate dalla dispersione in atmosfera di materie solide o liquide (ad esempio temporali di polvere o spray marino) oppure dalla condensazione di gas (ad esempio nelle emissioni industriali). È possibile trovare nell'atmosfera particelle carboniose di dimensioni variabili (da inferiore al μm fino a 5-10 μm); queste sono per lo più dovute alle emissioni da impianti per il riscaldamento domestico a olio combustibile. Questo tipo di particelle di dimensione variabile sono state spesso ritrovate quali componenti delle croste nere che ricoprono i monumenti, soprattutto di quelli esposti all'azione degli indicati agenti esterni di deterioramento.

Le sostanze che sono in grado di deteriorare un'opera quindi possono provenire ed essere emesse da fonti diverse, in particolare:

1) *processi di combustione* in ambito industriale e domestico che generano inquinanti aeriformi, quali anidride carbonica, biossido di zolfo, particelle carboniose;

the combustion of fossil fuels) can be deposited and can therefore damage, more or less seriously, not only stone items exposed to the air, but also bronzes, paintings and frescoes located in more sheltered settings. This definition can also include water drops of solution or aqueous suspensions mixtures of fine particles, solid or liquid, in suspension in the air, originated by dispersion in the atmosphere of solid or liquid materials (for example, dust storms or marine spray) or by the condensation of gas (for example, in industrial emissions).

The atmosphere can contain carbon particles of varying dimensions (from less than $1 \mu\text{m}$ to 5-10 μm); essentially due to emissions from plant for oil-fired domestic heating. This type of particle of varying dimensions has often been found as a component of the black crusts covering monuments, especially those exposed to the action of external deterioration agents.

Therefore, substances which cause deterioration of artwork can be emitted by various sources, in particular: *combustion processes* in industrial and domestic surroundings generating airborne pollutants such as carbon dioxide, sulphur dioxide, carbon particles; *traffic* (emitting carbon, nitrogen and sulphur oxides, as well as particulate dust from attrition of road surfaces, from worn tyres, and unburned hydrocarbons); *industrial processes* in manufacturing and waste combustion, emitting fumes of organic solvents into the atmosphere together with sulphur dioxide, chloride acid, nitrogen oxides, unburned hydrocarbons and particulate.

Impact of pollutants on materials

The deposition of particulate matter on works of historical-artistic interest is not just a simple phenomenon of absorption, but also a transformation since the particulate is cemented by a physical-chemical process that includes the deposition of a water film and chemical reactions between the material and



Roma, Via Petroselli. Prospetto della Casa dei Crescenzi durante le fasi di pulitura delle croste nere.
Rome, via Petroselli. Prospectus of Casa dei Crescenzi during cleaning treatments of black crusts.



Arco di Settimio Severo, Foro Romano (203 d.C.). Particolare del fornice centrale con annerimento sulla volta a botte.
Arch of Septimius Severus, Roman Forum (203 AD). Detail of the barrel vault of the central arch.

2) *traffico veicolare* (produzione di ossidi di carbonio, azoto e zolfo, particolato, polveri provenienti dall'usura di manti stradali, di pneumatici ed idrocarburi incombusti);

3) *lavorazione dei manufatti* in processi industriali e combustioni dei rifiuti che immettono nell'atmosfera vapori di solventi organici, anidride solforica, acido cloridrico, ossidi di azoto, idrocarburi incombusti e particolato.

Azione ed effetti degli inquinanti sul materiale

La deposizione sulle superfici delle opere di interesse storico-artistico del particolato non costituisce un semplice fenomeno di assorbimento, ma anche di trasformazione in quanto le polveri vengono cementate da un processo fisico-chimico che include la deposizione di un velo d'acqua e reazioni chimiche fra il materiale e gli acidi contenuti in questa soluzione corrosiva. Reazioni che possono avvenire oltre che in superficie progressivamente anche negli strati più profondi.

Una delle manifestazioni di degrado più evidenti nei materiali lapidei in opera è la presenza sulle superfici di zone scure, le cosiddette croste nere, normalmente ubicate nelle zone protette dalla pioggia e dalla azione dell'acqua in forma di aerosol. Le croste nere sono il risultato di una cementazione di depositi superficiali che prendono una colorazione che va dal grigio al nero; possono avere forme e spessori differenti: da semplici stratificazioni incoerenti di polveri, a depositi superficiali propriamente detti, poco coerenti, ma abbastanza aderenti al supporto, a incrostazioni omogenee, molto compatte e fortemente ancorate al substrato. Si manifestano, di solito, come delle sottili pellicole uniformi, che ricoprono la pietra mantenendone la morfologia originaria; ma anche, in forma dendritica soprattutto nelle zone più riparate, di spessore variabile o in forma di grani irregolari.

Un manufatto, a differenza di un sistema biologico non è dotato di meccanismi di smaltimento o di eliminazione delle sostanze inquinanti con le quali

the acids contained in this corrosive solution. Reactions that can take place both on the surface and in the deeper layers.

One of the most visible signs of deterioration on stone materials is the presence of dark zones on the surface, also known as black crusts, normally located in areas sheltered from the rain and the action of water vapour in aerosol form.

Black crusts are the result of a cementation of surface deposits that take on a colouring ranging from light grey to pitch black; of different shapes and thickness, they may take the form of simple stratifications of loose powder, or surface deposits, still quite loose but adhering to the stone surface, or real homogeneous incrustations, very compact and strongly anchored to the substrate.

They usually appear as uniform thin films covering the stone while maintaining the original morphology; but also in a dendritic form, especially in sheltered areas, of varying thickness or as irregular grains.

Unlike a biological system, a stone object does not have mechanisms for disposing the polluting substances with which it comes into contact. For this reason, stone objects become covered with an accumulation of extraneous materials in a short time. The alterations due to environmental factors can be attributed to three main mechanisms:

- erosion, the loss of stone material, stinky linked to gaseous pollutants ;
- blackening, caused by deposits of carbon particles;
- physical stress, determined by climatic and microclimatic factors.

If black crusts form on the parts of monuments sheltered by the rain, the more exposed parts are subject to washing-out phenomena through the action of acid rain caused by the presence in the atmosphere of carbon dioxide and sulphur dioxide. Acid rain dissolves calcium carbonate, a substance found in different types of stone, and leaves crystals behind. The crystals grow and create cracks in the stone. As a result, such areas appear consumed and eroded, notably weakened and looking like fragile plaster.

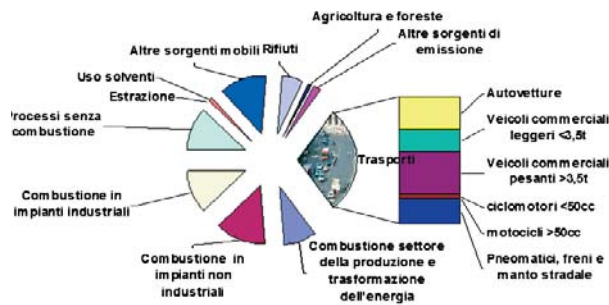


Grafico delle sorgenti di emissione degli inquinanti. Graphic scheme of pollutant sources.



Misure dell'annerimento delle superfici con lo spettrofotocolorimetro. Measurement of surface blackening using spectrophotometer.

viene a contatto. È infatti per tale ragione che si assiste su un manufatto in breve tempo all'accumulo di sostanze estranee. Le alterazioni osservate riconducibili ai fattori ambientali sono attribuibili a tre meccanismi principali:

- l'erosione, cioè la perdita di materiale lapideo, strettamente correlato agli inquinanti di tipo gassoso;
- l'annerimento, determinato dal deposito delle particelle carboniose;
- lo stress fisico, determinato da fattori climatici e microclimatici.

Se nelle parti dei monumenti non battute dalla pioggia si formano le croste nere, quelle più esposte sono soggette al dilavamento, causato dalle piogge acide, per la presenza in atmosfera di anidride carbonica e anidride solforosa. Queste aree appaiono quindi consumate, erose, con un aspetto gessoso e fortemente infragilite.

Sebbene, come detto, l'effetto dell'inquinamento sia molto più severo per le opere esposte all'aperto, tuttavia gli inquinanti non agiscono solo su queste, ma penetrano anche all'interno dei nostri musei, alterandone la qualità degli ambienti e causando danni anche sulle opere che riteniamo preservate perché collocate in contesti protetti.

Su molte opere d'arte custodite nei musei, benché non esposte direttamente all'aria aperta sono, infatti, evidenti i danni causati dagli inquinanti atmosferici: erosione e scolorimento dei dipinti, sfibratura e opacizzazione dei tessuti, rigonfiamenti del legno, annerimento dei marmi, fragilizzazione e polverizzazione superficiale delle pelli sono alcuni degli effetti che particolato, ozono e gas acidi provocano sugli oggetti conservati negli ambienti museali.

Accanto agli interventi di restauro e manutenzione, indispensabili per fronteggiare gli effetti dannosi indotti dallo stato attuale dell'inquinamento, l'attuazione di politiche virtuose volte a ridurre il più possibile tali agenti di degrado, sulla base di progetti organici e responsabili, potranno rallentare i processi di alterazione con conseguenti benefici per la conservazione del nostro patrimonio storico artistico, per la salute e per il risparmio di risorse.

As mentioned earlier, even though the effects of air pollution are much more serious on works on outside, nevertheless pollutants do not act only on them – they can also penetrate in the museums altering the indoor air quality and causing damage to works that were judged to be safe, precisely because they were kept in protected environments.

Many works of art kept in museums, despite not being exposed directly to the air, show obvious signs of decay caused by pollutants: erosion and discolouring of paintings, weakened fibres and opaqueness of textiles, swelling of wood, blackening of marble surfaces, fragility and surface powdering – these are some of the effects that suspended particulate matter, ozone and acid gases cause on objects exposed in museums.

Beside the restoration and maintenance interventions which are indispensable to deal with the harmful effects caused by the current state of polluted urban environment, it is evident that policies aimed at reducing as far as possible the concentration of such harmful agents, on the basis of comprehensive and well-organised projects, would certainly slow down the processes of alteration with consequent benefits for the conservation of the historical and artistic heritage, improving the overall condition and saving resources at the same time.

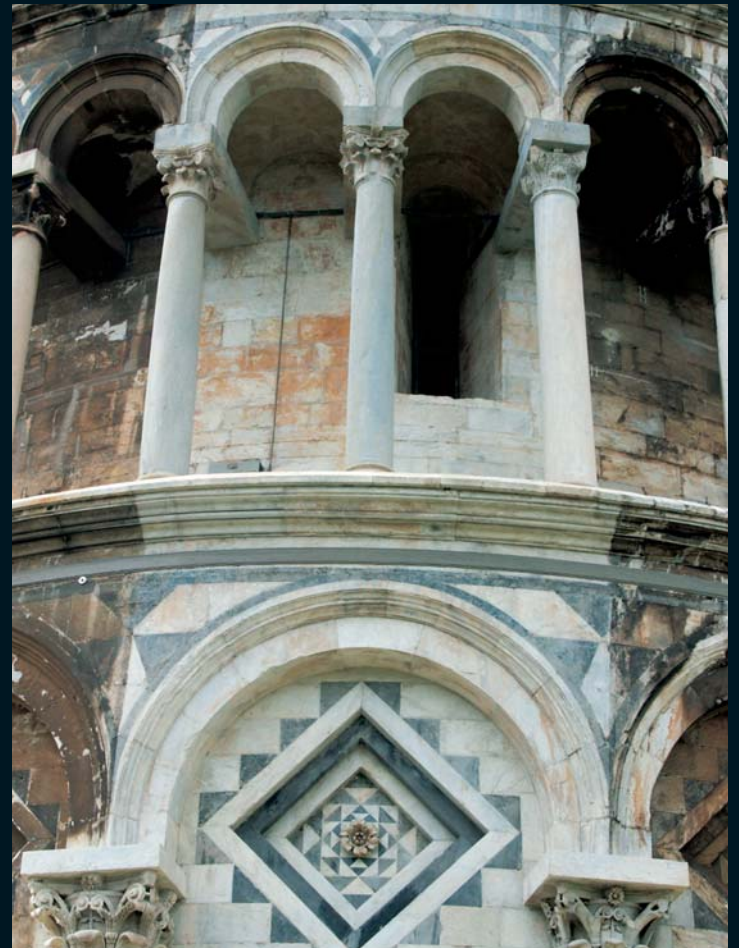
Bibliografia

- A. MONTANARI, P. PETRAROIA, *Città inquinata, i monumenti*, Roma 1989.
- F. GUIDOBALDI, A.M. MECCHI, *Corrosion of ancient marble monuments by rain: evaluation of pre-industrial*, The International Conference on Acidic Deposition, Glasgow 1990.
- F. DE SANTIS, I. ALLEGRINI, *Heterogeneous reaction of SO₂ and NO₂ on carbonaceous surfaces*, "Atmospheric Environment", 1992, 26A, No 16, pp. 3061-3064C.
- C. SABBIONI, *L'aerosol atmosferico e il degrado dei monumenti in pietra*, in *Conservazione del patrimonio culturale*, Accademia Nazionale dei Lincei, Roma 1994.
- C. SABBIONI, N. GHEDINI, M. MACCHIAROLA, *Deposizione atmosferica di zolfo e carbonio sui monumenti in pietra di Roma*; in Atti della 5ª Giornata di Scienza della Terra e dell'Archeometria, Bari 19-20 febbraio 1998, Bologna 1998, pp. 141-144.
- A. GIOVAGNOLI, M. MARABELLI, *Influence of Marine Aerosol on Calcareous Stones Decay*, "Art 099", Roma, 1999.
- R. BUGINI, M. LAURENZI TABASSO, M. REALINI, *Rate formation of black crusts on marble. A case study*, "Journal of Cultural Heritage", 1, 111-11, 2000.
- P. BONANNI, R. DAFFINÀ, R. GADDI, A. GIOVAGNOLI, V. SILLI, M. CIRILLO, *L'impatto dell'inquinamento atmosferico sui beni di interesse storico-artistico esposti all'aperto*, Rapporto APAT, 2006.
- A. BONAZZA, P. MESSINA, C. SABBIONI, C.M. GROSSI, P. BRIMBLECOMBE, *Mapping the impact of climate change on surface recessions of carbonate buildings in Europe*, "Science of the Total Environment", 407, pp. 2039-2050, 2009.
- P. BRIMBLECOMBE, C. GROSSI, *The bibliometrics of atmospheric environment*, "Atmospheric Environment", 43, 9-12, 2009.
- M. LAURENZI TABASSO, L. LAZZARINI, *Il restauro della pietra*, Torino 2010.

Il restauro delle superfici lapidee della Torre di Pisa

Restoring the stone surfaces
of the Tower of Pisa

Gisella Capponi, Sabina Vedovello



La Torre di Pisa è un monumento reso famoso dalle sue sfortunate vicende costruttive che le hanno conferito una geometria anomala che continua a destare stupore richiamando l'attenzione di tantissimi visitatori che in modi pittoreschi tentano di contrastare la sua pendenza.

La costruzione della Torre ha inizio il 1° agosto del 1173: durante il primo anno si realizza la fondazione e il primo ordine, nei successivi quattro anni la struttura raggiunge il quarto ordine. Nel 1178, per motivi non documentati, i lavori si interrompono; riprenderanno solo tra il 1272 e il 1278 per arrivare alla costruzione del settimo ordine intorno al 1301. Ancora una interruzione e tra il 1360 e il 1370 si completa la costruzione realizzando la cella campanaria dove si attua una forte correzione della pendenza raggiunta dalla Torre verso sud realizzando nel piano di calpestio quattro gradini a nord e sei a sud.

Il paramento del campanile è costituito da 29.424 conci. Le superfici lapidee hanno uno sviluppo pari a 7.735 metri quadrati. Sulla torre sono presenti 207 capitelli e altrettante basi e colonne composte anche di più parti. Le scale sono composte da 273 gradini.

L'esterno della Torre presenta in corrispondenza del basamento, un'alternanza di semicolonne addossate e geometrie bicrome ottenute alternando conci di differenti tipi di pietra

Ai piani successivi dal II al VI, il corpo centrale della Torre è circondato da loggiati. Per ogni loggiato sono presenti trenta colonne. Al VII ordine troviamo una geometria più complessa per la presenza dei grandi archi che si aprono sul vano interno; la cella campanaria infine è caratterizzata anch'essa da archi e da aperture che ospitano le campane. Tre piccole scale, due delle quali di forma elicoidale, permettono di raggiungere il camminamento anulare sulla sommità della cella campanaria.

Le pietre di cui è costituita la Torre provengono per la maggior parte da cave prossime a Pisa situate nell'area dei Monti Pisani e dei Monti d'Oltre Serchio. Il marmo di San Giuliano è la pietra che costituisce gran parte della struttura

The Leaning Tower of Pisa is a monument made famous by its unfortunate construction history which gave it an anomalous structure which continues to amaze the many visitors who come to see it.

The erection of the tower began on 1 August 1173; during the first year, the foundations were laid and the first order of columns was constructed; over the next four years, the structure reached the fourth order. In 1178, for reasons that are not recorded, work was interrupted; it began again between 1272 and 1278 reaching the construction of the seventh order around 1301. Yet another interruption, then between 1360 and 1370 the construction was completed with the bell-chamber which included a marked correction against the Tower's lean towards the south – the floor has two more steps on the south side than on the north side

The stone facing of the tower is made up of 29,424 ashlar blocks. The stone surfaces cover an area of 7,735 square metres. The tower has 207 capitals and the same number of bases and columns, some of which are in several parts. The stairways are made up of 273 steps.

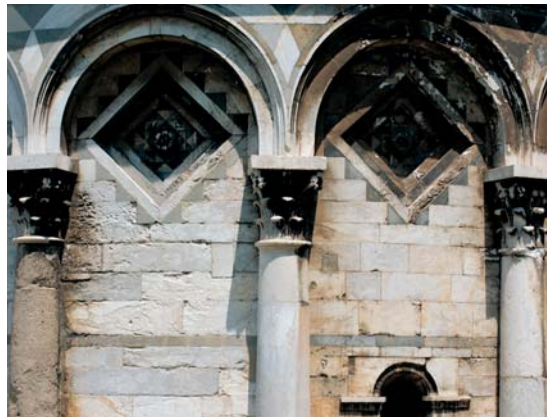
At the tower's lower level, the first order consists of half-columns separated by a geometrical pattern in two colours obtained by using alternating blocks of different types of stone.

On the higher floors, from the second to the sixth order, the central column of the tower is encircled by loggias. Each loggia has thirty columns. At the seventh order, we find a more complex geometry due to the presence of large arches opening into the hollow core of the tower; finally, the belfry also has arches together with the openings for the bells. Three small stairways, two spiral, give access to the circular walkway on top of the belfry.

Most of the stone which the tower is made of comes from quarries close to Pisa situated in the areas of the *Monti Pisani* and the *Monti d'Oltre Serchio*. A large part of the tower's structure is made from San Giuliano marble, while grey limestone from Filettole was used to make the darker ornamental bands. By the end of the 1980s the 58.4 metres tall Tower had a 10% lean, and the



Dopo il restauro.
After
restoration.



Croste nere e
disgregazione dei
materiali lapidei 1°
ordine.
Black crust and
decay of lithoid
materials 1st level.

della Torre e il calcare grigio scuro di Filettole è stato utilizzato per realizzare le fasce ornamentali scure.

Con i suoi 58,4 metri di altezza e il 10% di pendenza la Torre di Pisa aveva raggiunto alla fine degli anni Ottanta condizioni di rischio tali da consigliarne la chiusura. Giorno dopo giorno le preoccupazioni sulla stabilità della Torre e sui rischi di un collasso fragile delle sue murature aumentarono tanto che il 9 gennaio 1990 la Torre venne definitivamente chiusa al pubblico.

Alla chiusura seguì la nomina di un Comitato di Coordinamento per la Salvaguardia della Torre di Pisa a cui il Governo italiano affidò lo studio e l'esecuzione delle attività necessarie per la messa in sicurezza della Torre. Del Comitato hanno fatto parte, per disposto di legge, esperti di alta qualificazione scientifica: geotecnici, strutturisti, esperti di restauro architettonico, storici dell'arte medioevale, petrografi. All'allora Istituto Centrale del Restauro venne attribuito il compito di collaborare con il Comitato per la redazione del progetto di restauro delle superfici lapidee.

La progressione dell'inclinazione venne subito affrontata dal Comitato e rallentata con un intervento d'urgenza che vide l'apposizione di lingotti di piombo nella parte sopraelevata.

Dopo unici anni di studi, ricerche e lavori viene eseguito tra il febbraio del 2000 e il giugno 2001 un intervento di sottoescavazione con cui si estraggono circa 32 m³ di terreno nella parte sopraelevata della Torre. Si raggiunge così una regressione della pendenza con la riduzione dello strapiombo di 444 mm che restituisce alla Torre margini di sicurezza adeguati tanto che nel giugno del 2001 viene consentita la riapertura al pubblico.

Le attività di studio svolte dal Comitato dal 1990 al 2000 si erano incentrate sugli aspetti geotecnici e strutturali ma non avevano trascurato di considerare il grave stato di conservazione raggiunto dai paramenti lapidei della Torre; indagini di laboratorio, tavole tematiche sulle alterazioni delle super-

level of risk was so high that it was recommended that the structure be closed. Day by day, worries about the tower's stability and the risk of sudden collapse of its walls increased until that the tower was finally closed to the public on 9 January 1990.

Closure was followed by the appointment of a International Committee for the Safeguard of the Leaning Tower of Pisa which was assigned the task by the Italian government of studying and carrying out treatments to make the tower safe. By law, the Committee was made up of highly qualified scientific experts: geotechnicians, structural engineers, experts on architectural restoration, medieval art historians and petrographers. At the same time, the former Istituto Centrale del Restauro was given the task of collaborating with the Committee to draw up the project for restoring the stone surfaces.

Clearly, the Committee's first urgent task was to slow down the tower's ever increasing lean. This was achieved by placing tons of lead ingots on the side away from the lean.

After eleven years (from 1990 to 2000) of studies, research and other tasks, between February 2000 and June 2001 work was carried out excavating soil from under the tower on the side away from the lean. About 32 m³ of terrain was removed from beneath the tower's foundations. This operation slowed the lean and reduced the inclination by 444 mm, providing an adequate of safety margin, and allowing the tower to be opened to the public again in June 2001.

The studies and surveys carried out by the Committee from 1990 to 2000 focused mainly on geotechnical and structural factors, but also took into consideration the poor condition of the tower's stone surfaces. Laboratory tests, graphic documentation of the types of stone decay, and on-site sample restorations, made it possible to gather the data required to draw up the restoration project which was carried out in the following years by the ISCR. The condition of the surfaces was strongly influenced by the inclination which



Croste nere e disgregazione dei materiali lapidei 1° ordine.
Black crust and decay of lithoid materials 1st level.



Croste nere e disgregazione dei materiali lapidei 1° ordine.
Black crust and decay of lithoid materials 1st level.

fici lapidee, esecuzione di saggi diretti hanno consentito di raccogliere i dati necessari per l'elaborazione del progetto di restauro che è stato realizzato negli anni successivi da parte dell'ISCR.

Lo stato di conservazione delle superfici è risultato fortemente condizionato dall'inclinazione, che accentua il degrado legato all'invecchiamento naturale dei materiali e alla storia conservativa della Torre. Danni alle strutture iniziarono a manifestarsi pochi anni dopo il completamento della costruzione: alla fine del Trecento si devono sostituire quattro colonne. Nel corso degli anni, si succedono numerose sostituzioni di parti lapidee e la messa in opera di catene, staffe e cerchiature.

Esperti geologi hanno curato la caratterizzazione petrografica dei 29.424 conci della Torre dove gli elementi originali, realizzati principalmente con marmo di San Giuliano, sono stati progressivamente sostituiti utilizzando il marmo bianco di Carrara. A oggi, delle 180 colonne dei loggiati solo 45 sono in marmo di San Giuliano.

Gli studi e le indagini sulle interazioni esistenti tra ambiente e manufatto-torre hanno dimostrato come l'erosione, la disgregazione della pietra, la presenza di patine gessose e di incrostazioni calcaree siano da connettere all'impatto delle idrometeorie e alle diverse vie di percolamento dell'acqua. Anche l'afflusso di una grande quantità di visitatori giorno dopo giorno ha lasciato tracce sul monumento come il logorio dei piani si calpestio e delle scale.

Nella zona di sottopendenza, invece, il particellato, che non viene dilavato per l'effetto di autoschermo della Torre stessa, si deposita e causa il formarsi di croste nere. Diffuse lesioni, fratture e i distacchi di frammenti sono testimonianza dei fenomeni di schiacciamento legati all'inclinazione e al maggiore irraggiamento subito da colonne e capitelli. Nelle zone dove maggiore è la presenza di acqua sono attecchiti microrganismi, muschi, licheni e piante infestanti.

amplifies the deterioration due to the natural ageing of the materials and the tower's conservation history. Damage to the structure began to emerge only a few years after the tower's completion – in the late 14th century four columns were replaced. Over the years, many stone pieces have been replaced and reinforcements using chains, bars and cramps were fitted.

Expert geologists have identified all the different types of stone used in the tower's 29,424 blocks: over the years, the original blocks, mainly San Giuliano marble, have gradually been replaced with white Carrara marble. Currently, out of the 180 columns of the loggias, only 45 are in San Giuliano marble.

Surveys and tests on the interactions between the environment and the tower have shown that erosion, the decay of the stone, the presence of sulphate patinas and limestone incrustations are connected to the impact of rain water and the various ways it flows off the tower.

Also the large number of visitors day after day over the years has left its mark on the monument such as the worn floors and steps.

On the tower's leaning side, however, atmospheric particles are not washed away since they are sheltered by the tower and deposit forming black crusts. Widespread cracks, fractures and detached pieces are evidence of the crushing effect on columns and capitals due to the inclination of the tower and the increased exposure to the sun's heat. In areas where water is often present, there is growth of micro-organisms, moss, lichens and higher plants.

Historical studies and scientific surveys have been accompanied by a long and complex process of mapping and graphic representation of the various forms of alteration. Digital processing with a GIS designed specifically for the tower's conservation, also known as the *Akira Leaning Tower*, has made it possible to manage this mass of data. Therefore it is possible to visualise and quantify the full extent of the types of damage: black crusts, for instance, cover an area of 1,968 m², located mainly on lower orders of the south side; stone disaggregation, most evident in the upper parts of the north and south



Corrosione, croste nere e disgregazione dei materiali lapidei.
Corrosion, black crust and decay of lithoid materials.



Corrosione, croste nere e disgregazione dei materiali lapidei.
Corrosion, black crust and decay of lithoid materials.

Gli studi storici e le indagini scientifiche sono stati affiancati da un lungo e complesso lavoro di mappatura e di restituzione grafica delle diverse forme di alterazione. La gestione informatizzata di questi dati, all'interno di un GIS elaborato appositamente per la conservazione della Torre denominato *Akira Leaning Tower* ha permesso la gestione dell'imponente quantità di dati raccolti. Si è così potuta visualizzare e quantificare l'estensione dei danni: la crosta nera, ad esempio, si estende su 1.968 m², localizzata principalmente sul lato sud negli ordini inferiori; la disgregazione, più importante nelle zone superiori dei lati nord e sud, interessa 2.086 m²; le fessure si estendono per 8.658 m e la situazione più grave si ha sul terzo ordine.

Le metodologie per il restauro sono state individuate sulla scorta dei risultati delle indagini e sull'esperienza diretta acquisita in un cantiere di studio e di progetto svolto nel 2000, su un grande tassello realizzato nella zona sud-est tra il primo e il secondo ordine.

Sono stati considerati idonei e necessari all'intervento conservativo: 11 sistemi di pulitura, 5 prodotti per il consolidamento, 18 tipi di malta per la stuccatura e trattamenti specifici: per i metalli, per la rimozione di gomme e scritte. Interventi graduali, sempre controllabili affidati a restauratori specializzati, vengono alternati e adeguati alle diverse situazioni: puliture con acqua atomizzata, impacchi solventi, rimozione micromeccanica, uso del laser, consolidamenti della pietra per impregnazione localizzata o per immersione; nuove sigillature per fessure, fratture e giunti tra i blocchi, differenziate secondo litotipo ed esposizione.

Una attenta revisione delle operazioni eseguite nel cantiere di studio, localizzate e quantificate per estensione, messe a confronto con le diverse forme di degrado delle superfici, hanno consentito di individuare il rapporto esistente tra la tipologia di danno e la tecnica dell'intervento conservativo permettendo di quantificare i costi del restauro dell'intera superficie.

Il restauro ha assunto come linea guida la volontà di mantenere sui para-

sides, involves 2,086 m²; cracks extend for 8,658 metres and the most seriously affected area is on the third order.

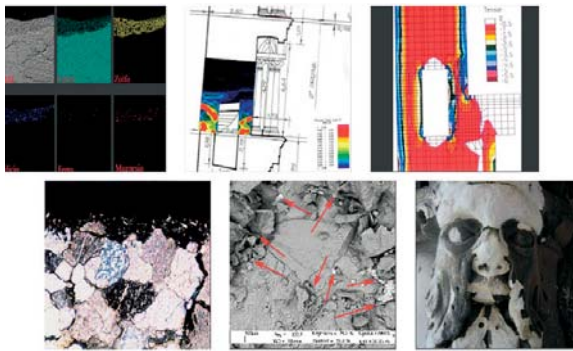
The methodologies for restoration were chosen on the basis of surveys and direct experience acquired through a project study worksite conducted in the year 2000, on a large area on the south-east side on the first and second orders.

The following were considered suitable and necessary for conservation purposes: 11 cleaning methods, 5 consolidation products, 18 types of mortar for fillings, while other procedures involved treatments for metals and for removing traces of chewing gum and graffiti.

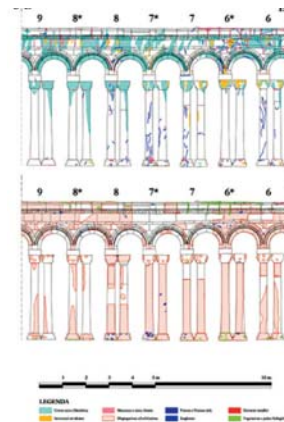
Treatments were gradual and controlled and entrusted to specialised restorers for the various situations. The methods were alternated and adapted to each specific situation, and involved cleaning with atomised water, solvent poultices, micro-mechanical cleaning, laser cleaning, consolidation of stone by localised impregnation or by immersion; new fillings for cracks, fractures and joints between blocks, each one different according to the type of stonework and its exposure to the elements.

A careful review of the operations carried out on the worksite, including their locations and the size of areas involved was compared with the various forms of deterioration identified on the surfaces. This data enabled us to identify the relationship between a type of damage and particular conservation treatments, making it possible to calculate the total restoration cost for the whole surface of the tower.

The basic guideline for the restoration was that the stone surfaces of the ancient campanile should maintain the various signs left by significant events which have taken place in the past, thereby respecting the historical and material values of the work while at the same time making the work as legible as possible in keeping with the current level of wear of the surfaces. The project was based on well-established criteria in the field of conservation and



Studi delle varie forme di degrado delle superfici lapidee.
Study of the various forms of stone deterioration.



Esempio di mappatura nel sistema informatico Alira GIS Server *Leaning Tower*.
Example of mapping in the Akira GIS Server *Leaning Tower*.

menti dell'antico campanile il repertorio dei segni lasciati dagli eventi significativi che si sono verificati nel tempo, rispettando i valori storici e materici dell'opera e recuperando un livello di leggibilità commisurato anche agli attuali livelli di usura delle superfici. Il progetto si è basato su criteri di metodo da tempo acquisiti nel campo della conservazione e del restauro del patrimonio culturale e che individuano nel *minimo intervento* il criterio guida degli interventi conservativi che devono essere compatibili, reversibili.

Si sono volutamente privilegiati metodi che, a parità di efficacia, consentono al restauratore di operare in modo controllato, graduale e selettivo nel rimuovere i prodotti di alterazione o nel raggiungere un livello sufficiente di riduzione del disturbo visivo in presenza di situazioni non idonee.

La presenza sul cantiere di restauro delle superfici lapidee di restauratori specializzati, formati presso la scuola dell'ICR, al termine di una formazione basata sul restauro di dipinti murali, tele e tavole o materiali archeologici costituiva la garanzia necessaria per poter affrontare con sicurezza le complesse problematiche conservative dei materiali lapidei.

Ma la possibilità di attuare il progetto poneva ancora un interrogativo: come raggiungere le superfici e consentire l'allestimento del necessario cantiere? Alle difficoltà dell'intervento sulle superfici si sommarono le complesse problematiche connesse all'incidenza che le strutture di servizio potevano avere nei confronti delle condizioni strutturali della Torre, sensibile anche alla presenza di mezzi di sollevamento posizionati nelle sue vicinanze.

Cosa fare? Ci è venuta in aiuto la tecnologia utilizzata per le biciclette da corsa.

Due ponteggi circolari leggeri in lega di alluminio-zinco-magnesio (Lega Carpentale), utilizzata proprio per i telai delle biciclette da corsa, hanno risolto brillantemente tutti i motivi di criticità presenti nell'utilizzo di strutture tradizionali. I ponteggi hanno cominciato a cingere ordine dopo ordine i loggiati della torre. Il trasferimento dell'ultimo ponteggio anulare a sbalzo intorno ai

the restoration of cultural heritage items, involving as main guidelines the principle of *minimum intervention* involving treatments which are compatible and reversible.

Priority was given to methods which were not only effective but enable the restorer to work in a controlled, gradual way and be selective in what materials are removed or in arriving at an appropriate level of reducing the degree of visual disturbance in spite of situations that were far from ideal.

The worksite for restoring the stone surfaces was staffed by restorers with specialised training in stone restoration from the ICR school, after their courses in in restoration of paintings on walls, canvas and wooden panels, or restoration of archaeological materials. Their presence provided the necessary skills required to safely handle the complex conservation problems of stone materials.

But before starting the project, there was still one major question to be answered –how to reach the outer surfaces of the stone facing and establish a worksite ?

The difficulty of treatment itself was compounded by the complex problems connected with the affect the scaffolding might have on the stability of the tower which was sensitive even to the presence of lifting equipment positioned nearby.

How could we proceed? Help arrived from the technology used for racing bicycles.

Two circular scaffoldings in a lightweight alloy of aluminium, zinc and magnesium (Carpental alloy), used for the frames of racing bikes, brilliantly resolved all the problems that might have arisen using traditional scaffoldings. The ring structures began to encircle the loggias of the tower, order by order. Moving the projecting scaffolding from one loggia to the next was carried out by specialised operators (who were also qualified mountaineers) using safety harnesses and cables to reposition the various parts of the comfortable and functional work platform.



Sottoescavazione.
Underexcavation.



Il cantiere di
progetto.
The project worksite.

loggiati è stato trasferito da piano a piano da operatori specializzati con il brevetto di guide alpine che con l'ausilio di cinture e funi di sicurezza attuano il riposizionamento dei diversi elementi che costituiscono all'interno accoglienti e funzionali piani di lavoro.

Per non sottrarre alla visita dei turisti la Torre la scala interna è stata restaurata di notte suscitando grande curiosità da parte della stampa e delle televisioni di tutto il mondo.

Quando le condizioni del materiale lo hanno consentito si è utilizzata l'acqua nebulizzata, una miscela di acqua e aria a bassa pressione che, protette le parti a rischio, consente attraverso una successiva leggera spazzolatura la rimozione dei depositi. L'approfondimento successivo della pulitura viene eseguito con mezzi puntuali come gli impacchi con soluzioni solventi applicate con diversi supportanti come la polpa di carta e la sepiolite. A seguire l'utilizzo di mezzi meccanici di precisione a cui si ricorre quando le sostanze soprammesse o i prodotti di alterazione che occorre rimuovere non possono più essere solubilizzate chimicamente: si passa all'abrasione con vibroincisori, microsabbiatrici o strumenti ancor più puntuali come il laser. Il laser è l'unico mezzo di pulitura che è possibile adottare in presenza di superfici con forte disgregazione.

Preliminarmente alla pulitura è stato spesso necessario procedere alla messa in sicurezza delle parti disgregate delle pietre. Con sistemi idonei a far penetrare in profondità i prodotti consolidanti (microemulsioni, silicati di etile, nanosilici) si sono trattate le singole zone avendo cura di evitare percolamenti e diffusioni non controllate.

Gravi situazioni di degrado hanno reso impossibile anche questa procedura. È il caso di un gran numero dei capitelli della Torre di marmo di Carrara con situazioni di estrema decoesione del materiale lapideo che hanno sfigurato i preziosi modellati. Dopo la pulitura eseguita esclusivamente con il laser, per il consolidamento dei capitelli è stato realizzato un sistema di immersione to-

The restoration work on the internal staircase was carried out at night, much to the interest of the world's media channels, so as not to interrupt the flow of visitors during the day.

When the condition of the stone allowed it, preliminary cleaning was carried out by first protecting any parts at risk and then lightly brushing with atomised water - a spray of water and air at low pressure - in order to remove loose surface deposits. The second phase of more intensive cleaning involved localised treatments applying poultices (using various supports such as paper pulp or sepiolite) containing various chemical solutions. This was followed by the use of precision mechanical tools when the decay products were no longer soluble chemically and had to be removed by means of mechanical abrasion with pneumatic microgravers, micro-sandblasting and even more accurate instruments such as lasers. Lasers are the only cleaning tools that could be used on surfaces with serious decay.

Prior to cleaning, it was often necessary to consolidate the disintegrated parts of the stones, using appropriate methods to enable the consolidating products (micro-emulsions, ethyl silicates, nano-silicates) to penetrate in depth; individual areas were treated in this way, taking care to avoid excess product flowing or leaking out.

Some very grave situations of deterioration prevented even the use of this procedure. This was the case with a large number of the capitals in Carrara marble suffering from extreme de-cohesion of the stone material, which had disfigured the form and surfaces of the objects. After cleaning, carried out exclusively with lasers, the capitals were consolidated via total immersion, obtained by enclosing each capital in a PVC envelope filled with consolidating agent, tightly bound with bandages similar to those used in orthopaedics. The consolidant used, a nano-silicate, was kept in contact with the surface for six hours, the time required for deep impregnation of the disintegrated marble, giving it an appropriate level of cohesion.



Interventi conservativi sulle geometrie del 1° ordine: intervento di ristabilimento di coesione.
Conservative interventions on geometrical decoration, 1st level: treatment to stabilise the decohesed stone.



Interventi conservativi: pulitura con acqua nebulizzata.
Conservative interventions: cleaning with nebulized water.

tale costruendo intorno a ogni capitello una sacca in PVC riducendone il volume con l'uso di bende analoghe a quelle usate in ortopedia. Il consolidante usato, una nano-silice, è stato mantenuto a contatto con la superficie per sei ore, il tempo necessario al prodotto scelto per impregnare in profondità la pietra disgregata restituendo la necessaria coesione. Il ristabilimento della coesione costituisce l'unica alternativa alla sostituzione delle parti.

Anche le malte sono state conservate integrando quelle presenti, eliminando o riducendo quelle decoese o quelle eseguite con materiali non idonei. Per l'integrazione delle malte sono state formulate diciotto malte di tipo tradizionale, diversificate per tipo e granulometria degli inerti, al fine di ottenere continuità con le malte esistenti o risarcire piccole parti mancanti degli elementi lapidei quando questi costituivano linee di allontanamento dell'acqua. Una gran quantità di studi hanno puntualmente accompagnato il restauro aiutando a comprendere le situazioni più complesse. Prove strutturali sulle colonne dei loggiati sono state eseguite con prove soniche e martinetti piatti, sottili endoscopi hanno analizzato cavità interne alla muratura, indagini chimiche e petrografiche hanno analizzato le forme di degrado per comprenderne le dinamiche; con indagini biologiche si è arrivato al riconoscimento delle colonizzazioni che hanno alterato il colore delle pietre.

I lavori iniziati nel 2003 si sono conclusi nel 2011. Nove anni di lavoro con una presenza media in cantiere di circa 10 restauratori. Accanto ai restauratori hanno lavorato: architetti, ingegneri strutturisti, petrografi, chimici, biologi, storici, archeologici medievisti, fotografi, informatici, disegnatori, geometri, esperti di prove non distruttive, esperti dell'arte campanaria, impiantisti, responsabili della sicurezza.

Lentamente anno dopo anno il paziente e sapiente lavoro dei restauratori ha restituito alle superfici della Torre i valori cromatici delle pietre, l'architettura ha riacquisito la sua originaria percezione. Sono attenuati i segni del degrado e le superfici sono tornate a esibire i progettati valori cromatici ma i

Recreating cohesion was the only alternative to replacing the whole capital or larger piece.

The mortars already present were also conserved if possible, fillings were used for small losses where required, while fragmented or unsuitable mortars were removed and replaced. For this type of integration, 18 different mixes of traditional mortar were used, diversified by type and by the granule size of the inert material, in order to achieve continuity with the existing mortar or to fill in small missing parts in areas exposed to rainwater runoff.

A large number of studies and trials accompanied the restoration project, helping to understand the more complex situations. Structural tests on the columns of the loggias were carried out with ultrasound and flat jacks; small bore endoscopes were used to analyse internal cavities in the masonry; chemical and petrographic surveys were conducted to analyse the various types of deterioration and to understand their processes; and biological studies were carried out in order to establish the type of micro flora colonisation that had altered the colour of the stone.

Restoration of the stone surfaces began in 2003 and ended in 2011: nine years of work with an average daily presence of ten restorers on the worksite. Alongside the restorers were: architects, civil engineers, structural engineers, experts on petrography, chemists, biologists, historians, medieval archaeologists, photographers, computer specialists, graphic artists, surveyors, experts on non-destructive testing, experts on bells, plant engineers, safety and security officers, to name only some.

Gradually, year by year, the patient and skilled work of the restorers revealed the natural colours of the tower's stonework, and the architecture has regained its original visual effect. The outward signs of deterioration have been attenuated and the stonework now has its original colours as far as possible. But no restoration, however well carried out, is eternal – what is needed now is continuous attention and constant maintenance in order to



Interventi conservativi: pulitura meccanica con uso di piccoli strumenti.
Conservative interventions: mechanical removal using micro-tools.



La torre con il ponteggio.
The Tower with scaffolding.

restauri, per quanto ben eseguiti, non sono eterni, solo una continua attenzione e una costante manutenzione potrà permettere alla Torre di continuare a esibire le sue ritrovate preziose bicromie e i suoi straordinari capitelli. Un intervento esemplare sotto il profilo della moderna metodologia di restauro e dell'organizzazione di cantiere reso possibile da una stretta e proficua collaborazione fra lo Stato, per mezzo dell'Istituto Superiore per la Conservazione ed il Restauro e l'Opera della Primaziale Pisana che hanno condiviso le spese e l'organizzazione di un cantiere che è stato condotto secondo i criteri e le metodologie proprie del restauro moderno studiandone l'attuazione in modo da poter consentire a turisti e studiosi di continuare a poter visitare il monumento così celebre in tutto il mondo.

enable the tower to display its recovered two-colour stonework and its extraordinary capitals for years to come.

The whole project was exemplary from the point of view of the restoration methodology and the worksite organisation, made possible by close collaboration between the Italian State, represented by the Istituto Superiore per la Conservazione ed il Restauro, and the *Opera della Primaziale Pisana* (Monumental Works Office) who shared the expenses and the organisation of a worksite which was conducted according to the criteria and methodologies of modern restoration, planning the activities so as to enable tourists and experts to continue visiting one of the most famous monuments in the world.

Bibliografia

G. CAPPONI, S. VEDOVELLO, *Il restauro della Torre di Pisa. Un cantiere di progetto per il restauro delle superfici*, Roma 2000.

S.SETTIS, M. D'ELIA, M.JAMIOLKOWSKI, G. MACCHI, F.VENIALE e C. VIGGIANI (a cura di) *La Torre restituita*, "Bollettino d'Arte", Volume speciale, ed. Istituto Poligrafico e Zecca dello Stato, Roma 2005.



I loggiati del 2°
ordine, dopo il
restauro.
Arches of 2nd
level, after
restoration.



Capitelli, dopo il
restauro.
Capitals after
restoration.

Il restauro delle fontane monumentali

The restoration of historical fountains

Annamaria Pandolfi, Gisella Capponi, Giuseppina Fazio



La conservazione delle fontane comporta aspetti peculiari significativi rispetto agli altri monumenti esposti all'aperto. È la presenza dell'acqua, elemento costitutivo che rappresenta la ragione d'essere di ogni fontana, il fattore aggiuntivo di vulnerabilità per le particolari forme di degrado che induce, tra le quali, in primo luogo: la deposizione di incrostazioni calcaree sulle superfici investite direttamente o indirettamente dall'acqua, che a lungo andare ne deturpano il modellato e la cromia; lo sviluppo copioso di patine di microrganismi vegetali e di piante ruderali; l'erosione, a volte fino alla consumazione, di parti soggette all'azione meccanica, costante e concentrata, di getti d'acqua a pressione, che in rapporto alla geometria dell'opera, hanno un impatto più o meno energetico sulle superfici.

Inoltre i processi di degrado chimico-fisico dei materiali, dovuti agli inquinanti atmosferici, hanno nell'acqua il mezzo principale di accelerazione dei danni poiché tramite questo elemento avvengono le reazioni di trasformazione sia delle sostanze aggressive, sia dei substrati lapidei. L'acqua, ancora, porta al dilavamento dei prodotti di reazione favorendo il completamento di tali processi nocivi. Non trascurabili, infine, i danni dovuti ai tensionamenti interni alla struttura porosa dei materiali costitutivi in relazione alle loro caratteristiche meccaniche e di resistenza al gelo, il quale provoca la formazione di cristalli di ghiaccio con l'aumento del 9% ca. del volume rispetto all'acqua allo stato liquido.

L'impianto idraulico, che costituisce una sorta di *sistema circolatorio* interno alle fontane è anch'esso un fattore di rischio quando non è direttamente ispezionabile dall'esterno, poiché in caso di rotture provoca percolazioni difficilmente sanabili che innescano ulteriori danni a causa delle fuoriuscite improprie dell'acqua.

Come casi esemplificativi vengono proposti in questa sede due restauri di fontane che pur avendo come denominatore comune i problemi conservativi indicati, differiscono, tuttavia, per contesto ambientale, tanto da produrre l'enfatizzazione di forme diverse di alterazione legate a tale condizione.

The conservation of fountains involves particular problems compared to other monuments outdoor exposed. The presence of water, an element that by definition is common to all fountains, represents a factor of added vulnerability due to the particular forms of deterioration it leads to – first and foremost, depositions of calcareous incrustations on the surfaces in direct or indirect contact with the water which disfigure the shape and colour over time; widespread patinas of micro-organisms and other vegetal growths; the sometimes total erosion of parts of the fountain that are subject to the constant and concentrated mechanical action of water jets under pressure which have a greater or lesser impact on the surfaces depending on the fountain's design. Moreover, the processes of chemical and physical deterioration of the materials due to atmospheric pollutants are aggravated by water which is the main accelerator of damaging reactions not only in aggressive substances but also in the stone itself. Further, water generally washes away the remaining deteriorated material thus completing the process of decay.

Another factor contributing towards deterioration is the damage due to stresses within the porous structure of the stone of the fountain in relation to its mechanical characteristics and resistance to freezing (which causes the formation of ice crystals with an increase in volume of about 9% compared to water in the liquid state).

The hydraulics of the fountain constitutes a sort of *circulatory system* within the fountain, but it is also a risk factor when it cannot be inspected from the outside, since internal breakage will lead to leaks which are difficult to repair, and cause further damage due to unplanned water seepage.

This report contains case studies on the restoration of two fountains, both having in common the conservation problems listed above, but differing in their environmental contexts, to the extent that different forms of deterioration were predominant due to their surroundings.



Roma. La Fontana dei Fiumi, dopo il restauro. Rome. The fountain after the restoration treatment.

La Fontana dei Quattro Fiumi a Roma

La Fontana dei Quattro Fiumi in piazza Navona, uno dei monumenti simbolo della città di Roma, situata in ambiente urbano inquinato, subisce, oltre agli effetti dovuti agli agenti di deterioramento già indicati, danni suppletivi proprio in virtù della sua fama e bellezza.

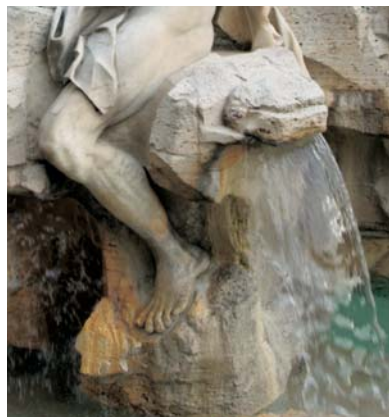
La forza d'urto di un flusso incontrollato e continuo di visitatori la espone, infatti, a un eccessivo *consumo* che determina più elevati rischi antropici, connessi alla probabilità crescente di azioni vandaliche, le cui conseguenze irreversibili, come rotture e amputazioni, sono state troppe volte compiute ai danni del monumento, che ne conserva ancora evidenti le tracce. Solo una vigilanza costante potrà contenere comportamenti di questo tipo.

Cenni storici

La Fontana dei Quattro Fiumi, voluta da Papa Innocenzo X Pamphilj (1644-1655), assunse un ruolo centrale nel programma urbanistico ed edilizio del Pontefice, che individuò in piazza Navona il luogo più rappresentativo per magnificare la grandezza del suo papato.

Gian Lorenzo Bernini ricevette l'incarico della realizzazione del monumento dal papa nel 1648 dopo avergli sottoposto un modello in argento della fontana che venne subito accolto.

Bernini realizzò numerosi disegni e modelli, alcuni dei quali ancora conservati, e per la esecuzione del monumento si avvale di alcuni suoi collaboratori abituali, scultori e scalpellini, ai quali affidò l'attuazione del progetto, sotto il suo diretto controllo. Le statue dei fiumi vennero realizzate da quattro scultori diversi: il Nilo da Giacomo Antonio Fancelli, il Gange da Claude Poussin, il Danubio da Antonio Raggi, il Rio de la Plata da Francesco Baratta. Queste divinità fluviali e gli stemmi papali (eseguiti dagli scalpellini Andrea Appiani e Nicolò Sale), furono realizzati fuori opera e posizionati sulla scogliera, scolpita in opera, che fa da basamento al grande obelisco egizio in granito sor-



Dettaglio del Fiume Danubio: si osservano i danni prodotti dallo scorrere dell'acqua come le incrostazioni calcaree, l'erosione della pietra e le patine biologiche. Danubio river, damages due to the water flow: calcareous incrustations, stone erosion, biological patina.

The Fountain of the Four Rivers, Piazza Navona (Rome)

The 17th century fountain of the Four Rivers in Piazza Navona is one of the symbols of Rome. Situated in the centre of the city with the constant presence of atmospheric pollution, it suffers deterioration not only from the pollutants mentioned above, but also further damage due to its fame as a tourist attraction.

The pressure of uncontrolled and continuous crowds of visitors around the fountain leads to *over-exposure* with high risk of damage caused by people, especially acts of vandalism with irreversible consequences such as breakages and missing pieces: such damage has occurred too many times in the past, and the monument clearly bears the signs of such acts. Only constant vigilance can prevent such behaviour.

Historical background

The Fountain of the Four Rivers was commissioned by pope Innocent X Pamphilj (1644-1655). As one of the focal points in the pope's urban plan for embellishing Rome, it was located in piazza Navona, just across the river from St Peter's, chosen by the pope as the ideal site to celebrate the greatness of his papacy.

Gian Lorenzo Bernini was commissioned by the pope to create the fountain in 1648 after submitting a silver model which was enthusiastically received. He produced numerous designs and models, some of which still exist, and called on his usual collaborators – sculptors and stone masons – to carry out the construction work under his direct supervision.

The four statues representing the rivers were created by different sculptors: the Nile (Giacomo Antonio Fancelli), the Ganges (Claude Poussin), the Danube (Antonio Raggi) and the River Plate (Francesco Baratta).

The river gods and the papal coats-of-arms (sculpted by masons Andrea Appiani and Nicolò Sale) were produced off-site and then positioned on the rocks which were sculpted on-site to form the base for the vast Egyptian



Le complesse operazioni di restauro: la rimozione del calcare con il metodo della micro sabbatura. One of the phase in the elaborate restoration process, the micro-sand blasting cleaning. For the calcareous incrustations removal.



Uno degli animali marini: il *pesce mangia acqua*, funzionale a mantenere costante nella vasca il livello dell'acqua. One of the marine animal: the *water swallow fish*, functional to maintain the water level stable into the basin.

montato da una colomba in bronzo, simbolo di pace e del casato Pamphilj. I cinque pezzi dell'obelisco di Domiziano (81-96 d.C.) giacevano nel Circo di Massenzio da cui vennero trasportati a piazza Navona nel 1648, ricomposti e innalzati sulla scogliera nel 1649.

Il tema iconografico della fontana, pur nella molteplicità e complessità delle interpretazioni, riguarda, in primo luogo, il predominio del papato sul mondo, rappresentato dai quattro principali fiumi che attraversano i continenti allora conosciuti (Europa, America, Africa, Asia).

Il 12 giugno 1651 venne inaugurata la fontana suscitando nel committente e negli osservatori grande stupore e meraviglia, come riferiscono le cronache dell'epoca e i racconti dei viaggiatori.

Si tratta, infatti, di un'opera di sorprendente bellezza che il più autorevole biografo di Bernini, suo figlio Domenico, così descrive: «(...) quella Fonte, che si annovera fra i più riguardevoli ornamenti di Roma, e frà le più meravigliose invenzioni del Mondo (...)».

Nella fontana romana, posta a fulcro di piazza Navona, si fonde, in un sistema perfettamente concluso, la straordinaria ricchezza degli apparati scultorei, connotati da forme dinamiche esaltate dalle suggestioni dell'acqua, con la complessa funzione, staticamente ardita e del tutto efficiente, che essi svolgono nel sostenere il ponderoso obelisco sovrastante, tanto da farne un monumento architettonico a tutti gli effetti, in modo particolare per gli aspetti legati alla tettonica.

La configurazione così articolata dell'opera comporta anche oggi, nonostante l'alto livello tecnologico delle strumentazioni di ripresa disponibili, un'estrema difficoltà di rappresentazione.

Il restauro

La fontana è stata oggetto, negli anni 2006-2008, di interventi di restauro sistematici e integrali progettati e diretti dall'ISCR in accordo con Roma Ca-

obelisk in granite surmounted by a bronze dove, symbol of peace and of the Pamphilj dynasty.

The five pieces of the obelisk from the time of emperor Domitian (81-96 AD), which had been lying in the Circus of Maxentius were transported to Piazza Navona in 1648 and re-assembled and raised above the rock base in 1649. Leaving aside the more complex of the many interpretations, the fountain chiefly represents papal influence around the world, as symbolised by the main rivers from each of the four continents (Europe, America, Africa, Asia) then known.

Onlookers and guests at the fountain's inauguration ceremony on 12 June 1651 were amazed by what they saw, as noted by the chroniclers of the period and in travellers' accounts.

A work of striking beauty which Bernini's most reliable biographer, his son Domenico, described as: "[...] a fountain which numbers among Rome's most notable features, and is amongst the most marvellous creations in the world [...]".

Standing at the centre of Piazza Navona in Rome, Bernini's fountain is a perfectly designed system: the extraordinary richness of the sculptures figures with their dynamic shapes enhanced by the flow of water, achieving the demanding task, daringly conceived yet completely stable, of supporting the massive obelisk rising above it, so successfully that it is a piece of architecture in its own right, especially in terms of the static engineering.

The elaborate design of the fountain means that even with modern highly sophisticated cameras and imaging equipment it is extremely difficult to acquire an image of the monument.

Restoring the Fountain of the Four Rivers

From 2006 to 2008, the fountain underwent a major restoration project designed and conducted by the ISCR in collaboration with city council's *Roma Capitale*



La testa del
fiume Rio de la
Plata.
The head of Rio
de la Plata river.



La testa del fiume
Nilo.
The head of Nile
river.

pitale, proprietaria del monumento, che hanno riguardato, dopo la fase diagnostico-conoscitiva, tutta la parte scultorea del monumento.

A completamento dell'intero restauro, tra il 2010 e il 2011, le operazioni conservative hanno interessato, anche l'obelisco e la colomba bronzea con i suoi ornamenti alla sommità del *pyramidion*.

Il lavoro si è svolto nell'arco di 27 mesi consecutivi e ha impegnato quotidianamente una squadra composta in media da cinque restauratori specialisti nel campo della conservazione dei materiali lapidei, coordinati dal gruppo di direzione lavori dell'ISCR.

In base a un approccio metodologico istituito dall'ICR fin dalla sua fondazione e condiviso nella moderna pratica del restauro, è stato incaricato all'interno dello stesso Istituto un gruppo coordinato di lavoro con competenze multidisciplinari.

Per tenere nella dovuta considerazione le aspettative di chi viene da ogni parte del mondo per vedere la fontana è stata prestata particolare attenzione a favorire il più possibile la fruizione del monumento anche durante i lavori cercando di ridurre al minimo gli impedimenti alla visione dell'opera che ogni restauro inevitabilmente porta con sé. Tra gli accorgimenti adottati, oltre a una recinzione trasparente, il cantiere è stato organizzato in modo che il ponteggio di servizio occupasse alternativamente solo metà della fontana per lasciarne sempre libera e ben visibile una porzione rilevante.

Il cantiere ha preso il via dopo fasi preliminari di ispezioni tecniche, monitoraggio e verifica di metodi di trattamento, al fine di pianificare e realizzare interventi idonei a fronteggiare le specifiche situazioni conservative dei materiali (il marmo bianco per i Quattro Fiumi e i due stemmi papali e il travertino per la scogliera, gli animali terrestri e marini, nonché per la vegetazione), che presentavano forme differenziate e interagenti di degrado, più o meno gravi.

Sulla scorta del progetto elaborato in base ai danni rilevati, il restauro si è articolato in una successione organica di fasi: il trattamento biocida preliminare;

body, the legal owners of the monument. After the preliminary phase of diagnostic surveys, all the sculptured parts of the monument were carefully restored.

On completion of this task, restoration and conservation work was carried out between 2010 and 2011 on the obelisk and the bronze dove with its ornaments at the summit of the *pyramidion*.

The work took 27 consecutive months and involved a team made up of five restorers a day on average, specialised in the field of restoring stone materials, coordinated by ISCR's works supervisory body.

Using a methodology developed by the ICR at the time of its foundation and still employed in modern restoration, a coordinated working group with multidisciplinary skills was set up within the Institute.

Since it was important to take into account the expectations of those who come from all over the world to see the fountain, particular attention was paid to ensuring that it was still visible in spite of the work taking place, reducing to a minimum the visual obstructions that inevitably accompany every restoration project. The steps taken included fencing with transparent panels and organising the worksite so that the scaffolding covered only half of the fountain at a time, so that a substantial part was free of obstructions and always visible.

Restoration began after a preliminary phase of technical inspections, monitoring and testing methods of treatment in order to plan and apply appropriate techniques for the specific conservation problems facing the different materials (white marble used for the statues of the four rivers and the papal coats-of-arms, and travertine for the carved rocks, land and sea creatures, and plants) which showed differing and interacting types of deterioration, some more serious than others.

After drawing up the project based on the damage that had been identified, restoration work began in a carefully planned sequence of phases: preliminary treatment with biocides; removal of lime incrustations; cleaning the



Il fiume Gange visto dall'alto dopo il restauro.
Gange river, seen from above after the restoration treatment.



Lo stemma di Innocenzo X Pamphilij sul lato SUD della Fontana.
Innocenzo X Pamphilij coat of arms, on the south side of the Fountain.

la rimozione controllata delle incrostazioni calcaree; la pulitura dei depositi inquinanti; i consolidamenti delle parti disgregate; il trattamento di stuccatura delle parti erose dei blocchi di travertino della scogliera; la stabilizzazione degli elementi metallici ossidati; la protezione delle superfici attraverso l'applicazione di *pelli di sacrificio* come microstuccature o prodotti idrorepellenti; il ripristino, soprattutto sulle zone sommitali, delle pendenze finalizzate a favorire il rapido deflusso delle acque piovane. Inoltre sono stati condotti interventi di riparazione in alcuni segmenti accessibili dell'impianto idrico e installato un impianto elettrostatico per contenere la presenza copiosa dei piccioni.

Tutte le operazioni sono state condotte punto per punto, alternando metodi, prodotti e strumentazioni diversi, e documentando ogni azione condotta, anche in vista della manutenzione programmata.

La scelta progettuale operata per la presentazione finale dell'opera è stata quella di restituire il carattere di unitarietà dell'immagine recuperandone sia le forme scultoree nelle parti inferiori a contatto con l'acqua, che erano deformate dalle spesse incrostazioni depositatesi sul modellato originario, sia l'omogeneità del registro cromatico dai toni chiari, propri del travertino e del marmo che, tuttavia, espone ancora le tracce e le patine prodotte dalla sedimentazione del tempo; la permanenza di queste testimonianze contribuisce, infatti, alla qualificazione estetica dell'opera aggiungendone nuovi significati. Visti i già ricordati elementi critici propri delle fontane e quelli peculiari della Fontana dei Quattro Fiumi, a distanza di due anni dalla conclusione del restauro, è stata realizzata dalla stessa *équipe* di lavoro la prima manutenzione. Le osservazioni effettuate hanno rivelato che i danni si stanno riproponendo proprio laddove si erano verificati in passato ai livelli più alti di gravità. I controlli svolti, dunque, hanno messo in evidenza che la cadenza temporale individuata rappresenta l'intervallo idoneo per realizzare operazioni manutentive efficaci di impatto minimale.

deposits caused by pollutants; consolidating areas where powdering was evident; applying plaster fillings to eroded parts of the travertine blocks of the rocks; stabilising corroded metal; protecting surfaces by means of *sacrificial films* using micro-fillings and water-repellent products; restoring the slope of surfaces, especially at the top of the rocks, to ensure the quick runoff of rain-water.

In addition, repairs were carried out on some of the accessible parts of the water supply plant, and an electrostatic system was installed to keep the numerous pigeons away.

All the operations were carried out very methodically, using a variety of methods, products and tools and documenting every action taken, especially in view of future maintenance programmes.

The decision taken for the final presentation of the fountain's restoration was to recreate a sense of unity to the whole of the monument: the sculptured forms on the lower parts in contact with the water were cleared of the disfiguring thick lime incrustations deposits and the uniform light tones of the travertine and the marble were recovered through cleaning and fillings, while at the same time there were clear, but unobtrusive traces of the patinas produced by the ageing of the materials; maintaining such patinas adds new aspects to the original aesthetic qualities of the work.

In light of the critical factors affecting fountains in general mentioned above and those in particular of the Fountain of the Four Rivers, the first maintenance plan was carried out two years later by the same team that had previously carried out the restoration. The observations made during the maintenance work revealed that the damage is re-appearing in exactly the same places as before, but even more seriously. Thus the checks carried out showed that the chosen time interval was ideal for carrying out effective maintenance operations with minimal impact.

This shows even more clearly that, bearing in mind the special requirements



La conservazione del monumento non si esaurisce con il restauro ma continua con operazioni periodiche di controllo e manutenzione.

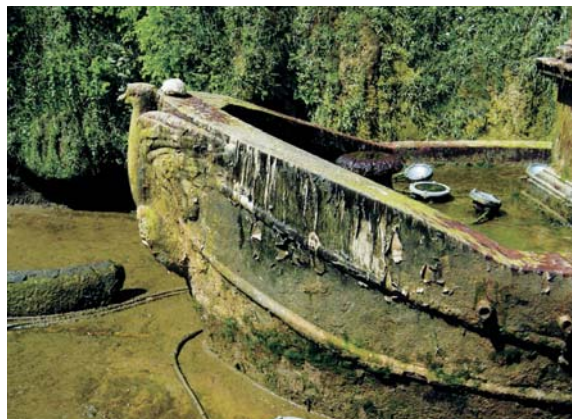
The conservation process doesn't finish with the restoration, it continues with continuous checking and maintenance operations.

La Fontana della Rometta a Villa d'Este a Tivoli (Roma)

La fontana detta *della Rometta* o *piccola Roma* fu progettata da Pirro Ligorio intorno al 1550 su incarico del Cardinale Ippolito d'Este, all'interno della villa fatta costruire dal Cardinale stesso a Tivoli. La fontana che Pirro Ligorio definisce nel suo trattato: «Fontana della Roma così detta, per che rappresenta Roma nell'antico esser suo» rappresenta in forma allegorica la città di Roma con i suoi sette colli identificati con i loro principali monumenti in basso il fiume e al centro la statua di Roma trionfante. Modifiche all'impianto cinquecentesco vennero apportate nel Seicento sul lato della grotta con la statua del Tevere dove venne realizzata una montagna artificiale sulla cui sommità si colloca la statua dell'Aniene da cui scaturiscono le tipiche cascatelle tiburtine, al di sotto, in una caverna, un'altra scultura di grandi dimensioni raffigurata con le braccia alzate identificata come l'Appennino. Nel XVIII secolo, in un periodo di abbandono della villa, una gran parte della quinta architettonica che rappresentava i monumentini della Roma antica è progressivamente crollata in seguito al verificarsi di gravi dissesti strutturali causati dalla crescita di radici all'interno del nucleo murario e da protratte infiltrazioni.

Il restauro della fontana è stato progettato e diretto dall'Istituto Centrale per il Restauro a partire dal 2000 e si è concluso nel settembre 2006. L'intervento di restauro è iniziato con un cantiere didattico al quale hanno partecipato gli allievi della Scuola di Alta Formazione per il restauro dell'ICR, ed è proseguito dal 2003 al 2006 con affidamenti a ditte di restauro specialistico.

Le difficili condizioni di conservazione della Fontana della Rometta sono strettamente legate alla sua conformazione che prevede un continuo fluire di acqua e una rigogliosa vegetazione nelle immediate vicinanze delle sculture. La formazione di alterazioni biologiche (nella forma di licheni, alghe e spessi strati di muschi) viene a essere facilitata infatti dalla continua presenza di acqua, causa anche di gelate invernali che provocano il forte degrado delle



Villa D'Este a Tivoli (Roma). Fontana della Rometta, dettaglio della barca con spesse patine biologiche (alghe, licheni e muschi).

Villa d'Este, Tivoli (Rome), The *Rometta* fountain, detail of the boat with biological growth (algae, lichens, and moss).

of fountains, it is of paramount importance to implement regular maintenance programmes at frequent intervals, to avoid on-going damage to these exceptional items of cultural heritage and the invasiveness of extensive repair campaigns.

The *Rometta* fountain, Villa d'Este (Tivoli)

The fountain known as the *Rometta* or *little Rome* was designed by Pirro Ligorio around 1550 on commission from Cardinal Ippolito d'Este for the gardens of his villa in Tivoli. Ligorio described the fountain in his treatise *Fontana della Roma così detta, per che rappresenta Roma nell'antico esser suo* as representing the city of Rome in allegorical form, with its seven hills and the main monuments, the river Tiber in the lower part, and the statue of Rome triumphant at the centre. Alterations to the 16th century layout were carried out in the 17th century on the side of the grotto with the statue of the Tiber where an artificial rocky outcrop was created with the statue of the river Aniene on the summit, with small waterfalls typical of the sources of the Tiber flowing off it. Lower down is a cavern with another large-scale sculpture with raised arms, and identified as the Apennines. In the 18th century, when the villa was neglected, a large part of the structure representing the monuments of ancient Rome gradually collapsed following serious structural damage caused by roots growing inside the masonry and by constant water infiltration.

The project for restoring the fountain was designed and directed by the Istituto Centrale per il Restauro (ICR) starting in 2000 and ending in September 2006. The project began as a training worksite with the participation of students from the ICR's advanced training school, and continued from 2003 to 2006 in the hands of specialised restoration companies.

The poor condition of the *Rometta* fountain was mainly due to its design which had continuously flowing water and thick vegetation positioned next to the sculptures. Biodegradation (in the form of lichens, algae and thick lay-

malte che costituiscono il modellato anche di alcuni elementi figurati come la statua dell'Appennino e dell'Aniene.

Gli interventi di restauro della Fontana della Rometta sono stati finalizzati alla stabilizzazione delle strutture e al controllo dei fenomeni che hanno portato il monumento al forte degrado precedente i restauri. Si è trattato in gran parte di interventi conservativi, finalizzati al consolidamento dei materiali costitutivi, alla riadesione delle parti pericolanti (intonaci, malte di allettamento dei conci delle murature, parti strutturali delle architetture e delle sculture), alla sigillatura delle vie di accesso dell'acqua per infiltrazione.

Situazioni particolari hanno richiesto una serie di mirati interventi di consolidamento, quali infiltrazioni di malte idrauliche (che assicurano la riadesione tra intonaci e murature o di aree frammentate delle sculture) e di stuccature con malte per riempire vuoti tra i conci o ricostituire piccole parti perdute del modellato delle statue. Piccole integrazioni sono state realizzate anche in aree lacunose del paramento murario.

La crescita di piante superiori e di microrganismi biodeteriogeni è stata contrastata per mezzo di biocidi specifici applicati in diverse fasi dell'intervento, sia come intervento preliminare di disinfestazione che come operazione di mantenimento. L'accurata pulitura della superficie dai depositi terrosi e dagli strati biologici ha permesso di recuperare una migliore lettura del complesso e delle sue particolari raffigurazioni rimettendo in luce i diversi componenti materici che la caratterizzano: travertino, marmi, intonaci, paramenti in cotto. Il complesso della fontana ha costituito un campionario molto significativo per la diversa tipologia del degrado che si manifestava e per le soluzioni conservative che è stato necessario ricercare al fine di arginare il ripresentarsi del degrado biologico che arrivava a sfigurare parti significative dell'apparato decorativo. I controlli effettuati negli anni successivi al completamento del restauro hanno posto in evidenza che solo con un piano di manutenzione con scadenze ravvicinate è possibile consentire il mantenimento della funzione di fontana e la convivenza con l'acqua dei materiali restaurati.

Bibliografia

- P. LIGORIO, *Descrizione di Tivoli et del giardino dell'III.mo Cardinal di Ferrara* (Parigi, Bibl.Nat., cod.Ital.1179, ff.261-63).
- D. BERNINI, *Vita del Cavalier Gio. Lorenzo Bernino descritta da Domenico Bernino suo figlio, ristampa dell'originale di Rocco Bernabò, data in Roma nel 1713*, Ediert Editrice 1997.
- F. BALDINUCCI, *Vita del Cavaliere Gio.Lorenzo Bernino, scultore, architetto, e pittore, scritto da Filippo Baldinucci fiorentino, alla sacra e reale maesta di Cristina regina di Svezia*, Firenze, 1682.
- S. FRASCHETTI, *Il Bernini: la sua vita, la sua opera, il suo tempo*, Milano, 1990.
- C. D'ONOFRIO, *Le fontane di Roma*, Roma, 1986.
- C. D'ONOFRIO, *Gli obelisci di Roma*, Roma, 1986.
- A. Pandolfi, (a cura di), *La Fontana dei Fiumi in piazza Navona - Gli interventi conservativi sull'obelisco Pamphilj. Il Piano di Manutenzione*, Roma Gangemi editore 2012.

ers of moss) was stimulated by the constant presence of water, which also led to winter frosts causing serious deterioration of the plaster used for some of the modelling, such as the statues of the Apennines and the river Aniene.

The restoration of the *Rometta* fountain was aimed at stabilising the structures and limiting the phenomena that had reduced the monument to its poor condition prior to treatment. The project mainly involved conservation of the structure: consolidation of the original materials, reattaching detached parts (plaster, mortar used in the masonry, structural parts of the architecture and the sculptures), and sealing cracks and joints to stop water infiltrating.

Different situations required different interventions such as the injection of hydraulic mortar (to ensure re-adhesion between plaster and masonry or of fragmented parts of the sculptures) and using mortar to fill the gaps between blocks or to restore small parts of the statues which had been lost. Small repairs were also carried out on losses in the masonry facing.

Higher plants and damaging microorganisms were treated with specific biocides applied several times during the restoration, not only as preliminary disinfestation but also as a maintenance operation.

The fountain was thoroughly cleaned of soil deposits and biological layers making the work much more legible both as a whole and in its separate details, and once more it was possible to appreciate the various materials of which it is made: travertine, marble, plaster, fired bricks. The fountain provided an important case study of the various types of degradation which can occur, and for the solutions which had to be researched in order to prevent a return of the biological deterioration which had disfigured large parts of the decorative scheme. Checks carried out in subsequent years highlighted the fact that only a maintenance programme with frequent treatments allow the fountain to keep operating enable the restored materials to coexist with the water.

**La sostituzione degli originali con copie:
sviluppo delle metodologie di replica**

Replacing originals with copies:
the development of methodologies
concerning replicas

Maria Concetta Laurenti, Carlo Stefano Salerno



Il fenomeno della copia, in passato legato per lo più a esigenze di studio o museografiche, è oggi divenuto un tema estremamente attuale, destinato a incrementarsi a causa del grave deterioramento dovuto a cause ambientali e al rischio di furto e vandalismo cui sono esposti elementi decorativi dell'architettura e opere d'arte di grande rilevanza storica e archeologica collocati all'aperto.

Aree archeologiche, ville storiche, aree monumentali situate nei centri storici italiani, ma anche all'estero, subiscono questa diaspora che ha alimentato negli ultimi decenni il dibattito critico fra originale e copia, sull'aspetto, le caratteristiche materiche e la durabilità di questa, stimolando contemporaneamente gli studi e le ricerche sulle metodologie di replica.

Il fenomeno interessa prevalentemente manufatti e opere d'arte in materiale lapideo e in bronzo, sia di provenienza archeologica sia di arte moderna. In Italia, uno dei primi casi di rimozione di un originale a causa degli effetti dell'inquinamento e di sostituzione con una copia, ha riguardato la statua in marmo del David di Michelangelo che fu tolto da piazza della Signoria, a Firenze nel 1840 ed esposto nel Museo dell'Accademia, dove si trova da allora. La copia in marmo fu collocata parecchi anni più tardi nel 1908. La stessa sorte toccò poco dopo (nel 1909) anche alla statua di Cangrande della Scala, a Verona. Ma il fenomeno si intensifica soprattutto negli anni '80 e '90 del secolo scorso: fra gli originali in marmo sostituiti con copie, citiamo le numerose statue antiche che decoravano le ville storiche di Roma e il parco di Boboli a Firenze, le statue all'esterno del campanile del Duomo e la statua del San Marco di Donatello di Orsanmichele a Firenze, le sculture del pulpito del Duomo di Prato, i capitelli superstiti provenienti dagli edifici romani di Ostia Antica e ancora il capitello figurato della colonna terminale della via Appia, a Brindisi. All'estero, fra i casi più eclatanti citiamo: le statue delle Cariatidi nella loggetta dell'Eretteo, gli elementi superstiti dei frontoni e del fregio del Partenone sull'Acropoli di Atene, rimossi negli anni '70, le statue collocate sui prospetti esterni della cattedrale di Reims e le statue dei Ca-

Making copies of works of art, previously linked mainly to the requirements of academic work or museums, has become a topical subject and is on the increase due to the serious deterioration caused by environmental problems and the risk of theft and vandalism that decorative elements on architectural works of historical and archaeological importance are exposed to when displayed outside.

Archaeological sites, historic villas, monuments situated in the middle of towns and cities in Italy and abroad, are the focus of this diaspora which has intensified in the last few decades the critical debate over originals and copies – whether replicas should look identical to the original in every respect, what materials should be used to make copies and their durability. At the same time, the situation has stimulated studies and research into the methodologies of making replicas.

The problem mainly concerns works made of stone or bronze, whether archaeological in origin or modern art. In Italy one of the first cases of removing an original due to the effects of pollution and replacing it with a copy concerned Michelangelo's marble statue of David which was moved in 1840 from Piazza della Signoria in Florence to the Museo dell'Accademia, where it is still located. The marble copy was put in place many years later in 1908. Shortly afterwards (in 1909) the same steps were taken with the statue of Cangrande della Scala in Verona. But the peak of activity in the field of replacing originals with copies was reached in the 1980s and 90s – for example, the many classical statues that adorned historic villas in Rome and the Boboli gardens in Florence, the statues on the outside of the campanile of the cathedral and Donatello's statue of St Mark from the Orsanmichele church in Florence, the sculptures on the cathedral pulpit in Prato, the surviving capitals from Roman buildings in Ostia Antica, and the decorated capital of the column marking the end of the via Appia in Brindisi. In other countries, outstanding examples include the Caryatids from the south porch of the Erechtheion on the Acropolis in Athens, together with the surviving pieces of



Copia in bronzo dei Cavalli della basilica di San Marco a Venezia.
Bronze replica of St Mark Horses in Venice.



Copia in bronzo di uno dei Cavalli della basilica di San Marco a Venezia: deterioramento della patina artificiale.
Bronze replica of one of St Mark Horses' in Venice: deterioration of artificial patina.

valli di Marly in piazza della Concordia a Parigi. Per quanto attiene alle opere in bronzo fra i primi esempi in Italia vi sono le statue del Grifo e del Leone situate sulla facciata del Palazzo dei Priori a Perugia, a lungo ritenute opere etrusche, ma attribuite ormai con certezza all'epoca medievale. Numerosi esempi di copie di opere rinascimentali si trovano a Firenze, fra le quali si menzionano la Giuditta di Donatello situata all'esterno di Palazzo Vecchio e la Venere Anadiomene del Giambologna. Fra le opere d'arte antica i Cavalli di San Marco, situati sulla facciata della basilica di San Marco a Venezia, e il gruppo equestre di Marco Aurelio a Roma. Si tratta di opere divenute parti integranti di contesti archeologici o urbani la cui rimozione determina una compromissione dell'immagine e una perdita di integrità. Alle copie viene demandata la funzione simbolica di ripristinare visivamente l'immagine storizzata del sito e risarcirne la mancanza, come nel caso delle parti reintegrate di un'opera d'arte.

Per svolgere questa funzione, senza offuscare concettualmente il valore dell'originale, è necessario che la copia sia di buona qualità ma distinguibile dall'originale, non il perfetto doppio, onde evitare il sospetto della falsificazione. Pertanto i criteri che vengono eseguiti mirano ad assicurarne la distinguibilità attraverso la differenziazione della materia e la caratterizzazione delle finiture delle superfici. Le copie da originali marmorei, salvo gli esempi più antichi dove era impiegato il marmo, oggi vengono in genere realizzate con l'impiego di mescole in materiale sintetico o a composizione inorganica, a base cioè di resine oppure in cemento, calce idrauliche e polveri di marmo; si preferisce invece per le copie dei bronzi da esporre all'aperto, impiegare la medesima tecnica della fusione in bronzo dell'originale, senza però riproporre il deterioramento, o la patina dell'originale.

Calco diretto e replica senza impronta sono le due principali strategie tecniche per realizzare copie di opere originali.

Con il termine calco si definisce il processo di riproduzione di un'opera ori-

the pediment and frieze of the Parthenon, removed in the 1970s; then in France, the statues located on the exterior of the cathedral of Rheims and the statues of the Marly horses in Place de la Concorde, Paris.

Regarding bronze works, the first case in Italy concerned the statues of the Griffin and the Lion on the façade of the Palazzo dei Priori in Perugia, long thought to be Etruscan works, but now definitely attributed to the medieval period. There are many copies of renaissance works in Florence, including Donatello's statue of Judith located outside Palazzo Vecchio and Giambologna's Venus Anadyomene.

Among ancient works, the horses of St Mark on the façade of the basilica in Venice, and the equestrian statue of Marcus Aurelius in Rome have been replaced with copies.

All these works form an integral part of their archaeological or urban contexts and their removal would mean compromising the locations' image and losing integrity. Copies have the symbolic function of recreating visually the historical appearance of the site, filling what would otherwise be a gap, similar to reintegrating parts of an artwork.

To carry out this function, without diminishing the value of the original, the copy needs to be of good quality but distinguishable from the original, not a perfect double (this also avoids the accusation of creating a fake). Therefore, to ensure that copies are distinguishable from originals, different types of materials and surface finishings are used. Nowadays, copies of marble originals (unlike older copies which were also made of marble) are made with various mixtures either in synthetic binders – resins - or inorganic binders – that is cement, hydraulic lime and marble powder; in contrast, copies of bronze originals, to be displayed outside, are made with the same bronze casting technique used for the original, without attempting to imitate the deterioration or patination of the original.

The two main techniques for making copies of original works are direct casting and replicas made without using moulds.



Copia realizzata in mescole di materiali sintetici di un capitello dalla Casa di Amore e Psiche a Ostia. Synthetic copy of a capital from House of Amore and Psiche at Ostia.



Copia del capitello monumentale della Colonna terminale della Via Appia a Brindisi. Copy of the monumental capital on the top of the Via Appia's Column in Brindisi.

ginale attraverso l'esecuzione di impronte ottenute applicando direttamente sulla superficie della scultura un materiale che ne conservi la conformazione negativa e permetta di riprodurre la forma e le caratteristiche della superficie con un grado di definizione elevato. È questo quello che noi chiamiamo *calco diretto*. Materiali plastici adatti a prendere l'impronta sono l'argilla, il gesso, le gelatine e il caucciù naturale in uso ancora fino agli anni '60, soppiantati oggi dalle moderne gomme siliconiche (elastomeri), caratterizzate da elevata elasticità e capacità di riprodurre fedelmente i dettagli delle superfici. Fondamentale importanza riveste il progetto preliminare che il formatore elabora, nel quale ripartisce idealmente l'opera in porzioni che corrispondono ai diversi tasselli dello stampo. La prima fase consiste nell'applicazione sulla superficie di uno strato di materiale con funzione distaccante per evitare il pericolo di strappo di parte della superficie dell'opera da riprodurre dovuto al potere adesivo di questi elastomeri. Segue poi la creazione dello stampo elastico, applicando a pennello strati successivi di gomma. La gomma impiegata nel primo strato deve essere più liquida, ovvero a viscosità bassa, affinché ogni dettaglio della superficie venga riprodotto; gli strati successivi, più densi e di maggior spessore, vengono ottenuti con un elastomero di viscosità più elevata. Le porzioni di stampo vengono completate con elementi di raccordo precostituiti, in gomma, detti chiavi, per poter raccordare la porzione elastica alla *controforma rigida*. Questo speciale guscio in gesso o in vetro-resina ha lo scopo di mantenere la corretta geometria delle diverse porzioni di stampo quando all'interno viene applicato il materiale che replica la forma dell'opera da riprodurre (calco positivo). L'operazione di sfornatura prevede la separazione della controforma e successivamente dello stampo in gomma siliconica che viene subito riapplicato all'interno del guscio rigido per evitare deformazioni.

Con l'aumentare della domanda di riproduzioni di opere antiche, fregi architettonici e opere di scultura moderne, nei due principali centri artistici ita-

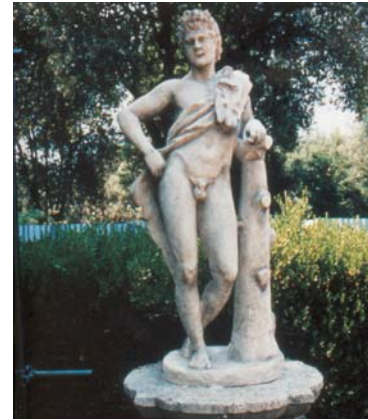
The term cast refers to the process of reproducing copies of original works by means of moulds obtained by applying directly on the surface of the sculpture a material that conserves the negative shape so that the form and features of the surface can be reproduced with a high degree of definition. This process is known as *direct casting*. Malleable materials which are suitable for moulds include clay, plaster of Paris, gelatine and natural rubber used until the 1960s, now replaced by modern silicone rubbers (elastomers) characterised by high elasticity and the ability to reproduce faithfully the details of the surface.

A fundamental step in preparing for casting is to divide the work into sections that correspond to the various parts of the mould. The first phase consists of applying a layer of material (release agent) to the surface, to ensure that parts of the original are not torn away by the adhesive strength of the moulding agents. The next step is to create the elastic moulding by applying several layers of rubber with a brush. For the first layer, the rubber needs to be more liquid, in other words of low viscosity, so that every detail of the surface is reproduced; the subsequent layers, thicker and denser, are obtained with an elastomer of higher viscosity. The parts of the moulding are completed with pre-prepared linking elements in rubber, known as tabs, in order to match up the elastic mould to the surrounding rigid *mother mould*. This special moulding made of gesso or glass-fibre resin maintains the correct geometry of the various parts of the mould when the interior is filled with the material that replicates the shape of the original to be copied (positive cast). The rigid mother mould is first removed from the original artwork, and then the silicone rubber mould; this latter is immediately replaced inside the mother-mould to avoid deformation.

In the 19th century, with the rising demand for reproductions of ancient works, architectural friezes and works of later sculpture, the problem of causing damage to the originals by casting became an important question in



Copia in bronzo del gruppo equestre del Marco Aurelio posto sulla Piazza del Campidoglio a Roma.
Bronze replica of the equestrian group of Marcus Aurelius placed in Piazza del Campidoglio in Rome.



Copia in cemento di una statua romana di Satiro, Roma, Villa Borghese.
Copy made up with white cement and marble powder of a Roman statue depicting a Satyr, Villa Borghese, Rome.

liani, Roma e Firenze, si pose in tutta la sua rilevanza già nel corso dell'Ottocento, il problema dei danni causati alle opere originali dall'attività di formatura. Si tratta di danni di tipo chimico e fisico, causati sia dai residui di tipo organico lasciati sulle superfici degli originali dai materiali da calco e da oli e saponi usati per favorire il distacco della forma dalla superficie degli originali, sia dallo *stress* meccanico che tutte le tecniche a contatto diretto producono. I residui con il tempo producono macchie e alterazioni molto vistose sulle superfici. Danni meccanici si possono manifestare per l'aderenza dei materiali da calco alla superficie delle opere, specialmente quando il loro materiale costitutivo possiede una intrinseca fragilità come è il caso di terrecotte, gessi, statue policrome, statue in bronzo dorato, o quando le superfici sono in cattive condizioni di conservazione. Anche la conformazione articolata di alcune sculture, caratterizzate da profondi sottosquadri richiede particolari precauzioni. Questi problemi resero presto necessaria da parte del Granducato di Toscana e dello Stato Pontificio l'introduzione di una normativa a tutela delle opere originali dai danni prodotti dall'impiego dei materiali usati per i calchi, poi recepita anche nella legislazione dello stato unitario con il regolamento annesso alla legge di tutela del 1909 e successivamente nella legge n.1089 del 1939. Attualmente la normativa è stata ulteriormente perfezionata dalla nuova legge di tutela in vigore in Italia (Decreto Legislativo n. 42 del 22.01.2004: *Codice dei Beni Culturali e del Paesaggio* o *Codice Urbani*) della quale è parte integrante il nuovo regolamento sui calchi delle opere d'arte (emanato con Decreto del Ministro per i Beni e le Attività Culturali del 20.04.2005) che definisce criteri e procedure da seguire al fine della salvaguardia e della conservazione degli originali. La norma conservativa oggi unanimemente accettata prevede che l'impronta diretta possa essere eseguita solo dopo il completamento di un intervento conservativo o quando comunque lo stato di conservazione dell'originale lo consente. Inoltre è stato stabilito un protocollo di operazioni collegate

Italy's two main artistic centres of Rome and Florence. The damage can be both chemical and physical, caused not only by organic residues left on the surface of originals by the casting materials, including oils and soaps used as release agents to ensure that the mould could be easily removed from the original, but also by the mechanical stress that all direct-contact techniques produce. With the passage of time, these residues produce very evident stains and alterations on the surface. Mechanical damage can be caused by adhesion of the casting agents, most of all when the original material that is being copied is fragile by nature – as in the case of works in terracotta or plaster, polychrome and gilded bronze statues – or the surfaces are in precarious condition. Even spatially complex sculptures, with deep undercutting require special precautions.

These problems soon made it necessary for the authorities at that time (the Grand Duchy of Tuscany and the Pontifical State) to take action. Regulations were drawn up to protect original works from the damage caused by the materials used for taking casts. When Italy became a unified State, these regulations were incorporated into the legislation as an annex to the conservation law of 1909 and subsequently law no. 1089 in 1939. The norms have been updated by the new conservation law currently in force in Italy (Legislative Decree no 42 of 22 January 2004). An integral part of this decree is the new regulation on casts taken from works of art (Ministerial Decree of 20 April 2005) setting out the criteria and procedures to be observed in order to safeguard and conserve the originals. The unanimously accepted norm today is that direct casts can only be carried out after completing conservation work, or in any case when the original's condition allows it. Moreover, a protocol of operations has been drawn up relating to casting treatments, drawing on the experience and research conducted both by the (ICR) and the Opificio delle Pietre Dure (OPD) in Florence. This research showed that, before making the moulding, it is essential to apply a barrier-layer made up of laboratory tested



Modello in scala 1:1 tratto dalla restituzione a curve di livello del rilievo fotogrammetrico del gruppo equestre di Marco Aurelio, Roma.
3-dimensional model 1:1 transforming contour levels obtained from a photogrammetric scan of the equestrian group of Marcus Aurelius.

all'intervento di formatura, frutto di esperienze e ricerche condotte sia dall'ICR che dall'OPD (Opificio delle Pietre Dure). A seguito di queste ricerche è stata dimostrata la necessità dell'applicazione, preliminarmente all'esecuzione dell'impronta, di uno strato-barriera costituito da prodotti protettivi e distaccanti preventivamente testato in laboratorio, necessario per ridurre il rischio che l'olio di silicone contenuto nella gomma, penetrando nella porosità delle patine di bronzo o del materiale marmoreo, possa alterarne le caratteristiche chimico-fisiche e danneggiarle.

Le preoccupazioni di natura conservativa che hanno sconsigliato il calco diretto del gruppo equestre di Marco Aurelio, il famoso gruppo in bronzo dorato di età antonina (II d.C.) situato dal 1538 sulla piazza del Campidoglio, a Roma, hanno stimolato lo sviluppo di numerose metodologie di copia indiretta. Si intende, in questo caso, la riproduzione fedele di un originale attraverso l'uso di strumenti o apparati di misura. Già negli anni '70, in occasione della esecuzione delle repliche dei Cavalli di S. Marco era stata utilizzata la tecnica indiretta della *copia per punti*. Una struttura metallica sostiene un abbozzo in gesso più piccolo dell'opera da riprodurre; con l'aiuto di compassi e pantografi viene riportata sull'abbozzo una griglia di punti composti da coni di gesso e in una fase successiva, applicando altro gesso, si crea una interpolazione tra i punti della griglia, giungendo così a una superficie continua. Un altro metodo, messo a punto per la replica del monumento equestre del Marco Aurelio, consiste nella trasformazione in modello tridimensionale di una restituzione a curve di livello ottenuta da una fotogrammetria dell'opera. Le sezioni fotogrammetriche sono elaborate in forma numerica e utilizzate da una macchina utensile a controllo numerico per fresare e tagliare un materiale solido. Questa tecnica ricorda molto da vicino il metodo di controllo della forma cosiddetto a *linee d'acqua* che J.J. Winckelmann, sulla scorta del Vasari, attribuisce a Michelangelo: il modello dell'opera, immerso in una vasca piena d'acqua, viene gradualmente alzato,

protective and releasing agents to reduce the risk that the silicone oil contained in the rubber penetrate patina of the bronze or the original stone, thus altering their chemical and physical characteristics and damaging them. In the 1980s, the problem arose of making a replica of the equestrian statue of Marcus Aurelius, the famous gilded bronze work dating from the 2nd century AD, located since 1538 on the piazza del Campidoglio in Rome. Experts were worried about conservation and advised against using direct casting to make the replica, and such concerns stimulated the development of various techniques for making indirect copies. This term means the faithful reproduction of an original by means of measuring instruments or apparatus. Previously, in the 1970s an indirect technique known as the *pointing process* had been used to make the copies of the horses of St Mark in Venice. A metal structure supports a rough plaster model which is smaller than the work to be copied. Using compasses and pantographs, a grid of points is transferred to the block of plaster where each point of the grid is made up of a small plaster cone. In the next step more plaster is applied to the spaces between the points of the grid, thereby creating a continuous surface. Another method, used in copying the equestrian statue of Marcus Aurelius, consists of transforming contour levels obtained from a photogrammetric scan of the work, into a three-dimensional model. The photogrammetric sections are processed in numerical form and then used by a machine tool normally used to mill and cut a solid material. This method for checking the shape of an object is very similar to the *waterline* technique that J. J. Winckelmann attributes to Michelangelo, referring to Vasari. In this case, the model of the work is immersed in a basin full of water; then it is gradually raised out of the water, one small step at a time, thereby revealing successive transversal sections which the artist can use as reference points when transposing from the model to the definitive work.

The next stage in the evolution of casting was the scansion laser. The possi-



Arco di Costantino, tondo con *Caccia al leone*, originale. Rome, Arch of Constantine, tondo with *Lion hunt*. Original in place.



Arco di Costantino, tondo con *Caccia al leone*, copia in resina. Rome, Arch of Constantine, tondo with *Lion hunt*. Copy made up of resin.

scoprendo così successive sezioni trasversali che l'artista può utilizzare come riferimento nella trasposizione dal bozzetto all'opera definitiva.

Il passo successivo è stato quello della scansione laser. La possibilità di fissare una quantità di punti secondo le diverse coordinate spaziali ha consentito, grazie alla crescente capacità dei processori e della memoria, rese disponibili dalla tecnologia informatica, l'acquisizione di modelli sempre più definiti nel dettaglio.

Quanto alla scelta dei materiali da adottare per l'esecuzione della replica (positivo) e i trattamenti di finitura delle superfici per avvicinarla cromaticamente all'originale, sono stati condotti interventi sperimentali di restituzione delle qualità materiche, sia del marmo sia del bronzo, di cui sono esempi significativi, la copia del tondo con la *Caccia al Leone*, di età adrianea pertinente a uno dei lati brevi dell'arco di Costantino, realizzato per la gipsoteca della Università di Roma *La Sapienza*; la copia della Melagrana in bronzo dorato della balaustra dell'altare nella Basilica di Santa Cecilia a Trastevere e la copia della testa di divinità maschile in bronzo del V sec. a.C di Basilea. Nei casi sopra citati, a cominciare dal tondo dell'arco di Costantino si è tentato di riproporre una policromia che riducesse la distanza dall'originale, tale da non qualificarsi come una sostituzione dell'opera d'arte ma di essere comunque in grado di esprimere la sua qualità estetica. In questo caso si è scelto di riproporre nel positivo una policromia delicata, la stessa presente nell'originale che come è noto è caratterizzato da macchie di colori vari, dal grigio, al giallo, al bruno, ai toni rossicci del porfido, utilizzando un impasto di resina poliestere caricata con inerti costituiti da polveri di marmi colorati. Nel caso della Melagrana di Santa Cecilia il positivo è stato realizzato in resina, ma la qualificazione formale per renderla simile al bronzo dorato è stata ottenuta con bagno elettrolitico. In questo caso la differenziazione dei materiali ha consentito di spingere l'imitazione pittorica delle patine oltre i limiti imposti dal timore di scendere nella falsificazione, essendo di fatto l'og-

bility of determining in space a number of points according to various spatial co-ordinates enabled technicians to construct models in ever-finer detail, thanks to the increasing capacity of computer processors and memory chips. As far as the choice of materials to be used for making the replica (positive cast) is concerned, and the finishing treatment of the surface to resemble the original colouring, experiments were conducted to try and recreate the material qualities of marble and bronze items. Significant examples of this process include the copy of the *tondo* depicting a lion hunt, dating from the time of the emperor Hadrian, located on one of the shorter sides of the Arch of Constantine, which was made for the Plaster Cast Gallery of the University of Rome *La Sapienza*; the copy of the gilded bronze pomegranate from the balustrade of the altar in the Basilica of Santa Cecilia in Trastevere, Rome; and the copy of a bronze head of a male divinity from the 5th century BC (Basle, Switzerland).

In the above cases, starting with the *tondo* from the Arch of Constantine, an attempt was made to reproduce the polychrome finishing of the original as closely as possible, not in order to substitute the work of art but so as to express its aesthetic quality. The decision was to give the positive cast a delicate polychrome finish, the same as the original which, as is well known, has patches of varying colours ranging from grey, to yellow and brown, with the reddish purple tones of porphyry. This result was achieved using a polyester resin binder mixed with coloured marble powder aggregates.

In the case of the pomegranate from the Basilica of Santa Cecilia, the positive cast was made in resin, but the finish used to resemble gilded bronze was obtained by electroplating. In this case, the difference between the original material – gilded bronze – and that of the cast – resin – made it possible to push the imitation of the appearance of the object well beyond the limits normally imposed to avoid creating a fake.

Similarly, with the copy of the bronze head in Basle, made of epoxy resin

getto realizzato in resina e non in bronzo dorato come l'originale. Ugualmente, nella copia della Testa di Basilea, eseguita in resina epossidica, caricata con pigmenti colorati, si sono riproposti i colori propri delle diverse alterazioni del bronzo, dalla cuprite alla malachite, ai solfuri e ai carbonati più chiari. Le copie dei Cavalli di S. Marco e la copia del gruppo equestre del Marco Aurelio sono invece state realizzate con la tecnica della fusione in bronzo a cera persa: nel caso dei Cavalli di S. Marco è stata riproposta una patina simile alla doratura originale che presto si è però alterata, a causa delle deiezioni dei piccioni e per gli effetti climatici negativi del luogo; nel Marco Aurelio si è rinunciato invece alla riproposizione della doratura non solo per mantenere una maggiore distinguibilità dall'originale, ma anche per evitare gli effetti antiestetici dovuti al suo deterioramento. Si è invece utilizzata la copia per sperimentare l'efficacia di alcuni prodotti protettivi per la conservazione dei bronzi esposti all'aperto. La durabilità della materia costitutiva della copia non ha importanza rilevante per le repliche da collocare in contesti confinati, all'interno di musei o gallerie, lo è invece per le copie da destinare all'aperto, dove l'impiego di materiali inorganici nel caso delle repliche da originali marmorei e la riproposizione della fusione in bronzo per le copie da originali bronzei appaiono pertanto le scelte più appropriate da tutti i punti di vista, teorici ed estetici.

mixed with coloured pigments, the surface was given the colours of the different alterations on the bronze original: cuprite, malachite, and with lighter tones for sulphides and carbonates.

The copies of the horses of St Mark in Venice and the copy of the equestrian statue of Marcus Aurelius in Rome were made by bronze casting using the lost wax process; in the case of the horses of St Mark, the statues were finished with a patina similar to the original gilding which soon deteriorated due to pigeon excrement and the harsh climatic conditions in the area; for the Marcus Aurelius statue, no attempt was made to apply gilding not only to distinguish the copy clearly from the original, but also to avoid the anti-aesthetic effects of its deterioration. Instead, the copy was used to try out the effectiveness of some protective agents for the conservation of bronzes outdoor exposed.

The durability of the materials used to make replicas is not particularly significant when such works are displayed indoors, in museums or galleries, but it is very important for copies displayed outside in the open air. In these cases, the most appropriate choice from all points of view – theoretical and aesthetic – is to use inorganic materials for replicas of marble originals and bronze casting for copies of original bronzes.

Bibliografia

- G. ACCARDO, M. MICHELI, *L'utilizzazione di modelli per lo studio di problemi strutturali e formali. Una metodologia per realizzare copie senza calco*, "Bollettino d'Arte" 41, 1987, pp111-125.
- A.M. GIUSTI, (a cura di), *Sculture da conservare*, Milano 1990.
- E. BORRELLI, C. MEUCCI, *La copia per contatto diretto: il controllo dell'inquinamento delle superfici*, in R. PARIS, E.K. GADZA (a cura di), *Dono Hartwig. Originali congiunti tra Roma e Ann Arbor. Ipotesi per il Templum Gentis Flaviae*, Catalogo della mostra, Roma 1994, pp. 143-146.
- G. ACCARDO, *Un modello per il futuro*, in A. SOMMELLA MURA, C. PARISI PRESICCE (a cura di), *Il Marco Aurelio e la sua copia*, Roma 1997, pp. 86-99.
- F. FESTA FARINA et ALII (a cura di), *Tra Damasco e Roma: l'architettura di Apollodoro nella cultura classica*, Roma 2001.
- C.S. SALERNO, *Il calco del tondo con la Caccia al Leone in AA.VV. Adriano e Costantino, le due fasi dell'arco nella valle del Colosseo*, Milano Electa 2001, pp. 103-108.
- M. MICHELI, *Le tecniche di impronta e i metodi di replica*, in *Il Mondo dell'Archeologia*, vol. I, Istituto della Enciclopedia italiana, Roma 2002, pp. 369-370.
- R. SCOPIGNO, *Gestione efficiente dei dati prodotti dai sistemi di scansione tridimensionale*, in S. CAMPANA, R. FRANCOVICH (a cura di), *Laser Scanner e GPS: pae-saggi archeologici e tecnologie digitali*, 1, I Workshop, Grosseto 2005, 2006, pp. 1-36.

**Terremoto ad Assisi:
visibilità di un'immagine in frammenti**

Earthquake in Assisi: visibility of an image
in fragments

Giuseppe Basile, Lidia Rissotto, Emanuela Ozino
Caligaris, Anna Maria Marccone



*La rimozione di un'opera d'arte
dal suo luogo di origine
dovrà essere motivata
per il solo e superiore motivo
della sua conservazione*
Cesare Brandi

"The removal of a work of art
from its original position
is justified
only for the higher reason
of its conservation"
Cesare Brandi

Il terremoto del 26 settembre 1997 colpisce uno dei simboli della cultura e della cristianità: la Basilica Superiore di San Francesco ad Assisi.

La sorte risparmia fortunatamente la maggiore parte dei cicli pittorici, ma purtroppo in corrispondenza del transetto crolla una parte della vela di Cimabue raffigurante *San Matteo* e una zona della contigua vela stellata. In corrispondenza dell'ingresso, si frantuma la parte centrale dell'arco della controfacciata con otto delle sedici figure di Santi: *Rufino, Vittorino, Benedetto, Antonio da Padova, Francesco, Chiara, Domenico e Pietro Martire*, e parte della vela contigua raffigurante *San Girolamo*, dipinti da Giotto.

Perdite che sconvolgono il mondo dell'arte che però non si arrende. Ha inizio sull'immediato l'operazione di vagliatura delle macerie e la loro messa in sicurezza, con il recupero di ben 300.000 frammenti che vengono, a mano a mano, accuratamente catalogati e quindi sottoposti al lungo lavoro di selezione e ricomposizione.

L'operazione di ricomposizione e restauro di un manufatto frammentato è indubbiamente tra le più complesse, in questo caso ancora più imperiosa sia per l'esplosione della superficie dipinta in migliaia di frammenti di intonaco, molti ulteriormente ridotti nelle loro dimensioni per il peso dei mattoni precipitati con e sopra i frammenti da oltre venti metri; sia per la polverizzazione di parti che hanno determinato lacune di rilevanti estensioni.

The earthquake on 26 September 1997 struck one of the symbols of Christianity – the Upper Basilica of St Francis of Assisi.

Fortunately most of the wall paintings were spared but part of the vaulting in the transept depicting St Matthew by Cimabue, collapsed together with sections of an adjacent rib depicting the star-studded sky. At the entrance, the central portion of the arch of the interior façade collapsed destroying eight of the sixteen figures painted there: Saints Rufino, Vittorino, Benedict, Anthony of Padua, Francis of Assisi, Clare, Domenico and Peter the Martyr, as well as part of the adjoining bay with St Jerome by Giotto.

The art world was stunned by the loss but rose to the challenge. Work began immediately to save the pieces, sifting through the rubble and recovering more than 300.000 fragments which were carefully catalogued one by one before starting the long work of selection and re-composition.

The task of re-assembling and restoring a work that has been shattered into fragments is one of the most complicated, in this case made even more difficult by the "explosion" of the painted surface into thousands of plaster fragments, many of which were smashed into even smaller pieces by the weight of the bricks that fell together with the fragments from a height of over twenty metres, as well as the total pulverisation of many of the pieces, leaving extensive lacunae in the paintings.



Il prato di fronte alla Basilica Superiore il giorno dopo il terremoto. In primo piano, le macerie rimosse dall'ingresso.
The lawn in front of the Upper Basilica the day after the earthquake. In the foreground, the rubble removed from the entrance.



Quali dunque i problemi da affrontare?

I frammenti si presentavano con differenti aspetti conservativi: alcuni si caratterizzano per una superficie dipinta più abrasa, difficilmente leggibile e con i bordi consunti lungo le linee di frammentazione; altri sono più facilmente identificabili per una pellicola pittorica ancora intatta in tutti i suoi particolari e con bordi conservati; altri ancora sono rimasti aderenti ai mattoni di supporto.

Il primo problema è stato quello di individuare i criteri di selezione e assemblaggio: base di partenza le caratteristiche della struttura e della superficie pittorica dei frammenti, di volta in volta studiate attraverso un instancabile lavoro di confronto durato due anni. L'infrangersi di un'opera in una moltitudine di scaglie colorate stravolge totalmente la lettura dell'immagine che solitamente recepisce a livello bidimensionale, nel momento del crollo si manifesta nel suo essere tridimensionale scoprendo anche quegli strati – supporto murario e preparazione – destinati a rimanere nascosti a chi guarda. Di estrema importanza in questa fase, la presenza costante di operatori specializzati che attraverso una raffinata conoscenza della materia e un'alta sensibilità di ricezione dell'immagine hanno permesso di collegare fra loro frammenti altrimenti ormai privi della memoria l'uno dell'altro.

Indicazioni preziose quindi, possono essere desunte dall'attenta osservazione sia della pellicola pittorica che degli strati di preparazione: la pellicola pittorica, superficie di più facile e immediata lettura, portatrice di segni – dal disegno preparatorio, all'immagine pittorica modulata nelle diverse gradazioni di colore con differenti spessori e direzione delle pennellate –; l'intonaco con i mattoni nelle sue particolarità di strato con spessore rilevante, granulometria differenziata, colorazione, impronta degli strumenti di lavorazione originale, scabrosità dei bordi, materiale inglobato quali granuli o fibre di tessuto o di legno. Un insieme quindi, di dati preziosi che concorrono a creare tutti, delle linee guida tra i frammenti.

Ulteriori elementi d'aiuto sono state poi le tante anomalie della superficie provocate nel tempo dall'intervento umano come incisioni, abrasioni, ridipinture,

What problems had to be faced?

The fragments were in all sorts of conditions: on some the paint was badly abraded and difficult to interpret, with the edges of the break chipped and worn; others were easier to identify as the paint was still intact in all its detail and the original edges of the breaks perfectly preserved; and some others were still attached to broken pieces of the brickwork.

The first problem was to determine a criteria for selection and re-assembly. The starting point was the painted surface of the fragments and their shape, examined again and again in the time-consuming task of comparison lasting two years. When a wall painting shatters into a mass of coloured pieces the original image, which is usually perceived in two dimensions, is completely obliterated; after the collapse, it becomes three dimensional, as the masonry support and preparatory layers that are normally hidden from the observer are uncovered. Extremely important in this phase was the constant presence of specialised operators whose detailed knowledge of the materials involved and highly developed sense of image recognition enabled them to connect up and re-assemble fragments even when there was no surviving trace of their original connection..

For valuable information can be obtained by closely examining the paint film and the preparatory layers. The painted surface, perhaps more obviously, provides many clues– from the preparatory drawings to the finished painting with its varying shades of colour and the thickness and direction of the brush strokes. But the underlying plaster and bricks are made of different layers of different thicknesses, with aggregates of differing particle size, colour and consistency, at times bearing marks left by original working tools, the relative roughness of the edges, the presence of embedded material such as granules or cloth fibres or wood. In other words, a package of useful information which helped to create the links between the fragments.

Further help was provided by the many anomalies on the surface caused by the



Le cassette selezionate vengono ordinate in scaffalature preventivamente siglate con un codice alfanumerico che individua l'appartenenza dei frammenti ad un determinato soggetto iconografico. Nel caso della Basilica di San Francesco i materiali di crollo dell'area vicina all'entrata sono state ripartiti in quattro settori: sottarco, costolone, vela di San Gerolamo e fascia decorativa della vela.

The storage trays selected are arranged in shelves previously marked with an alphanumeric code that identifies the fragments as belonging to a given iconographic subject. In the case of the Basilica of St Francis, the collapsed materials of the area nearest to the entrance, were divided into four sectors: underarch, rib, web of St Jerome and decorative strip to the web.

reintegrazioni di lacune o residui di vecchi adesivi. Inoltre per i mattoni che avevano mantenuto brani più o meno rilevanti di decorazione dipinta, pareva naturale proporli e riutilizzarli quanto meno per i due costoloni trasversali posti rispettivamente tra l'arcone con i Santi e la Vela di S. Girolamo e tra la Vela di S. Matteo e quella stellata confinante.

In questo caso però il timore, tutt'altro che infondato, degli strutturisti era che la presenza di mattoni vecchi di sette secoli e provati dalla caduta e da tutte le peripezie successive potesse indebolire la nuova struttura. La soluzione, condivisa, è consistita nell'assemblaggio *armato* di un certo numero di mattoni recuperati fino a farne dei monoliti. In questo modo è stato possibile ricostruire circa un terzo dei due costoloni impiegando materiali originali.

Il secondo problema è stato quello della restituzione dell'immagine il più possibile aderente al vero ricercando il giusto posizionamento della miriade di tessere colorate, da alcuni definito un gigantesco e irrisolvibile *puzzle* a colori: se, infatti, molti frammenti sono legati per incastro naturale dei bordi, altri come monadi vaganti, sono ormai privi di un rapporto diretto. Per collocare le tessere nella giusta posizione si è fatto ricorso al materiale fotografico risalente a prima del terremoto. Un lavoro complesso poiché, in mancanza di rilievo fotogrammetrico, si è dovuto esaminare fotogramma per fotogramma selezionando quelli che più rispettavano la messa a fuoco, l'ortogonalità e la scala cromatica. Quelli scelti sono stati ingranditi in scala 1:1. Durante questa fase l'elaborazione al computer ha permesso di ottenere la raffigurazione in piano delle superfici curve – arcone e vele – attraverso una comparazione matematica con parti significative delle decorazione originarie, rimaste *in situ*. Si è ottenuta così una mappa a grandezza naturale della totalità della superficie persa, sulla quale posizionare i vari frammenti. Le immagini a stampa sono state quindi le basi di riferimento fondamentali per la fase di assemblaggio, potendo trovare un riscontro certo tra frammento dipinto e riproduzione fotografica.

Il procedimento adottato ha riproposto in chiave aggiornata, ciò che cinquanta

passage of time and by human intervention, such as incisions, abrasions, retouching, reintegration of lacunae, or residues of old adhesives. Additionally, it seemed natural to re-use the bricks that still bore more or less significant traces of painted decoration, at least for the two cross ribs positioned respectively between the arch with the figures of saints and the bay with St Jerome, and between the bay with St Matthew and the star-studded sky alongside.

In this case however, the structural engineers amongst us were worried, not without reason, that re-utilising 700-year-old bricks, stressed by the fall and subsequent recovery, might weaken the new structure. The mutually agreed solution was to assemble a certain number of recovered bricks in a *reinforced* block to create a sort of module. In this way it was possible to reconstruct about a third of the two-ribs using original materials.

The second problem was to recreate the image as closely as possible, trying to find the right position for the myriad coloured chips – according to some people, like a huge never-ending jigsaw puzzle with no solution. Indeed, while many fragments fitted perfectly together along their shared broken edges, others were like free-standing elements without any trace of connection to the rest. Photographs from before the earthquake were used to re-assemble the pieces in the right position. Without a photogrammetric image it was a difficult task which involved examining the available photographs one by one to choose those that were most in focus, had the best colours and the least distortion. The selected images were enlarged to a 1:1 scale. During this phase, a computer program was used to obtain a flat representation of the curved surfaces – arches and vault bays – by means of mathematical comparison with parts of the original decorations which were still in place.

In this way a life size map of the collapsed areas was created on which to position the various fragments. The printed images were the basic reference material for the assembly phase, providing a match between the painted fragment and the photographic reproduction.



Particolare di frammenti. Indicazioni preziose possono essere desunte dall'attenta osservazione sia della pellicola pittorica che degli strati di preparazione. La pellicola pittorica, superficie di più facile e immediata lettura, portatrice di segni: dal disegno preparatorio, all'immagine pittorica modulata nelle diverse gradazioni di colore con differenti spessori e direzione delle pennellate.

Detail of fragments. The painted surface provides many clues to the work's composition – from the preparatory drawings to the finished painting with its varying shades of colour, the thickness and direction of the brush strokes.



Le immagini a stampa sono state, le basi di riferimento fondamentali, per la fase di assemblaggio, potendo trovare un riscontro certo tra frammento dipinto e riproduzione fotografica.

The printed images were the basic reference material for the assembly phase, providing a match between the painted fragment and the photographic reproduction.

anni prima, era stato sperimentato e messo a punto con grande intuito e perizia tecnica dall'allora direttore Cesare Brandi con i tecnici dell'Istituto Centrale del Restauro (ICR), per i frammenti della Cappella Mazzatosta, crollata sotto i bombardamenti del 1943.

Il terzo problema è stato l'individuazione di un metodo operativo che consentisse il definitivo posizionamento dei pezzi su un supporto *ausiliario*.

La scelta del supporto è stata effettuata in base alle esperienze effettuate dall'ICR negli anni '60 per i dipinti murali staccati. L'elemento innovativo introdotto fu allora, quello della messa a punto di un pannello dimensionalmente rigido e stabile, idoneo a supportare non solo gli strati di pellicola pittorica, ma anche gli strati di intonaco della preparazione, di modo che «non si alteri l'aspetto della materia».

I pannelli di sostegno impiegati ad Assisi, in questo ultimo intervento, rispondono ancora ai requisiti individuati allora e si caratterizzano per un'alta stabilità dimensionale, per reversibilità, per spessore e peso contenuto, per una facilità di lavorazione che permette di riprodurre superfici non solo piane, ma anche concave come è per il caso specifico. Una volta individuate sulle basi fotografiche le collocazioni originarie dei frammenti e i loro incastri, questi sono stati trasferiti manualmente sui *supporti ausiliari* avvalendosi di *linee guida* ricavate dalle stampe fotografiche 1:1, e trasferite sulle superfici opportunamente modellate dei pannelli, con la tecnica dello *spolvero*.

Il quarto problema, si apriva a questo punto un interrogativo fondamentale e una doppia prospettiva. Se la situazione era complessivamente tale, per quantità e soprattutto per significatività dei frammenti ricollocati, da potere procedere alla restituzione potenziale delle immagini perdute, in particolare per la porzione interessata dalla raffigurazione dei Santi e del *San Matteo*, allora si sarebbe potuto continuare nell'opera di conservazione e restauro fino a ricollocarli nel luogo da cui erano crollati, mentre in caso contrario ci si sarebbe dovuti limitare a conservare e musealizzare le immagini riassemblate.

The procedure adopted was effectively an updated version of the method developed and used fifty years previously for the fragments from the Mazzatosta Chapel, severely damaged by bombing in 1943. This method was developed thanks to the keen intuition and technical expertise of the then-director Cesare Brandi working with the technicians of the Istituto Centrale per il Restauro (ICR).

The third problem was to find a method that made it possible to position the pieces definitively on an *auxiliary support*.

The support was chosen on the basis of the experience acquired by the Institute in the 1960s regarding detached wall paintings. The innovative element introduced at that time was the design of a panel that was rigid and would not change shape or size and which was able to support not only the layers of the paint film but also the preparatory plaster layers, so as "not to alter the appearance of the material"

The supporting panels used during the Assisi restoration work met the self-same requisites of high dimensional stability, reversibility, reduced thickness and weight, easily shaped to reproduce both flat and – as in this case – concave surfaces. Once they had been correctly placed in their original positions on the basis of the photographs, the fragments were transferred manually to the auxiliary supports following *guidelines* derived from the 1:1 photographic prints. The task of positioning the fragments on the carefully shaped surfaces of the panels was achieved using the *spolvero* technique.

The fourth problem involved a fundamental question with two possible answers. If the overall situation was such – in terms of the quantity and significance of the reassembled fragments – that it was possible to recreate the images that had been destroyed, in particular the areas depicting the Saints and St Matthew, then there was every reason to continue the work of conservation and restoration in order to reposition the images in the place from which they had collapsed; if this were not the case, the



Particolare dei frammenti del volto di San Benedetto. I tratti fisionomici dei volti, sono stati i più facili da riconoscere, la sistemazione temporanea degli attacchi trovati, viene eseguita su un letto di sabbia. Detail of fragments of the face of St Benedict. The facial features of the faces, they were the easiest to recognize; the temporary accommodation of the joints found is performed on a bed of sand.



Particolare di pannello di San Benedetto dopo la reintegrazione. Detail of panel of St Benedict after reintegration.

Riconosciuta, anche in seguito a numerosi confronti pubblici con specialisti a livello nazionale e internazionale, realisticamente attuabile la prima opzione, rimaneva da risolvere un ultimo problema, quale metodo impiegare per la restituzione del testo pittorico.

I frammenti sono stati ricomposti seguendo una metodologia analoga a quella impiegata prima di allora, a cominciare dai casi *storici* degli affreschi quattrocenteschi di Lorenzo da Viterbo nella Cappella Mazzatosta della chiesa di S. Maria della Verità e di quelli del Mantegna e compagni nella Cappella Ovetari della chiesa degli Eremitani a Padova, che del resto si ponevano come precedenti inderogabili soprattutto, dal punto di vista della reintegrazione delle immagini.

Tra i casi ricordati però, al di là delle innegabili analogie, esistevano diversità tutt'altro che trascurabili. Nel caso di Viterbo, per esempio, si trattava di ricostituire la decorazione di un intero ambiente, di ridotte dimensioni, unitario nel rapporto spazio reale-spazio figurativo, mentre invece nel nostro caso si era in presenza di una parte minima della decorazione complessiva della Basilica (400 mq su 5.000), in un ambiente di imponenti dimensioni, in cui pertanto sarebbe stato irrealistico puntare su una riconoscibilità dell'intervento di restauro mediante tratteggio, con una decorazione segnata in maniera macroscopica dalle tracce di precedenti restauri, a cominciare dagli altri otto Santi dell'arcone rimasti *in situ*. Ultimo, e non trascurabile fattore di diversità, è costituito dalla aumentata esigenza di percezione della materia originale in quanto segno inequivocabile dell'autenticità di un'opera, pertanto da alterare il meno possibile con *completamenti* dell'immagine per quanto perfettamente riconoscibili.

L'opzione di fondo, è stata quella di non reintegrare in maniera mimetica l'immagine, limitandosi a ricostituire l'unità potenziale tramite l'*abbassamento ottico* delle lacune, del resto in perfetta sintonia con quanto era stato fatto precedentemente nel trattamento delle lacune delle pitture rimaste *in situ*.

La ricostituzione formale delle pitture è stata possibile tenendo conto del rapporto intrinseco con l'architettura reale e con quella dipinta, in particolare per le figure

only solution would be to display the reassembled panels in a museum. Once it had been established that the first option was feasible after a series of public meetings with experts from Italy and abroad, there was still one more problem to be resolved – what method to use in order to recreate the images. The fragments had been reassembled using methods similar to that used in earlier cases, starting with the *historic* cases of 15th century wall paintings by Lorenzo da Viterbo in the Mazzatosta Chapel at the church of Santa Maria della Verità, and the works by Mantegna and fellow artists in the Ovetari Chapel at the church of the Eremita in Padua, which stood out as the main precedents especially in terms of reintegrating images.

However, amongst these cases, apart from the obvious analogies, there were differences that could not be ignored. In the case of Viterbo, for example, the task was to reconstitute the decoration of an entire but fairly small room, with real and decorated space being essentially the same. In the case of Assisi, the damage concerned a relatively small part of the Basilica's overall decorative scheme (400 square metres out of a total of 5,000) within an extremely large space, where it would have been unrealistic to use the *tratteggio* technique make the reconstruction work distinguishable from the original, especially as the Basilica's overall decorative scheme had very visible signs of previous restoration work, especially the eight saints on the parts of the arch which had not collapsed. A final important difference involved the greater necessity to perceive the original material of the frescos as a mark of their authenticity, therefore to be altered as little as possible without attempting to *complete* images when they were perfectly recognisable.

The basic choice was not to retouch the losses in imitation of the surviving paint, but rather to give the fragmented paintings a sense of unity by visually *toning down* (using neutral grey washes) the losses; a technique which was also similar to that previously employed in the restoration of losses in the paintings which had not collapsed.



1997



1999



2002

(1997) Veduta del crollo che ha coinvolto l'arcone, il costolone e una vela della prima campata, corrispondenti a otto figure di Santi e alla vela di San Girolamo.

(1999) La stessa area dopo la ricostruzione muraria.

(2002) Ricollocazione della vela di San Girolamo a restauro ultimato.

(1997) View of the collapse which affected the large arch, the rib and a web of the first bay, corresponding to eight figures of Saints and the web of St Jerome.

(1999) The same area after reconstruction walls.

(2002) Relocation of the web of St Jerome after restoration.

dei Santi, riportati a campeggiare, per quanto possibile, all'interno delle finte bifore pur senza doverne ripristinare mimeticamente le mancanze. Per questa zona in particolare, i dati fondamentali di riferimento erano due: alle basi dell'arcone sul quale sono dipinte le coppie di Santi, ci sono due trifore reali alle quali si rifanno, evidentemente, le bifore cosmatesche dipinte, dentro le quali sono collocati i Santi; delle sedici coppie di Santi, le otto rimaste *in situ*, sono però giunte a noi già in cattive condizioni, con zone completamente mancanti e altre ridotte quasi allo stato di larve, una situazione, questa, che peraltro non interessa soltanto la pittura dell'arcone ma buona parte della decorazione della Basilica Superiore (circa la metà), dai cicli di Cimabue ai registri alti della navata, alla controfacciata (peraltro confinante con l'arcone).

La conseguenza di quest'ultima constatazione è che sarebbe stato quanto meno incongruo cercare di ricostituire una pittura in modo tale da renderla almeno apparentemente integra grazie a interventi di ricostruzione mimetica delle parti mancanti proprio laddove più distruttiva è stata l'azione del terremoto.

Si è optato pertanto per una soluzione che, pur non nascondendo le tracce di un evento così terribile, garantisse ciononostante la migliore fruibilità possibile dell'opera attenuando al massimo l'interruzione del tessuto pittorico in corrispondenza dell'architettura dipinta e del fondo azzurro e limitandosi ad attutire il disturbo visivo che avrebbero recato le lacune all'interno delle figure se il loro intonaco non fosse stato otticamente *abbassato* ad acquerello fino a risultare retrocesse rispetto all'emergere delle zone originali delle immagini ricostituite.

Ciò ha consentito di restituire all'opera la sua struttura formale originaria, ricostituendo il rapporto spaziale tra figura, architettura e fondo e quindi ristabilendo l'iniziale continuità sia con i Santi dell'arcone rimasti *in situ* che con le trifore reali.

La ricollocazione degli otto Santi restaurati è stata effettuata nel mese di settembre 2001, dopo molteplici incontri specialistici culminati nel Convegno internazionale *La realtà dell'Utopia* svoltosi ad Assisi nel marzo dello stesso anno.

The formal *reconstruction* of the paintings took into account its intrinsic relationship with both the real and painted architectural elements, in particular the figures of the Saints who went to fill as much as possible, without recreating the missing parts, the space within imitation double lancet windows. For this area in particular, there were two basic reference points: at the foot of the main arch holding the sixteen Saints, there are two real-life triple lancet windows which evidently provided the inspiration for the double lancet windows painted in the Cosmati style, which frame the Saints.

Of the sixteen Saints on the main arch, the eight *in situ* which had not collapsed were in very poor condition with completely missing areas and some reduced to mere fragments. Unfortunately, this is also the condition of a large part of the decorative scheme in the Upper Basilica (about half) including Cimabue's works, the upper registers of the nave, and the entrance wall (inside the main arch).

As a consequence, it would have been incongruous to attempt to reconstitute the repaired frescos so as to make them apparently whole and complete by imitative repainting of the missing parts, especially in exactly those parts of the Basilica most damaged by the earthquake.

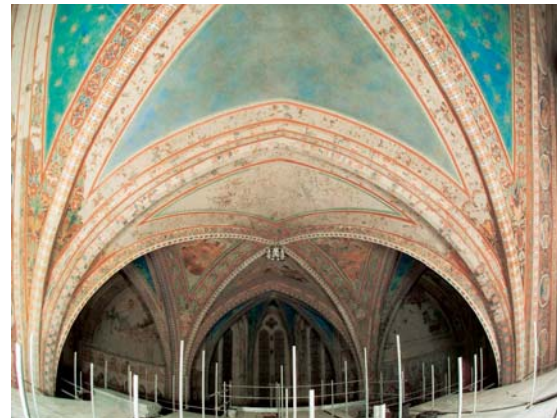
Therefore, the decision was taken to use an approach that, while not completely hiding the traces of such a terrible event, ensured the best possible view of the work attenuating the interruption of the painted surface in the area of the painted architecture and the blue background, and softening the visual disturbance of the *lacunae* within the figures, by visually *toning down* the plaster fillings covering the losses using watercolours, in order that the lacunae fade back to allow the original parts of the restored images to stand out more clearly.

This made it possible to reconstitute the formal structure of the original by recreating the spatial relationship between the figures, the architecture and the background, thereby re-establishing the original continuity not only with the saints on the main arch which had remained *in situ*, but also with the real-life triple lancet windows.



Veduta del crollo che ha coinvolto una vela della quarta campata, il costolone e una vela della campata centrale del transetto, corrispondenti ad una vela stellata e alla vela di San Matteo (di Cimabue).

View of the collapse which involved a web of the fourth bay, the rib and a web of the central bay of the transept, corresponding to a web of starry sky and to the web of St Matthew (by Cimabue).



La vela di San Matteo e la contigua vela stellata dopo il restauro.

The web of St Matthew and the adjacent web of starry sky after restoration.

L'anno successivo è stata ricollocata la decorazione della Vela di S. Girolamo e del costolone, ispirandosi, ovviamente, agli stessi criteri.

Il problema per la Vela di San Matteo è stato ben più difficile e complesso, a cominciare dall'estensione del danno, due vele anziché una, e dalla maggiore frantumazione dei frammenti, che hanno subito una doppia caduta, sull'altare e sul pavimento.

In questo caso nonostante la ricerca sui frammenti sia stata eseguita con la stessa metodologia messa a punto per i precedenti e *assistita da computer*, è stata recuperata solo per un 25% circa della superficie dipinta, questo ha reso impossibile una ricostruzione dell'immagine ma, a fronte di tale disperata situazione è stato deciso comunque di ricollocare *in situ*, i pochi frammenti ritrovati della vela di Cimabue, come atto estremo di salvaguardia di quanto resta della materia originale.

Oggi chi visita la Basilica di Assisi percepisce il trauma devastante di quel terremoto ma ha la fortuna di potere ancora stupire di fronte a due testi figurativi fondamentali della cultura artistica dell'Occidente.

The relocation of the restored figures of the eight Saints was carried out in September 2001, following a series of meetings for professionals in the sector, culminating in the international conference *La realtà dell'Utopia* held in Assisi in March of the same year. During 2002 the bay with St Jerome and the main rib were relocated, obviously using the same methods.

The problem with the bay with St Matthew was more difficult and complex: firstly, the extent of the damage – not just one bay but two – but also the more heavily fragmented pieces, which had suffered a double fall, onto the altar and then to the floor.

In this case, even though the fragments were examined using the same methodology developed previously, including *computer-assisted systems*, only about 25% of the painted surface was recovered, making it impossible to reconstruct the image.

Despite such a hopeless situation, it was decided in any case to relocate the few relocated fragments of Cimabue's work, as a final act to safeguard the remnants of the original painting.

Today's visitors to the Upper Basilica in Assisi can even now sense the devastating trauma of the earthquake but at the same time they have the good fortune to still be able to admire two fundamental paintings in the Western artistic tradition.

Bibliografia

C. BRANDI (a cura di), *Mostra dei frammenti ricostruiti di Lorenzo da Viterbo*, Catalogo, Roma maggio 1946.

G. URBANI, G. TORRACA, *Nuovi supporti per affreschi staccati*, "Bollettino ICR", 1965.

C. BRANDI, *Teoria del Restauro*, Roma 1963.

AA.VV., *Guide to the recovery, recomposition and restoration of scattered wall paintings. Experience gained at the Basilica of St Francis in Assisi (Guida al recupero, ricomposizione e restauro di dipinti murali in frammenti. L'esperienza della Basilica di San Francesco in Assisi)*, Roma 2001.

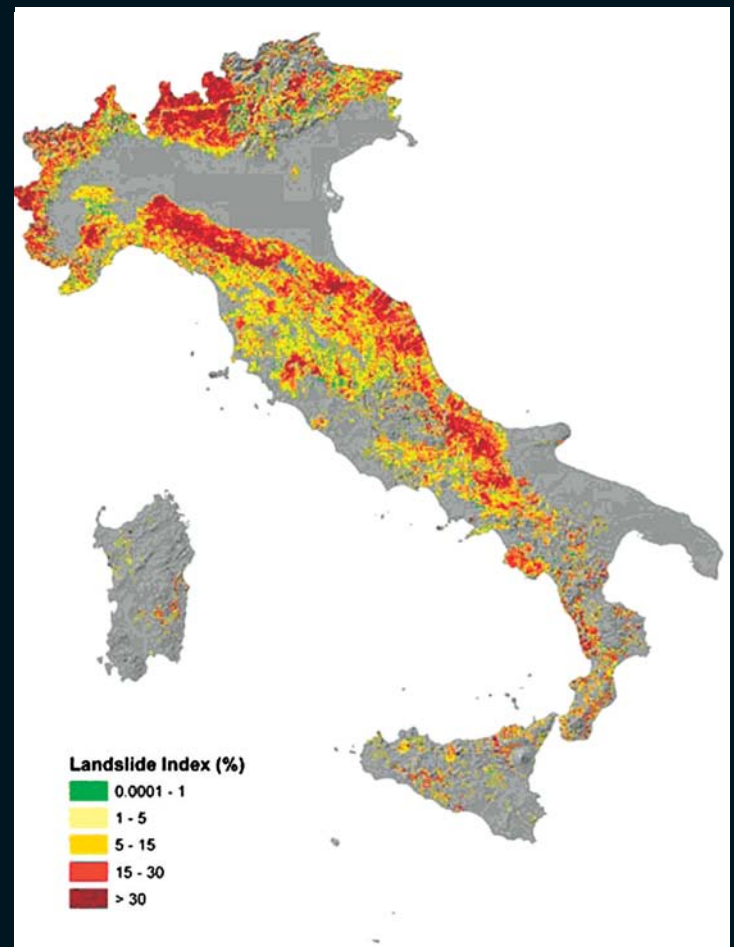
G. BASILE, P. NICOLA GIANDOMENICO (a cura di), *Utopia becomes reality (L'Utopia diventa realtà)*, Quaderno n. 5, Assisi 2006.

G. BASILE (a cura di), *Restauri in San Francesco ad Assisi. Il cantiere dell'Utopia*, Perugia 2007, edizione in inglese *Restoring the Basilica of St Francis in Assisi*, Firenze 2009.

Il Sistema Informativo Territoriale dell'ISCR

The Geographical Information System of ISCR

Carlo Cacace, Francesca Capanna



La Carta del Rischio del Patrimonio Culturale The Risk Map of the Cultural Heritage

Carlo Cacace

L'idea di poter identificare e quantificare il rischio cui sono sottoposti i beni culturali in Italia viene sviluppata all'interno di un progetto dell'Istituto Centrale del Restauro nel 1990: la Carta del Rischio del Patrimonio Culturale. Il concetto nasce da un precedente progetto ideato da Giovanni Urbani che nel 1975 diede vita al *Piano pilota per la conservazione programmata dei beni culturali in Umbria*.

Il concetto di conservazione programmata matura nel decennio fra gli anni '60 e '70 del secolo scorso all'interno dell'ICR, come sviluppo dell'enunciato teorico di Cesare Brandi di restauro preventivo.

In sostanza si sposta l'attenzione dall'opera o dal monumento al contesto in cui essa/o è inserita, passando dall'intervento di restauro e quindi dall'intervento diretto sulla singola opera all'intervento sul contesto ambientale – inteso sia come spazio museale, sia come territorio in senso più generale –, al fine di ridurre gli effetti negativi che questo può indurre sul bene e danneggiarlo.

Il Sistema Informativo Territoriale della Carta del Rischio è un sistema di sperimentazione sul territorio, per la conoscenza sul rischio di danno dei beni. Il SIT è un sistema di banche dati, alfanumeriche e cartografiche, in grado di esplorare, sovrapporre ed elaborare informazioni intorno ai potenziali fattori di rischio che investono il patrimonio culturale. Per la costruzione del modello di rischio è stato adottato un approccio statistico, sulla cui base i singoli beni sono valutati come *unità* di una *popolazione statistica* di cui si mira a valutare il livello di rischio (Fig. 1).

I Fattori di Rischio sono stati suddivisi in: Vulnerabilità Individuale, ossia una

Carlo Cacace

The idea of being able to identify and quantify the risks which the Italian cultural heritage is exposed to, was developed as part of a project by the Istituto Centrale del Restauro in 1990: the *Risk Map of the Cultural Heritage*.

The concept arose from a previous initiative in 1975 when Giovanni Urbani designed and created the *Pilot project for the Conservation Planning of Cultural Heritage in Umbria*.

The notion of planned conservation developed in the 1960s and 70s within the departments of the Istituto Centrale del Restauro, as a practical development of Cesare Brandi's theories on preventive restoration.

In practice, attention is transferred from the work (or the monument) to the context in which it is located, moving from direct restoration of the single work to intervention on the broader environmental context – whether as museum space or territory in the more general sense – in order to reduce the negative effects this might have on the cultural heritage item, and the damage it might cause.

The Geographical Information System of the Risk Map (SIT) is an experimental system for determining the risks that cultural sites are exposed to. The SIT system of alphanumeric and cartographic databases is designed to explore, superimpose and process information regarding the potential risk factors affecting Italy's cultural heritage. To build the risk model, a statistical approach was used, in which the individual items were considered as *units* of a *statistical population* aimed at evaluating the level of risk (Fig. 1).

Risk factors were divided into: individual vulnerability, in other words, the level of exposure of a particular site to aggression by environmental fac-

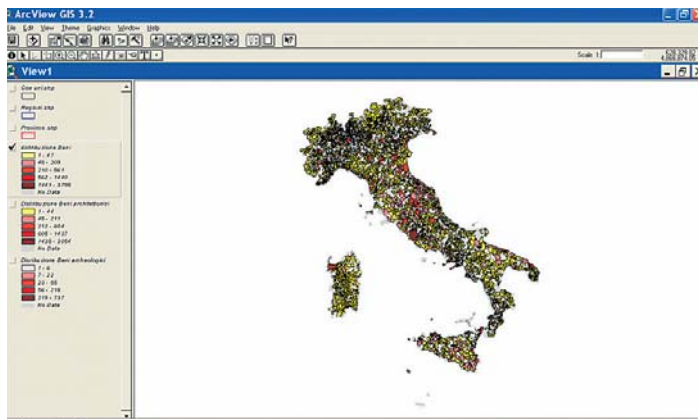


Fig. 1

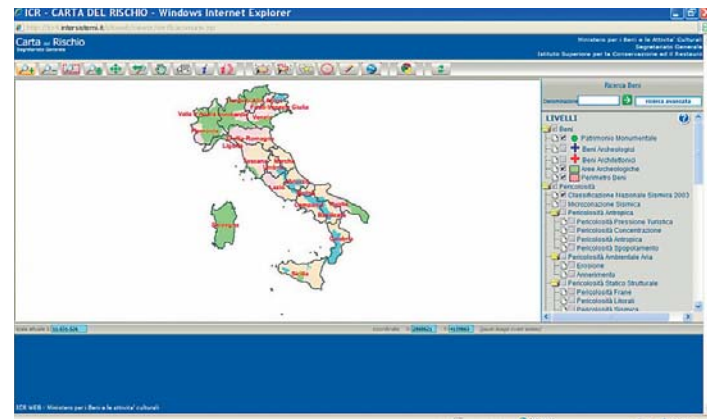


Fig. 2

funzione che indica il livello di esposizione di un dato bene all'aggressione dei fattori territoriali ambientali; Pericolosità Territoriale, ossia una funzione che indica il livello di potenziale aggressività di una data area territoriale, indipendentemente dalla presenza o meno dei beni. Al fine di costruire il modello di rischio, sono stati individuati tre differenti domini, validi sia per la Vulnerabilità che per la Pericolosità. I domini individuati per la Vulnerabilità sono: il dominio Ambientale-Aria (definito dall'aspetto della superficie), il dominio Statico-Strutturale (definito dalle caratteristiche costruttive e statico-strutturali), il dominio Antropico (definito dall'uso e dalla sicurezza). Analogamente, i domini individuati per la Pericolosità (P) sono: il dominio Ambientale-Aria (caratterizzato dai fattori climatici, microclimatici e dagli inquinanti dell'aria), il dominio Statico-Strutturale (definito dalle caratteristiche geomorfologiche del suolo e del sottosuolo), il dominio Antropico (caratterizzato dalle dinamiche demografiche e socioeconomiche). Il modello sopra descritto permette di esprimere il Rischio come una funzione generale delle componenti di Vulnerabilità, relative a ogni unità della popolazione, e di pericolosità, relative a ogni area territoriale sulla quale il bene si colloca. A tale proposito per lo stato di conservazione dei beni culturali sono state realizzate due schede che valutano, con appositi algoritmi, sia lo stato di conservazione che la suscettibilità al danno sismico del bene architettonico e archeologico (Fig.2).

Vulnerabilità: stato di conservazione

La vulnerabilità rappresenta lo stato di conservazione del bene, viene calcolata statisticamente su un numero consistente di variabili che vengono reperite attraverso fasi di schedatura che descrivono le condizioni conservative del bene. La scheda è strutturata in due sezioni: la prima anagrafico-identificativa, dove il bene viene identificato con lo standard definito dall'Istituto Centrale del Catalogo e della Documentazione (ICCD). La seconda descrit-

tors; territorial hazard, that is the level of potential aggressiveness of a given territorial area regardless of the presence or otherwise of cultural sites. In order to build the risk model, three different domains were identified, valid for vulnerability and hazard levels. The domains identified for vulnerability were: environment-air domain (defined by the shape of the surfaces); static-structural domain (defined by the static and structural construction characteristics); anthropic domain (defined by usage and safety aspects).

Likewise, the domains identified for exposure to danger were: environmental-air domain (characterised by climatic factors, microclimates and air pollution); static-structural domain (defined by the geomorphologic features of the soil and subsoil); anthropic domain (characterised by demographic and socio-economic aspects). The above model makes it possible to express risk as a general function of the vulnerability components relating to each unit of the population, and the levels of hazard relating to each territorial area where the cultural sites are located. In this context, two files have been created regarding the conservation condition of cultural sites and their exposure to seismic risk, in order to evaluate their architectural and archaeological vulnerability using specific algorithms (Fig.2).

Vulnerability: conservation condition

Vulnerability represents the item's conservation condition and is calculated statistically using several variables which are acquired during the data sheeting phase, describing the item's condition in terms of conservation. The file is divided into two sections: the first concerning registration and identification data, where the item is identified using the standard terms defined by the Central Institute for Catalogues and Documentation (ICCD). The second is descriptive, designed to show the

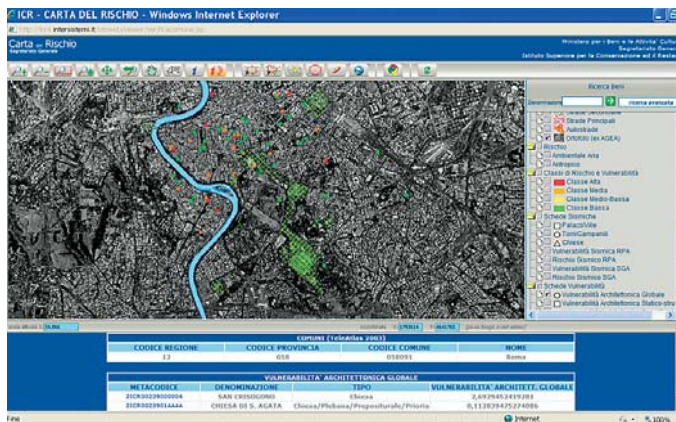


Fig. 3



Fig. 4

tiva, finalizzata al rilevamento dello stato di conservazione e al calcolo della vulnerabilità, attraverso valutazioni metriche degli elementi costitutivi e dell'estensione e gravità delle diverse forme di degrado presenti sul manufatto. La scheda prevede, inoltre, un corredo di allegati fotografici ed elaborati grafici e cartografici. La Vulnerabilità viene valutata attraverso i numerosi dati raccolti durante lo studio del manufatto, relativi allo stato di conservazione delle superfici e delle strutture, oltre a quelli sulle modalità di uso del bene. Le variabili utilizzate per quantificare lo stato di conservazione della superficie sono organizzate in base al grado di urgenza, gravità ed estensione che più tipologie di danno possono assumere in relazione agli elementi che caratterizzano l'aspetto *superficiale* del bene, agli elementi costruttivi fondamentali e alla sicurezza del bene.

Gli elementi costruttivi tipologici sui cui vengono reperite le informazioni sono:

A. Fondazioni; B. Strutture in Elevazione; C. Strutture di Orizzontamento; D. Coperture; E. Collegamenti Verticali; F. Pavimenti Interni; G. Pavimenti Esterni; H. Rivestimenti; I. Apparato Decorativo Interno; L. Rivestimenti e Decorazioni Esterne; M. Infissi interni; N. Infissi esterni.

Le tipologie di macrodanni che vengono rilevati sono:

A. Danni strutturali; B. Disgregazione dei Materiali; C. Umidità; D. Alterazioni di origine biologica; E. Alterazione Strati Superficiali; F. Parti Mancanti (Fig. 3).

Vulnerabilità sismica

Allo scopo di determinare modelli di calcolo del rischio sismico, sono stati messi in relazione gli indicatori di pericolosità sismica, aggiornati rispetto alle nuove normative vigenti, con i dati di vulnerabilità ed esposizione desunti da un nuovo tracciato di scheda sismica appositamente messa a punto. La scheda sismica è stata differenziata per 3 diverse tipologie di beni (1-palazzi; 2-torri/campanili; 3-chiese/teatri/sistemi edilizi complessi). La scheda è

conservazione condition and to enable calculation of the vulnerability through evaluation of the constituent elements and the extension and seriousness of the various forms of deterioration affecting the item. The file also includes a number of photographic, illustrative and cartographic supports. The vulnerability is evaluated through the large quantity of data collected while examining the item, relating to the three domains of surfaces and structures, as well as that regarding usage. The variables used to quantify the state of conservation of the surfaces are organised according to the degree of urgency, seriousness and extension that various types of damage could have in relation to the item's *surface* aspect, the basic construction elements and the level of safety.

The construction elements on which the information is based are as follows:

A. Foundations; B. Structures in Elevation; C. Horizontal Structures; D. Roof Coverings; E. Vertical Connections; F. Internal Flooring; G. External Paving; H. Cladding; I. Internal Decorative Features; L. External Decoration and Facing; M. Internal Frames; N. External Frames.

The types of macro-damage are:

A. Structural Damages; B. Crumbling of Materials; C. Humidity; D. Biodeterioration; E. Altered Surface Layers; F. Missing Parts (Fig.3).

Seismic vulnerability

The calculation models for seismic risk were established by comparing the indicators of seismic hazard, updated according to the latest norms, with the data regarding vulnerability and risk exposure taken from a new seismic map created for the occasion. The map shows three different types of cultural sites (1- palazzos, 2 - towers/campaniles, 3 - churches/theatres/building complexes). It was first tested on a sample of 3150 sites in Sicily and Calabria, with in-depth examination of other aspects

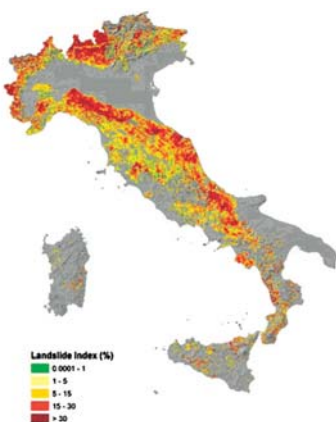


Fig. 5
IFI: Indice frana
derivato
dall'Inventario
Italiano Frane
(fonte ISPRA).
Map from the IFI
catalogue of
landslides in
Italy (source:
ISPRA).

stata testata su un primo campione di 3150 monumenti in Sicilia e Calabria, sui quali sono stati approfonditi anche ulteriori aspetti relativi all'anamnesi sismica-costruttiva e al rilevamento della risposta di micro-tremori al rumore ambientale (Fig. 4).

Ricadute e sviluppi

Il SIT è un sistema aperto infatti è in relazione con enti istituzionali che operano sul territorio, in questo senso un partner privilegiato dell'ISCR e l'ISPRA (Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale). Un importante lavoro nell'ambito del progetto LIFE ACT (Adapting to Climate Change in Time) è stato realizzato per il patrimonio culturale di Ancona tra maggio e dicembre 2011: un'attività di ricerca in collaborazione tra l'ISCR e l'ISPRA - Dipartimento Servizio Monitoraggio e Prevenzione degli impatti sull'Atmosfera, sugli effetti dei cambiamenti climatici sui beni di interesse storico-artistico. Nel 2007 nell'ambito del progetto europeo Noah's Ark, è stato pubblicato il *Global Climate Change Impact on Built Heritage and Cultural Landscapes* sono state elaborate le previsioni dei parametri climatici in Europa fino al 2100 e realizzate le *mappe di danno*, che rappresentano i potenziali impatti del clima e dell'ambiente sui materiali costituenti il patrimonio culturale. I risultati ottenuti nel progetto citato indicano che le variazioni di temperatura, il contenuto d'acqua all'interno dei materiali, l'umidità relativa dell'aria, le precipitazioni e le concentrazioni di inquinanti atmosferici sono i principali responsabili dei processi che contribuiranno, nel futuro prossimo, a incrementare i fenomeni di deterioramento dei beni esposti all'aperto. Lo studio realizzato in LIFE ACT, si è basato sull'analisi della vulnerabilità conservativa di 30 beni selezionati nella città e della pericolosità territoriale (potenziali impatti) stimata nello scenario attuale e in un scenario futuro. La correlazione tra la vulnerabilità dei beni e la pericolosità calcolata a livello comunale, ha consentito di determinare, quali siano i monumenti di Ancona, tra

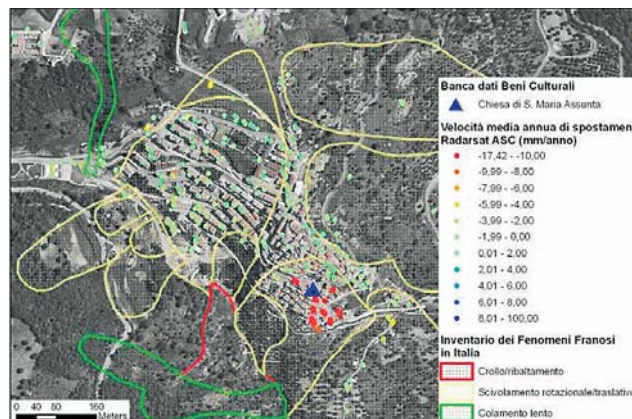


Fig. 6

concerning the case histories (seismic events and construction work), including measuring the response of micro-tremors to environmental noise (Fig.4).

Spin offs and developments

The SIT is an open system, collaborating with institutions and organisations that operate on Italian territory. In this sense, one of ISCR's privileged partners is ISPRA, the higher institute for environmental protection and research. An important activity forming part of the LIFE ACT project (Adapting to Climate Change in Time) was carried out for Ancona's cultural heritage between May and December 2011: a joint research project between ISCR and ISPRA – Department for Monitoring and Preventing atmospheric Impact, regarding the effects of climate change on items of historical and artistic importance. In 2007 as part of the European project entitled Noah's Ark, the research team published *Global Climate Change Impact on Built Heritage and Cultural Landscapes* containing forecasts for climate parameters in Europe up to the year 2100 and including *damage maps* showing the potential impact of climate and environment on the constituent materials of the cultural heritage. The results of the project showed that the main factors responsible in the near future for worsening the deterioration of cultural items exposed to the atmosphere, are as follows: temperature changes, the water content within materials, the relative humidity of the air, the amount of precipitations, and the concentration of atmospheric pollutants. The study carried out as part of the LIFE ACT project is based on analysing the conservation vulnerability of 30 sites in the city of Ancona, and the levels of territorial danger (potential impact) estimated for the current scenario and in the future one. The correlation between vulnerability and calculated hazard levels locally, made it possible to determine

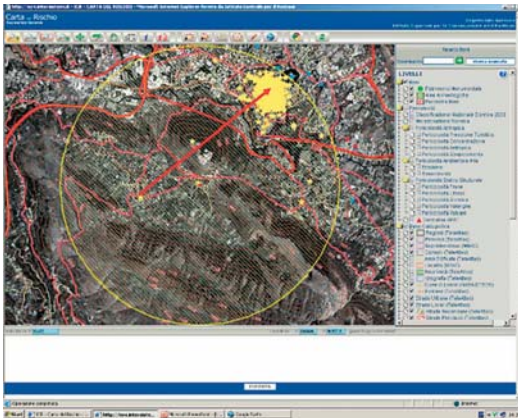


Fig. 7

quelli esaminati, da ritenere potenzialmente più a rischio al fine di individuare le opportune strategie di adattamento per la riduzione degli impatti. I beni con i valori di vulnerabilità più alta (peggiore stato di conservazione) sono risultati essere la Mole Vanvitelliana o Lazzaretto, il Tempio di San Rocco, la Chiesa del SS Sacramento, Porta Farina e la Chiesa del Gesù.

Un altro interessante lavoro è stato affrontato in collaborazione con l'ISPRA - Dipartimento Difesa del Suolo e con la società Tele Rilevamento Europa Srl. Nello studio si è cercato di definire una metodologia per la valutazione dei beni culturali esposti a fenomeni franosi a cinematisimo lento attraverso l'utilizzo dell'Inventario dei Fenomeni Franosi in Italia (Progetto IFFI), del SIT Carta del Rischio e dei dati da telerilevamento satellitare. Il Progetto IFI, realizzato dall'ISPRA e dalle Regioni e Province Autonome d'Italia, censisce e mappa i fenomeni franosi verificatisi sul territorio nazionale (Fig. 5).

A oggi l'inventario contiene oltre 486.000 frane che interessano un'area di 20.700 km², pari al 6,9% del territorio italiano. I dati di spostamento superficiale sono stati ottenuti con la tecnica interferometrica satellitare SqueeSAR™ (TRE, TeleRilevamento Europa), che permette una stima delle misure di spostamento con precisione millimetrica in corrispondenza di bersagli a terra caratterizzati da una risposta radar stabile nel tempo, sia puntiformi (PS, Permanent Scatterers), come ad esempio edifici, monumenti, sia distribuiti (DS, Distributed Scatterers). La tecnica è particolarmente idonea all'analisi di fenomeni deformativi lenti. La metodologia, sviluppata su piattaforma GIS, ha permesso di valutare il patrimonio culturale esposto a movimenti franosi molto lenti a livello provinciale ed è stato testato sui beni della provincia di Macerata (Fig. 6).

La metodologia proposta potrebbe essere applicata a tutti i siti del patrimonio culturale in Italia per individuare le priorità, studi, indagini sul campo e sistemi di monitoraggio. Infine, un ulteriore utilizzo aperto del SIT è avvenuto in occasione del terribile terremoto che ha colpito la regione Abruzzo

which of Ancona's sites, amongst those examined, were potentially more at risk in order to decide what action to take so as to reduce the environment impact. The sites with the highest levels of vulnerability (worst state of conservation) were the harbour area buildings (*Mole Vanvitelliana* or *Lazzaretto*), the Temple of San Rocco, the Church of the Holy Sacrament, the *Porta Farina* city gate and the *Chiesa del Gesù*.

Another interesting project was carried out in collaboration with ISPRA – department for defence of land and soil and the company *Tele Rilevamento Europa S.r.l.* The study set out to define a methodology for evaluating cultural sites exposed to the risks of landslides and soil slip-page by taking advantage of the Catalogue of Landslide Phenomena in Italy (IFI project), the SIT risk map and satellite earth observation data. The IFI project, carried out jointly by ISPRA and the Italian Regions and autonomous provinces, maps the landslide phenomena which have taken place in Italy recently (Fig. 5)

To date, the catalogue contains information on more than 486,000 landslides involving an area of 20,700 km², equivalent to 6.9% of the Italian territory. The data for surface movement were obtained with the satellite interferometry technique SqueeSAR™ (*TRE – TeleRilevamento Europa*) which provides an estimate of movement down to a few millimetres, in correspondence with ground targets characterised by radar response, stable over time, which is not only point-based (Permanent Scatterers – PS) such as buildings and monuments, but also distributed (Distributed Scatterers – DS). The technique is particularly suitable for analysing slow processes of deformation. The methodology, developed on a GIS platform, makes it possible to evaluate cultural sites exposed to very slow landslide movements, and was tested on several sites in the Macerata province (Fig. 6).

The proposed methodology could be applied to all the cultural heritage sites in Italy to identify priorities and to plan on-site surveys, detailed studies and monitoring systems. Finally, the SIT risk map showed itself to be extremely useful in the aftermath of the earthquake that struck the Abruzzo region in 2009. Using the map, it was possible to extract the names of the cultural sites within a range of 1.5 km from the epicentre of the earthquake. The coordinates of the epicentre were inserted on the map and a buffer zone of 1.5 km was created using the GIS functions (Fig. 7).

After extraction, the names and locations of all the sites were immediately sent to the Ministry of Cultural Heritage and the Civil Protection Agency so that damage investigation could begin.

Conclusions

The availability of the entire database directly linked to the cartographic procedure makes it possible to extract all the required information on the

nel 2009. Il SIT della Carta del Rischio ha permesso, nella immediatezza dell'evento, di estrarre tutti i beni che cadevano entro un raggio di 1.5 km dall'epicentro del sisma. In cartografia è stata inserita la coordinata dell'epicentro e con le funzioni del GIS si è creato un *buffer* di 1.5 km di raggio (Fig. 7).

L'estrazione delle indicazioni anagrafiche e geografiche sono state immediatamente indirizzate al Ministero dei Beni e delle Attività Culturali, alla Protezione civile per i primi interventi di ricognizione sui danni.

Conclusioni

La possibilità di avere a disposizione l'intera banca dati direttamente collegata alla procedura cartografica permette l'estrazione di tutte le informazioni sulla vulnerabilità e sulla pericolosità. Tutte le carte tematiche possono essere ridisegnate on line tutte le volte che viene aggiornato il data base della pericolosità o della vulnerabilità attraverso le campagne di schedatura territoriale. L'utilizzo della Carta del Rischio permette il reperimento di tutte quelle informazioni ambientali, strutturali e territoriali che possono essere una idonea base di conoscenza come riferimento e vincolo per l'impostazione metodologica della progettazione di un intervento di manutenzione e/o di restauro.

www.cartadelrischio.it

vulnerability and hazard levels of cultural sites. All the maps in the database can be revised online whenever the parameters of vulnerability and hazard levels are updated by means of territorial survey campaigns. Using the risk map makes it possible to extract all the information – environmental, structural and territorial – required for creating a knowledge base as a reference model and constraint to establish the methodology when designing a maintenance and/or restoration project.

www.cartadelrischio.it

Bibliografia

G. URBANI, *Problemi di Conservazione*, (Ed. Compositori), Bologna 1973.

G. URBANI, *Piano pilota per la conservazione programmata dei beni culturali in Umbria, progetto esecutivo*, ICR-Tecneco, Roma 1976.

AA.VV., *Per una carta del rischio del patrimonio culturale*, in *Memorabilia: il futuro della memoria*, Ministero per i beni culturali e ambientali-Istituto Centrale per il Restauro, Roma 1987.

G. CASTELLI (a cura di), *La Carta del Rischio del Patrimonio Culturale*, ICR-Bonifica, Roma 1997.

G. ACCARDO, A. ALTIERI, C. CACACE, E. GIANI, A. GIOVAGNOLI, *Risk Map: a project to aid decision-making in the protection, preservation and conservation of Italian cultural heritage*, 22-24 May 2002, Edimburg (Scotland) 2002, pp. 44-49.

C. CACACE, *La Carta del Rischio*, in *L'impatto dell'inquinamento atmosferico sui beni di interesse storico-artistico esposti all'aperto*, APAT Agenzia per la Protezione dell'ambiente e per i servizi tecnici, (Stampa IGER edizione) 2005, pp. 63-72.

P. ANGELETTI, A. BIANCHI, A. DONATELLI, O. CRISTALLINI, E. RASIMELLI, *Un metodo speditivo di valutazione della vulnerabilità del rischio sismico di beni culturali. Caso di studio Sicilia e Calabria*, in *Atti del XIII Convegno di Ingegneria Sismica*, Bologna 28 giugno-2 luglio 2009.

P. BONANNI, C. CACACE, R. GADDI, A. GIOVAGNOLI, *Il rischio territoriale per i beni culturali di Torino*, in *Atti della Conferenza Nazionale delle Agenzie Ambientali*, Roma 1-2 aprile 2009, pp.75-84.

L'ISCR per l'Abruzzo

Carlo Cacace, Francesca Capanna

L'Istituto Superiore per la Conservazione ed il Restauro è sempre coinvolto in circostanze di emergenza del patrimonio dovute ad eventi calamitosi. In ogni occasione mette a disposizione le proprie competenze ed il proprio personale.

All'indomani della forte scossa di terremoto che il 6 aprile 2009 danneggiava gravemente il patrimonio culturale abruzzese ed in particolare quello aquilano, il sistema informativo territoriale della Carta del Rischio, progetto nato per la programmazione degli interventi di manutenzione e restauro dei Beni Culturali, è stato utilizzato per estrarre in immediato tutte le informazioni alfanumeriche e cartografiche utilizzando le funzioni proprie del GIS, inserendo le coordinate geografiche dell'epicentro del terremoto.

Le informazioni ottenute consistevano in:

- 223 Beni Archeologici suddivisi in:
 - 101 beni con decreti di vincolo,
 - 117 beni con schedatura Touring Club Italiano e Laterza,
 - 5 beni con schede di vulnerabilità stato di conservazione.
- 3050 Beni architettonici suddivisi in:
 - 1526 beni con schedatura decreti di vincolo,
 - 1451 beni con schedatura Touring Club Italiano e Laterza,
 - 68 beni con schede di vulnerabilità stato di conservazione,
 - 5 beni con schedatura di vulnerabilità sismica.

Il materiale è stato fornito alla Protezione Civile ed è stato la base georiferita di partenza per il progetto nominato "ABC Abruzzo".

Il nostro istituto, considerata l'esperienza acquisita nel campo dei sistemi

The ISCR in Abruzzo

Carlo Cacace, Francesca Capanna

The Istituto Superiore per la Conservazione ed il Restauro (ISCR) is always involved in emergency situations when calamitous events affect the cultural heritage. Together with its specialised personnel, the Institute makes available its skills and know-how in all circumstances.

In the aftermath of the major earthquake on 6 April 2009 which seriously damaged the cultural heritage in the Abruzzo region, in particular in the town of L'Aquila, the Geographical Information System of the Risk Map (designed for planning the maintenance and restoration of cultural property) made it possible to extract immediately all the alpha-numeric and cartographic data using its GIS functions by inserting the geographical coordinates of the earthquake's epicentre .

The information obtained was made up of:

- 223 archaeological sites divided into:
 - 101 sites protected by legislative decrees
 - 117 sites listed by publishers (Italian Touring Club and Laterza)
 - 5 sites catalogued as in vulnerable condition
- 3050 architectural sites divided into:
 - 1526 sites protected by legislative decrees
 - 1451 sites listed by publishers (Italian Touring Club and Laterza)
 - 68 sites listed as in vulnerable condition
 - 5 sites listed as vulnerable to seismic activity

This information was sent to the Civil Protection agency and became the geographically referenced starting point for the project entitled "ABC Abruzzo".

The ISCR, given its extensive experience on systems for checking and cata-



Restauratori nei laboratori nel Museo di Celano durante il controllo del dipinto su tela raffigurante *Madonna col Bambino, San Giuseppe, San Francesco e San Giovannino* di Giovanni Paolo Cardone gravemente danneggiato.

Restorers in the laboratories in the Celano Museum during examination of the badly damaged canvas by Giovanni Paolo Cardone showing the *Madonna and Child, with Joseph, St Francis and St John the Baptist*.



La *Deposizione* proveniente dalla Cattedrale di San Massimo Levita, particolare della testa danneggiata dal sisma.

The *Deposition* from the Cathedral of San Massimo Levita. Detail of the head damaged by the earthquake.

di controllo e schedatura dei manufatti, sviluppata con il lavoro di strutturazione della Carta del Rischio, è stato incaricato dell'impostazione metodologica e dell'esecuzione del lavoro di ricognizione, schedatura e pronto intervento delle opere raccolte presso il Museo della Preistoria d'Abruzzo di Celano-Paludi.

La Direzione Regionale per i Beni Culturali d'Abruzzo, aveva individuato quel museo, come luogo adatto al ricovero delle centinaia di opere trasferite dal Museo Nazionale d'Abruzzo sito nel Forte Spagnolo e da molte chiese de L'Aquila, che erano inagibili a causa delle scosse. Il luogo, una struttura di 3800 metri quadrati, già dotato di laboratori di restauro e di foresteria, è stato potenziato in tempi veloci e senza costi aggiuntivi.

L'attività di ricognizione a Celano è durata tre mesi e si sono avvicendate squadre di tecnici specializzati provenienti da tutti i laboratori di restauro pubblici del territorio nazionale. L'Istituto Superiore per la Conservazione ed il Restauro, ha guidato le squadre alternandosi con l'Opificio delle Pietre Dure di Firenze. È stato possibile controllare più di 500 manufatti di diverse tipologie: dipinti su tela, su carta e su tavola, sculture lignee, in terracotta e in pietra, tessuti, manufatti in carta, cuoio e metallo ed eseguire moltissimi piccoli interventi di prima emergenza.

L'obiettivo era quello di organizzare i materiali in deposito in modo da consentire una facile reperibilità e in modo da permettere una razionale programmazione degli interventi futuri. Il metodo, che si descrive qui di seguito, è risultato efficace tanto da divenire prassi istituzionale e da essere nuovamente applicato con minimi correttivi in occasione del sisma che ha colpito il nord d'Italia la scorsa primavera.

Per ogni manufatto è stata redatta una scheda conservativa sintetica, che individua in calce un codice da 1 a 4 per indicare la gravità delle condizioni e l'urgenza di un restauro.

A scopo riepilogativo è stato approntato un foglio Excel con una sintesi dei

loguing works, brought to maturity during the design and creation of the Risk Map, was commissioned to devise and implement the system for identifying, cataloguing and conducting emergency treatment on the artworks gathered at the Abruzzo Celano-Paludi Museum of Prehistory.

The Abruzzo Regional Cultural Heritage Office had chosen this museum as a suitable place to receive the hundreds of artworks transferred from the Abruzzo National Museum housed in the *Forte Spagnolo* and from the many churches in the town of L'Aquila which had been closed due to earthquake damage.

The museum complex, covering 3800 square metres and already equipped with restoration laboratories and visitor facilities, was expanded in record time at no additional cost.

Cataloguing work at the Celano Museum lasted three months with alternating teams of specialists from all the government restoration laboratories in Italy. The ISCR shared the task of organising the teams of restorers with the Opificio delle Pietre Dure of Florence. More than 500 items of various types were checked – paintings on canvas, paper and wooden panels; sculptures in wood, terracotta and stone, textiles, objects made of paper, leather and metal – while at the same time numerous small emergency repairs were carried out.

The aim was to store the items in a way that would make it easy to retrieve them and so that it would be possible to organise a rational programme for future treatments. The method, described below, turned out to be so effective that it became institutional standard practice and was used again, with only minimum changes, in an emergency situation when an earthquake struck northern Italy in the spring of 2012.

A brief form was compiled for each item with a code number (from 1 to 4) showing the seriousness of the object's condition and the urgency for restoration.



dati identificativi, il codice di priorità ed il settore di sistemazione temporanea nel deposito di Celano.

Le condizioni ambientali dei laboratori e del deposito sono state monitorate con una centralina microclimatica dell'ISCR per poter registrare le condizioni termo igrometriche e controllare le condizioni ambientali dei materiali nei depositi alla fine degli interventi.

Tutta la documentazione è stata consegnata alla Soprintendenza competente per territorio che ne ha fatto la base per la programmazione degli interventi di restauro ed è confluita nella banca dati del Sistema Informativo Territoriale della Carta del Rischio sopra citato. Il materiale è consultabile on line sul sito *Carta del Rischio* e rappresenta un'importante piattaforma di conoscenza dello stato di conservazione delle opere e delle necessità di intervento a medio e lungo tempo.

La ricca collezione di statue lignee che è depositata a Celano ha resistito relativamente bene al sisma, come anche i manufatti in carta, mentre i dipinti su tela, tra l'altro molto numerosi, si sono dimostrati, come prevedibile, i più vulnerabili con una percentuale di opere in pessimo stato superiore al 15 %.

Su molte opere è stato possibile effettuare tempestivamente piccoli interventi di prima emergenza, in alcuni casi i danni erano tali da richiedere interventi completi come ad esempio l'antica scultura lignea conservata al primo piano del Museo Nazionale d'Abruzzo, proveniente dalla Cattedrale di San Massimo Levita e raffigurante una magnifica *Deposizione*.

I danni subiti dalla *Madonna in trono con Bambino* in terracotta policroma di Saturnino Gatti proveniente dalla Basilica di Collemaggio a L'Aquila, sono stati subito oggetto di un intervento di restauro completo per il valore devozionale dell'oggetto e perché riconosciuto, sin da subito, simbolo del tragico evento.

L'attività dell'ISCR non si è però fermata a Celano, il nostro istituto è stato



La *deposizione* proveniente dalla Cattedrale di San Massimo Levita, durante le operazioni di imballo dopo il pronto intervento.

The *Deposition* from the Cathedral of San Massimo Levita, during packing after emergency treatment.

A summary of the identification data was prepared on an Excel spread sheet listing the priority code and the item's temporary location in the Celano storage area .

The environmental conditions of the laboratories and the storage area were monitored using an ISCR microclimatic control unit to record the temperature and humidity and check the parameters of the materials in storage.

All the documentation was delivered to the Superintendency responsible for the territory in question, to be used as a basis for planning future restoration, and the information was added to the database of the Geographical Information System of the Risk Map mentioned above . The information can be consulted online at the Risk Map website (*Carta del Rischio*) and represents an important platform for our knowledge regarding the condition of the works and their need for medium/long-term actions.

The extensive collection of carved wooden statues stored in the museum withstood the earthquake fairly well, as did the paper items, while the large number of canvas paintings showed themselves to be the most vulnerable, as expected, with over 15% of the works in very poor condition.

It was possible to rapidly carry out small emergency repairs on many works, but in some cases the damage was serious enough to require full restoration – for example, the ancient wooden sculpture displayed on the first floor of the Abruzzo National Museum, from the cathedral of San Massimo Levita, depicting a magnificent *Deposition*.

The damage to the *Virgin Enthroned with Child* in polychrome terracotta by Saturnino Gatti from the Basilica of Collemaggio in L'Aquila, was immediately restored due to the object's devotional value and because it had immediately become the symbol of the tragic event.

Activities were not confined to the Celano Museum since the ISCR was also involved in resolving other specific problems in the region, on a needs basis, as they gradually emerged over time.

anche coinvolto per la risoluzione di problemi specifici sul territorio, individuati in base alle necessità di volta in volta emergenti.

Nell'agosto 2009, sempre nella Basilica di Collemaggio, è stato effettuato un intervento d'urgenza: si è reso necessario lo stacco di un frammento di dipinto murale, risalente al sec. XVII. Il dipinto apparteneva al pennacchio sinistro della cupola, crollato a seguito del sisma ma ancora aderente ad una grande porzione di struttura muraria: l'intero blocco emergeva dalle macerie che occupavano il presbiterio e la figurazione risultava capovolta e opposta alla sua posizione originaria. Raffigura la parte inferiore dell'immagine di Papa Celestino V.

Sul selciato di Piazza Mercato erano state accatastate per più di sei mesi le nove porzioni della tempera su tela proveniente dal soffitto del duomo aquilano dipinta con la cupola in falso prospettico da Venanzio Mascitelli nel 1827. I tecnici dell'Istituto Superiore per la Conservazione ed il Restauro hanno provveduto, tra ottobre e dicembre 2009, alle operazioni di messa in sicurezza necessarie al trasferimento in luogo più idoneo: un ambiente prefabbricato e climatizzato messo a disposizione dall'Accademia di Belle Arti de L'Aquila. In seguito, su alcuni frammenti campione trasportati presso i laboratori di restauro ISCR, sono state eseguite operazioni di consolidamento e risanamento del supporto e degli strati pittorici, per studiare la fattibilità del restauro e del ricollocamento *in situ* dell'opera.

L'intervento è stato effettuato dall'ISCR all'interno di una grande tenda montata in piazza dai vigili del fuoco. Prima del sopraggiungere della stagione fredda, è stato stabilito che fosse fondamentale tentare di separare la tela dal tavolato per ridurre al massimo il peso e l'ingombro dell'opera o, in alternativa, suddividere le sezioni in porzioni più maneggevoli ed immagazzinabili, quando l'incollaggio della tela al tavolato è risultato troppo tenace.

In considerazione del gran numero di parti in cui è stato necessario suddividere le diverse sezioni dell'ampia superficie coperta dalla tela, è stato progettato un sistema di immagazzinamento modulare ed adattabile alle due diverse tipologie di trattamento delle sezioni di tela.

Tutti i frammenti allestiti sui sostegni provvisori sono stati immagazzinati in un locale appositamente predisposto.

Attualmente l'ISCR continua la sua attività monitorando i movimenti della struttura del Castello Forte Spagnolo de L'Aquila, svolgendo attività in cui si confrontano le letture degli spostamenti strutturali con gli eventi sismici rilevati dall'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV).

I dati registrati in maniera autonoma dai sensori sono rilevati con cadenza periodica settimanale o, in caso di necessità, con frequenza da stabilirsi e sono resi disponibili entro 48 ore dalla loro acquisizione. Le informazioni ricavate sono archiviate ed elaborate attraverso la realizzazione di un *data base access* che permette l'allineamento dei dati tra le varie postazioni

In August 2009, once again in the Basilica of Collemaggio, the ISCR carried out the emergency detachment of a fragment of a wall painting dating from the 17th century. The painting formed part of the left spandrel of the cupola, which had collapsed during the earthquake. It was still attached to a large piece of masonry, with the whole block protruded from the rubble filling the presbytery. The scene, showing the lower part of the image depicting Pope Celestine V, was upside down and on the opposite side from its original position.

For more than six months there had been lying on the cobble stones of Piazza Mercato nine sections of the tempera on canvas from the ceiling of the cathedral in L'Aquila, which had been painted with a false cupola seen in perspective by Venanzio Mascitelli in 1827. Between October and December 2009, technicians from the ISCR secured the material so it could be moved to a more suitable place – a prefabricated air-conditioned structure made available by the Academy of Fine Arts in L'Aquila. Subsequently, some sample pieces were sent to the ISCR restoration laboratories where the support and the paint layers were consolidated and repaired, in order to study the feasibility of restoring the painting and repositioning it *in situ*.

Much of the work was carried out by the ISCR staff inside a large tent erected in the piazza by the fire services. Before the onset of winter, it was clear that it was essential to try to separate the canvas from its backing panel to reduce the weight and encumbrance of the work as much as possible, or alternatively, when the canvas was too strongly glued to the panel, to divide the sections into portions that were more manageable and easier to store.

Considering the many parts into which it was necessary to divide the various sections, and the large surface area covered by the canvas, a modular storage system was designed, which could be adapted to handle either of the two types of canvas sections.

All the pieces mounted on provisional supports were stored in a specially prepared area.

Currently the ISCR is continuing its work in Abruzzo by monitoring the structural movements of the *Castello Forte Spagnolo* in L'Aquila, and comparing the movements of the structure with the seismic events measured by the National Institute of Geophysics and Volcanology (INGV).

The data recorded automatically by the sensors are normally extracted once a week (or, if needed, with another frequency) and are made available within 48 hours of their acquisition. The information obtained is stored and processed on a database which aligns the data from the various sensor positions, utilising modes of compression and extraction already available on instrumentation which is identical or similar by the section *Microclimatic models and data processing from the laboratory of physics and environmental controls*.



I restauratori durante le operazioni di controllo della statua di *San Sebastiano* proveniente dalla Chiesa Santa Maria del Soccorso.
The restorers during the control of the statue of *St Sebastian* from the church Our Lady of Succour.

realizzate, utilizzando le modalità di compattamento ed estrazione già predisposti su strumentazione identica e/o analoga dalla sezione *Modelli microclimatici ed elaborazione dati del laboratorio di fisica e controlli ambientali*.

Quanto raccolto fornirà preziose informazioni per integrare il quadro dell'assetto statico dell'immobile al fine di poter attuare le procedure di restauro che si eseguiranno in fase di ricostruzione.

The database will provide valuable additional information on the building's structural behaviour in order to enable the restoration procedures that will be used when it is being reconstructed.

Bibliografia:

A. MOSCA (a cura di) *Sisma in Abruzzo. Il recupero dei monumenti*, edizione MiBAC 2010.

F. CAPANNA (a cura di), *La finta cupola del Duomo de L'Aquila, pronto intervento e recupero*. Roma Gangemi, 2010.

M. L. STELLA SPAMPINATO (a cura di), *Il transito di San Giuseppe del Museo Nazionale d'Abruzzo, un esempio di intervento su un'opera colpita dal sisma*, Roma 2010.

F. CAPANNA, C. CACACE, *L'ISCR in Abruzzo*, in "Ananke" nuova serie, n. 63 maggio 2011, pagg. 53-58.

I grandi cicli pittorici: Mantova, i dipinti
della *Camera degli Sposi* in Palazzo
Ducale e gli affreschi di Palazzo Te

The great wall paintings cycles:
Mantua, the paintings of the *Camera
degli Sposi* in Palazzo Ducale
and the frescoes in Palazzo Te

Maria Carolina Gaetani, Albertina Soavi, Francesca Capanna



L'Istituto Superiore per la Conservazione ed il Restauro (ISCR) ha affrontato interventi conservativi di numerosi e importanti cicli pittorici in Italia e all'estero; fra i tanti, i dipinti della Casa dei Vettii a Pompei e di alcune fra le più importanti tombe della necropoli etrusca di Tarquinia; i dipinti della Basilica di San Francesco ad Assisi, il Cenacolo vinciano a Milano, gli affreschi di Giulio Romano e Raffaello alla Farnesina a Roma e gli affreschi di Giotto a Padova.

In tutti i casi, gli interventi di restauro sono stati affrontati secondo il medesimo approccio metodologico scaturito dalla teoria di Cesare Brandi, secondo cui l'intervento di restauro dà principio ed è parte integrante di un momento di conoscenza che si attua attraverso lo studio storico, artistico, tecnico e ambientale del bene.

Secondo tale indirizzo, ampliato e definito da Giovanni Urbani, che lega imprescindibilmente l'opera d'arte al contesto in cui è conservata, il restauro si colloca all'interno di un'ampia pianificazione di interventi che iniziano con la fase progettuale e si concludono con la manutenzione.

Ne sono esemplificativi gli interventi realizzati sui dipinti della Camera degli Sposi, e su quelli di alcune sale di Palazzo Te a Mantova, in cui, nonostante le indubbie differenze che caratterizzano i cicli pittorici, da quelle storico-artistiche a quelle tecniche, le scelte conservative sono tutte informate ai medesimi criteri operativi.

The Istituto Superiore per la Conservazione ed il Restauro (Higher Institute for Conservation and Restoration) has undertaken conservation work on many important cycles of paintings in Italy and abroad, including the wall paintings of the Casa dei Vettii in Pompei, some of the most important tombs of the Etruscan necropoli in Tarquinia, the frescoes in the Basilica of St Francis in Assisi, the *Last Supper* by Leonardo da Vinci in Milan, the frescoes of the Farnesina by Giulio Romano and Raffaello in Rome and the Giotto's frescoes in Padua.

In all those cases, restoration work was carried out according to the approach established by Cesare Brandi, based on the theory that a restoration treatment initiates, and is an integral part of, the acquisition of knowledge about a work of art through studying its historical, artistic, technical and environmental characteristics.

This approach was expanded and further defined by Giovanni Urbani, who rooted works of art inseparably to the context in which they are preserved, so that restoration forms part of a broader programme which starts with the project design and ends with maintenance.

Exemplifying this approach are the treatments carried out on the wall paintings of the *Camera degli Sposi* in Mantua, and in several painted rooms of Palazzo Te, also in Mantua. In spite of the clear differences – historical, artistic and technical – between the cycles, their conservations followed the same operative criteria.



La Camera degli Sposi, parete ovest, raffigurazione dell'*Incontro* e parete nord, raffigurazione della *Corte*.
La Camera degli Sposi, scene of *Incontro* and north wall, scene of *La Corte*.

I dipinti della Camera degli Sposi

Maria Carolina Gaetani, Albertina Soavi

La *Camera Picta*, comunemente indicata come Camera degli Sposi, è situata al piano nobile della torre nord-orientale del Castello di S. Giorgio nel Palazzo Ducale di Mantova.

Commissionata da Ludovico Gonzaga secondo marchese di Mantova ad Andrea Mantegna, che la dipinse tra il 1465 e il 1474, è tra i pochi cicli pittorici superstiti del famoso artista.

La decorazione si estende sulla volta e le quattro pareti, compresi gli sginci delle due finestre: nelle pareti sud e ovest sono dipinti tendaggi arabescati e dorati alla maniera delle cortine in cuoio spagnole. Nelle pareti nord e ovest analoghi tendaggi sono aperti a svelare rispettivamente la scena della *Corte*, dove sono ritratti il marchese Ludovico e sua moglie Barbara di Brandeburgo circondati dai figli e da famigli, e quella dell'*Incontro*, in cui è raffigurato Ludovico Gonzaga in vesti militari mentre incontra a Bozzolo, il 1° gennaio 1462, il figlio Francesco appena nominato cardinale.

La progettazione dell'intervento

Il famoso ciclo pittorico si presentava particolarmente deteriorato. Una serie di studi preliminari sulle condizioni microclimatiche della camera hanno consentito di comprendere con esattezza le cause del degrado, riconducibili in primo luogo all'umidità di condensazione, in associazione con l'aumento del particolato atmosferico carico di agenti inquinanti e dell'anidride carbonica introdotta dai visitatori. In particolare, il fenomeno della condensazione presente soprattutto in inverno e primavera, in relazione all'esposizione nord, aveva prodotto innumerevoli



La Camera degli Sposi, parete dell'*Incontro*.
La Camera degli Sposi, the wall with the scene of *Incontro*.

The paintings in the Camera degli Sposi

Maria Carolina Gaetani, Albertina Soavi

The *Camera Picta* (Painted Room), also known as the *Camera degli Sposi*, is situated on the piano nobile, the first floor, of the north-eastern tower of the Castello di S. Giorgio in the Palazzo Ducale of Mantua.

The paintings were commissioned by Ludovico Gonzaga, second marquis of Mantua, and are among the few surviving painting cycles of the famous artist Andrea Mantegna who painted them between 1465 and 1474.

The decoration covers the vault and the four walls, including the jambs of the two windows. On the south and west walls are painted hangings, gilded with arabesque motifs after the manner of textiles popular in Florence and Venice. On the north and west walls, similar painted curtains open to reveal two famous court scenes depicting, respectively, *La Corte* with Marquis Ludovico and his wife Barbara of Brandenburg surrounded by children and family, and the *Incontro*, showing Ludovico Gonzaga in military garb meeting his son Francesco at Bozzolo on 1 January 1462, just after the latter had been appointed cardinal.

Designing the restoration project

The famous cycle of paintings was in poor condition and suffering from extensive deterioration.

A series of preliminary studies on the microclimate of the *Camera degli Sposi* provided an explanation for the precise causes of degradation, due first and foremost to condensation in association with increased atmospheric particles carrying polluting agents and carbon dioxide brought in by visitors. In particular, the phenomenon of condensation (which occurs mainly in winter and



La *Camera degli Sposi*, particolare della scena dell'*Incontro*, ritratto di Sigismondo Gonzaga.
La *Camera degli Sposi*, detail of the scene of *Incontro*, portrait of Sigismondo Gonzaga.



La *Camera degli Sposi*, scena della *Corte*. Barbara di Brandeburgo circondata da alcuni figli.
La *Camera degli Sposi*, Scene of *La Corte*. Barbara di Brandeburgo surrounded by some children.

cadute di pellicola pittorica, rendendo difficile la lettura del testo figurativo.

Di conseguenza, si rendeva necessario un complessivo intervento di restauro volto al consolidamento della pellicola pittorica e degli strati preparatori; alla pulitura delle superfici dipinte dalle sostanze sovrannesse, dai rifacimenti e dalle ampie ridipinture succedutisi nel tempo per ovviare a effetti del degrado; e infine, alla reintegrazione pittorica dell'apparato decorativo. Quest'ultimo intervento si costituiva come momento fondamentale per la comprensione e la corretta interpretazione dell'articolato ciclo dei dipinti mantegneschi.

La riproposizione del testo figurativo

La *Camera degli Sposi* si è posta, per quanto riguarda il tema della reintegrazione del testo pittorico, come un importante momento di verifica e di applicazione dei principi enunciati da Cesare Brandi nella *Teoria del restauro* (prima edizione del 1963). La direzione di Michele Cordaro e Paolo e Laura Mora, che a tali principi si è ispirata, ha indirizzato l'intervento verso una reintegrazione completa di tutti gli elementi decorativi, che restituisse alle tracce formali presenti in ogni elemento superstite il massimo rilievo, sempre nei limiti di un rispetto rigoroso dei precetti della riconoscibilità di quanto operato nel tempo attuale e della improponibilità di qualsiasi rifacimento di ciò che dell'immagine sia definitivamente perduto. Tale impostazione di metodo e la prassi operativa che ne è conseguita hanno trovato liceità nello stato conservativo delle decorazioni della *Camera degli Sposi*. Infatti, a eccezione delle pareti delle finte cortine e delle aree di intonaco a vista, si può dire che esse presentavano, nel complesso, una figuratività superstite tale da consentire una reintegrazione decisa delle parti mancanti. Il tessuto decorativo si presentava fortemente lacunoso sulle pareti sud ed est delle finte cortine, sulla parete della *Corte* e sulla volta, interessata da importanti lacune,

spring due to the north-facing exposure) had caused extensive losses in the paint layer, making it difficult to interpret the images.

As a result, it was necessary to carry out a full scale restoration involving: consolidating the paint and preparation layers, cleaning the painted surfaces and removing extraneous added material including extensive retouching, applied in the past to compensate for the deterioration, and finally, retouching and reintegration of the paintings – an essential step for understanding and interpreting this complex cycle of paintings by Andrea Mantegna.

Repairing the painted text

The *Camera degli Sposi* was an important example of verifying and applying the principles stated by Cesare Brandi in his *Teoria del restauro* (first edition in 1963) concerning the reintegration of painted surfaces. The project leaders Michele Cordaro and Paolo and Laura Mora, whose work was based on these principles, chose to carry out complete reintegration of all the decorative elements, giving maximum visibility to the formal traces of each surviving element, while always respecting the concept that anything added was recognisable as an addition, and not attempting to recreate the parts of the image that had been definitively lost. This methodological choice and the application of it in practice were appropriate for the condition of the decorations in the *Camera degli Sposi*. In fact, except for the walls with the imitation curtains and some areas with bare plaster, one could say that overall so much of the images had survived that it was possible to reintegrate the missing parts with confidence. The paintings had numerous *lacunae* on the south and east walls bearing the imitation curtains, on the wall of the *Corte* scene, and on the vault, with large *lacunae*, previously treated with a neutral tint, as in the bay showing of Hercules battling the Hydra, and in the scene of Hercules capturing Cerberus.

In terms of the conservation of the images, this situation caused not only the

precedentemente trattate a tinta neutra, quali ad esempio la vela raffigurante le gesta di Ercole e l'Idra e quella di Ercole che cattura Cerbero.

Tutto questo causava, in termini di conservazione delle immagini, tanto il depauperamento delle qualità cromatiche che l'alterazione degli originari rapporti coloristici e chiaroscurali, con l'esito di una percezione fuorviata dei rapporti spaziali. L'esigenza del recupero di una corretta lettura del testo pittorico ha dunque imposto il ristabilimento dell'equilibrio perduto, ovvero la retrocessione delle lacune – indebitamente *emerge* rispetto al piano figurativo dell'opera.

Le soluzioni reintegrative, che hanno comportato scelte diversificate in ragione delle tipologie di lacuna, hanno consentito di ricomporre il complesso delle architetture, la cui interezza assumeva un ruolo determinante in seno alla rappresentazione, e di riconferire unità alla compagine decorativa.

La manutenzione conservativa

Gli studi ambientali avevano chiarito che la causa della degradazione dei dipinti era da ascrivere alle condizioni climatiche ambientali. Pertanto, per assicurare integrità alle decorazioni del Mantegna e durata all'intervento di restauro, si richiedeva di intervenire sulle condizioni dell'aria della Camera. Nel corso della campagna climatica condotta dal Laboratorio di Chimica dell'Inquinamento Atmosferico presso la Soprintendenza per i Beni Storico Artistici di Venezia, furono raccolti dati particolareggiati sulla ventilazione interna dell'ambiente in relazione con il deposito delle polveri. I risultati di tali indagini hanno condotto, per esigenze di manutenzione dei dipinti murali, alla scelta di installare un impianto di ventilazione meccanica nella *Camera Picta*.

Tale soluzione, peraltro già adottata per il Cenacolo a Milano e per la Cappella degli Scrovegni a Padova, ha imposto di osservare alcune prescrizioni dettate dalle speciali caratteristiche dell'ambiente del quale non si dovevano alterare le condizioni generali. Era necessario contenere la velocità dell'aria a livelli bassi per non modificare l'equilibrio termo-igrometrico delle superfici dipinte e mettere in movimento particelle di polvere; l'esecuzione dell'impianto non doveva compromettere l'integrità della struttura edilizia antica; l'impianto doveva essere completamente rimovibile.

La soluzione adottata è scaturita dagli studi effettuati, che hanno permesso di precisare in tutti i suoi aspetti il comportamento dell'ambiente nelle diverse condizioni di esercizio. L'impianto a tutt'oggi consente di:

- tenere sotto controllo la qualità dell'aria all'interno della Camera, che altrimenti sarebbe determinata dagli scambi con gli ambienti attigui e con l'esterno, dovuti alla ventilazione naturale;
- stabilizzare il contenuto di vapore acqueo dell'aria interna, evitando i fenomeni di condensazione superficiale e contenendo la condensazione capillare;
- consentire un maggiore afflusso di visitatori.

impoverishment of the chromatic quality but also the alteration of the original relationship between the colours and light and dark tones, resulting in an inaccurate view of spatial relations. The need to regain a correct perception of the paintings made it necessary to re-establish the lost equilibrium – in other words, adjust the lacunae which had *emerged* optically in front of the plane of the painting, making them optically *recede* behind it

Different types of lacunae required different solutions in terms of retouching, but overall they made it possible to recompose the architectural features which have a vital role to play in the composition of the painting, and restore unity to the decorative scheme as a whole.

The Conservation maintenance plan

Environmental studies had showed that the deterioration of the paintings was due to the climatic conditions of the surroundings. Therefore, to ensure that Mantegna's work would remain undamaged and that the effects of the restoration project would last, it was important to regulate the air quality in the *Camera degli Sposi*.

During climate studies conducted by the Laboratory for the Chemistry of Atmospheric Pollution of the Superintendency for Artistic Heritage in Venice, detailed information was collected on the internal ventilation of the room in relation to dust deposits. The results of these surveys led to the installation of a mechanical ventilation system in the *Camera Picta* in order to meet the maintenance requirements of the wall paintings.

This solution had previously been adopted for the *Last Supper* in Milan and for the Scrovegni Chapel in Padua. Here there were some restrictions dictated by the special characteristics of the room so that its general conditions were not altered: it was essential to maintain a low-speed air flow so as not to modify the temperature-humidity equilibrium of the painted surfaces and also not to cause movement of dust particles, the construction of the air-conditioning plant should not damage the building and the equipment should be completely removable.

The solution that was adopted followed studies that analysed the behaviour of the environment under all possible operating conditions. The equipment, still in use today, makes it possible to:

- maintain control of the air quality in the *Camera Picta*, which would otherwise be modified by exchanges with adjacent rooms and the outside, due to natural ventilation;
- stabilise the water vapour content of the internal air, avoiding surface condensation and reducing capillary condensation;
- allowing an increased number of visitors.



Sala di Psiche, particolare del soffitto, lacunare raffigurante *Venere che addita Psiche a Cupido*.
Sala di Psiche, detail of ceiling, lacunar depicting *Venere che addita Psiche a Cupido*.



Sala dei Giganti, particolare della *Caduta dei Ciclopi fulminati da Giove*.
Sala dei Giganti, detail of *Caduta dei Ciclopi fulminati da Giove*.

I dipinti di Palazzo Te

Francesca Capanna

Il palazzo, che prende il nome dalla località suburbana in cui fu edificato (Te da *tejeto* luogo di capanne o *tiglieto* terreno dei tigli), era la grandiosa residenza estiva di Federico II Gonzaga. Progettata e decorata tra il 1525 e il 1535 da Giulio Romano, la villa rimane a testimonianza delle sontuose architetture del Manierismo italiano.

L'edificio, presenta sulle superfici esterne forti bugnature imitanti la pietra grezza ed elementi strutturali di ordine dorico. Consta di quattro corpi che circondano un ampio cortile e di un grande giardino chiuso da mura e terminante in un'essedra. Le sale al piano terreno del palazzo sono riccamente decorate da Giulio Romano e da numerosi collaboratori.

Particolarmente famose la Sala dei Giganti, nella quale è raffigurata la caduta dei Ciclopi fulminati da Giove e travolti dal crollo dei monti Pelio e Ossa, la Sala dei Cavalli, dove sono ritratti i destrieri delle scuderie gonzaghesche e la Sala di Psiche, ove è narrato il mito di Amore e Psiche tratto dalle favole di Apuleio. Non meno caratteristici del gusto manierista la Sala degli Stucchi e l'Appartamento della Grotta, quest'ultimo collocato in fondo ai giardini nel lato sinistro dell'essedra.

La progettazione e l'esecuzione dell'intervento

Nel 1981, quando l'ICR fu coinvolto nei lavori di restauro di Palazzo Te, già precedentemente avviati, restavano alcuni nodi critici da risolvere. Tra questi citiamo le problematiche inerenti la Sala degli Stucchi, la parete est della Sala dei Cavalli, la parete sud della Sala dei Giganti e il soffitto della Sala di Psiche. Fu constatato che in questi ambienti un persistente cattivo sistema di deflusso delle acque meteoriche aveva portato problemi ricorrenti di infiltrazione e risalita ca-

The wall paintings in Palazzo Te

Francesca Capanna

The palazzo, which takes its name from the suburban area where it is located (Te from *tejeto*, place of huts, or *tiglieto*, grove of lime trees), was the imposing summer residence of Federico II Gonzaga. Designed and decorated between 1525 and 1535 by Giulio Romano, the villa bears witness to the sumptuous architecture of Italian Mannerism.

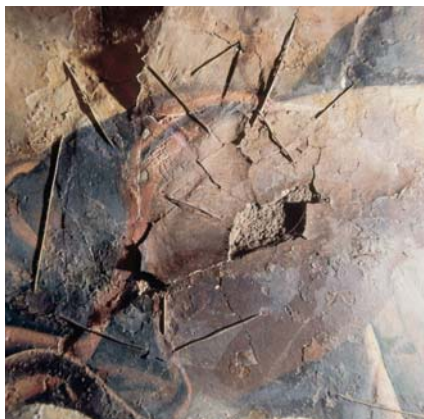
The outside of the main building has heavily rusticated ashlars imitating rough-hewn stone together with Doric structural elements. The complex consists of four wings set around a spacious courtyard, and a large walled garden with an exedra at its far end.

The rooms on the ground floor of the palazzo were richly decorated by Giulio Romano and his many collaborators.

Particularly famous are the *Sala dei Giganti* (Room of the Giants), depicting the fall of the Cyclops, crushed by stones from mount Pelion and mount Ossa; the *Sala dei Cavalli* (Room of the Horses) portraying horses from the Gonzaga stables; and the *Sala di Psiche* (Room of Psyche), where the scenes narrate the myth of Cupid and Psyche, based on the myth by Apuleius. No less characteristic of the Mannerist style are the *Sala degli Stucchi* (Room of Stuccos) and the *Appartamento della Grotta* (Room of the Grotto) the latter located at the far end of the garden, to the left of the exedra.

Project design and execution

In 1981, when the ISCR became involved in the restoration work on Palazzo Te, which had already started, there were still several critical questions to be resolved. These included problems in the *Sala degli Stucchi*, in the east wall of



Sala di Psiche, particolare del soffitto, fili metallici usati in un vecchio intervento di restauro per assicurare porzioni di intonaco dipinto all'incannucciata.

Sala di Psiche, detail of ceiling, iron wires inserted during an old restoration intervention to fix parts of painted plaster to cane trelliswork.

pillare. Gli interventi di restauro succedutisi nel tempo, inoltre, avevano in alcuni ambienti modificato radicalmente l'aspetto delle decorazioni.

La fase di studio si è avvalsa, oltre che di strumentazioni di controllo tecnico scientifico e dello studio idrologico effettuato negli anni '60, di un'accurata ricerca d'archivio dei restauri storici. Ad esempio, si è accertato che il precario stato di conservazione dei dipinti della volta della sala di Psiche era da mettere in relazione con la loro particolare tecnica di esecuzione (dipinti a olio eseguiti su una malta finissima stesa su *incannucciata*) e da alcuni precedenti interventi di restauro inadeguati. I difetti di adesione fra gli strati preparatori e la struttura di sostegno erano così gravi da far ipotizzare un intervento di distacco delle decorazioni. Tuttavia, questa soluzione è stata esclusa sia per preservare l'integrità materiale dell'opera, sia per i gravi rischi che avrebbe implicato, già emersi con i tentativi effettuati in passato dai restauratori Steffanoni e Lucarini. Gli antiestetici e inadatti fili metallici usati in passato per assicurare gli strati pittorici all'incannucciata sono stati sostituiti da tiranti, appositamente progettati, in grado di sostenere la struttura appesantita dai materiali di intervento; le mancanze di adesione fra lo strato preparatorio e la struttura di sostegno sono state risolte con l'impiego di adesivi e consolidanti specifici. Nella stessa sala la parete nord con la scena di *Adone in fuga*, nella sala dei Giganti le pareti confinanti con l'esterno e la zona limitrofa al vecchio camino, e nella sala dei Cavalli l'area dove sono dipinti i monocromi con *Giove* e *Giunone* erano interessati da fenomeni di degrado ascrivibili a un'insufficiente capacità di isolamento della muratura tra interno ed esterno. Ciò era dimostrato dalla tipica fascia di erosione dell'intonaco dipinto presente nella parte bassa delle pareti confinanti con l'esterno. Il fenomeno comunque doveva essere di vecchia data, poiché già visibile in un documento fotografico risalente al 1904.

I gravi distacchi degli intonaci causati dal persistere dei problemi di umidità di risalita capillare erano stati in passato risanati con consolidamenti a gesso. In alcune zone, l'igroscopicità di questo materiale, iniettato in gran quantità tra intonaco e muratura, aveva creato pericolosi spancamenti. Nella Sala dei Giganti

the *Sala dei Cavalli*, in the south wall of the *Sala dei Giganti* and in the ceiling of the *Sala di Psiche*. It had been established that in these rooms there were problems of recurring infiltration and rising damp due to a poor system for controlling rainwater runoff. Further, past restoration work had, in some cases, radically altered the appearance of the decoration.

Preliminary studies involved not only instruments for technical and scientific investigations, but also a hydrological study carried out in the 1960s, and careful archival research on previous restorations.

For instance, it was discovered that the precarious condition of the paintings on the vaults of the *Sala di Psiche* was linked to their unusual technique (oil paints on very fine mortar laid on *cane trelliswork*) and a poorly executed previous restoration. The detachment between the preparatory layers and the supporting structure were so serious that the possibility of detaching the paintings was considered. However, this solution was discarded not only to preserve the material integrity of the work, but also because of the high risks it would have involved, as seen by earlier attempts by the restorers Steffanoni and Lucarini. The ugly and inappropriate metal wires used in the past to bind the painted layers to the cane trelliswork were replaced by tie-rods, specially designed to support the structure now weighed down by materials added in various restorations. The detachment of the preparatory layer from the supporting structure was resolved by using adhesives and specific consolidating agents.

In the same room, the north wall with the scene of *Adonis fleeing*, in the *Sala dei Giganti* the exterior walls and the area near the old fireplace and in the *Sala dei Cavalli* the area with the monochrome paintings of *Jove* and *Juno*, were all affected by deterioration due to inadequate isolation of the internal walls from external humidity. This was shown by a characteristic band of erosion on the painted plaster on the lower part of the walls giving onto the exterior. However, the problem is by no means recent since it was already visible in a photograph dating from 1904.

The serious detachment of plasters caused by the persistence of rising damp had been resolved in the past by consolidation with gypsum. In some areas, the elevated capacity to absorb water of this material, injected in large quantities between the plaster and the masonry, had created alarming bulges. In the *Sala dei Giganti* it proved necessary to detach part of the plaster in order to remove the gypsum, replacing it with a lime/sand mortar, with physical and mechanical characteristics similar to the original mortar.

Recreating the figurative text

Problems concerning retouching and the reconstruction of the decorative scheme mainly concerned the *Sala dei Giganti*, and also the *Sala degli Stucchi* where radical changes had been made in the neo-classical period by Paolo Pozzo, altering the image significantly.

si è reso necessario lo stacco di una porzione di intonaco per rimuovere il gesso e sostituirlo con malte a base di calce e sabbia con caratteristiche fisico/meccaniche simili alla malta originale.

La riproposizione del testo figurativo

Quanto alla problematica relativa alla lettura corretta del testo decorativo, essa emergeva maggiormente nella Sala dei Giganti e in quella degli Stucchi dove erano stati eseguiti radicali interventi in epoca neoclassica da Paolo Pozzo che ne avevano alterato pesantemente l'immagine.

Nella prima, a seguito della tamponatura del camino, erano state realizzate ampie aree di ridipintura che però non stravolgevano l'idea iniziale dell'artista.

Nella Sala degli Stucchi, invece, in seguito a un *ammodernamento* neoclassico i rilievi erano ridotti a una sostanziale tricromia bianco-verde-oro, essendo stata stesa una omogenea cromia verde sui fondi del fregio monocromo e sui lacunari della volta. Con il medesimo intento, erano stati ridorati i fondi in finto marmo dei due lunettoni con *Ercole* e *Marte* per omologarli alle cornici dorate dei lacunari.

Le integrazioni della Sala dei Giganti sono state mantenute, mentre è stato deciso di rimuovere quelle della Sala degli Stucchi allo scopo di ripristinare gli originali rapporti cromatici.

È parso corretto eliminare la tempera verde dal fregio e dai lacunari e la ridoratura dai due lunettoni. La rimozione delle ridipinture ha portato alla luce l'estrema raffinatezza delle sfumature cromatiche ottenute dal Primaticcio giocando con due impasti di malta chiara, di cui uno più freddo per i fondi e l'altro più caldo per i rilievi, animando l'uniformità delle superfici dei rilievi in stucco della volta con velature colorate poste a contrasto con il nero originario dei fondi dei lacunari.

Ne è risultato un testo ben più ricco di quello sostanzialmente tricromatico a cui l'aveva ridotto l'intervento *regolarizzatore* del Pozzo.

Per ogni sala nella quale l'Istituto è stato chiamato a operare, è stato redatto un piano di manutenzione sintetico che individuava le zone a maggior rischio da monitorare costantemente e su cui eventualmente operare. Oggi Palazzo Te è inserito globalmente in un programma di manutenzione messo a punto da un'*equipe* del Politecnico di Milano.

Bibliografia

R. SIGNORINI, *Opus Hoc Tenue, la camera dipinta di Andrea Mantegna*, Ed. Belleli 1985.

M. CORDARO (a cura di), *Mantegna-La Camera degli Sposi*, Ivrea-Milano 1992.

G. BASILE (a cura di), *L'Istituto Centrale del Restauro per Palazzo Te*, "Bolletino d'Arte, Numero speciale, 1994.

M.C. GAETANI, A. SOAVI, *Le tecniche pittoriche e la loro interpretazione in Andrea Mantegna nella Camera degli sposi a Mantova*, in *Materiali e tecniche nella pittura murale del Quattrocento*, Atti del Convegno Internazionale, Roma 20-22 febbraio 2002, Roma 2010.

A.G. STEVAN, R. SOGGIA, *Gli impianti tecnologici per la conservazione della Camera Picta di Andrea Mantegna*, in F. TREVISANI (a cura di), *Andrea Mantegna ed i Gonzaga*, Ed. Electa 2006.

M.C. GAETANI, *La reintegrazione delle lacune attraverso la tecnica del tratteggio: considerazioni sul metodo*, in M. ANDALORO (a cura di), *La teoria del restauro da Riegl a Brandi*, Atti del Convegno internazionale di studi, Viterbo 12-15 novembre 2003, Firenze 2006.

In the first Room, after the closure of the fireplace, large areas were repainted without however altering significantly the original concept of the artist.

By contrast, in the *Sala degli Stucchi* had had a neo-classical *modernising* operation where the reliefs were reduced essentially to a three-colour scheme (white, green and gold) since a uniform green coat had been applied to the backgrounds of the monochrome frieze and the coffers of the lacunar vault. With the same intention, gilding had been applied to the backgrounds in imitation marble of the two lunettes with *Hercules* and *Mars* to render them similar to the gilded cornices of the coffers.

The painted additions to the *Sala dei Giganti* were kept, while the decision was taken to remove those in the *Sala degli Stucchi* in order to renovate the original colour scheme.

It seemed correct to eliminate the green tempera from the frieze and the coffers, as well as the re-gilding of the two lunettes. The removal of the repainting brought to light the extreme delicacy of the shading of colours achieved by the artist Primaticcio working with two mixes of light coloured mortar – a cooler tone for the backgrounds, and a warmer one for the reliefs, animating the uniformity of the surfaces of the stucco reliefs on the vault with colour washes placed in contrast with the original black of the backgrounds of the coffers.

The result was a much richer decoration than the essentially three-colour scheme produced by the *tidying up* treatment by Pozzo.

For each room where the Institute carried out restoration work, a simple maintenance plan was drawn up, pinpointing the high-risk areas to be monitored constantly and which might require future treatment. Today Palazzo Te is included in a maintenance plan created by a team of specialists from the Polytechnic of Milan.

I dipinti della Cappella degli Scrovegni a Padova

The paintings in the Scrovegni Chapel
in Padua

Giuseppe Basile, Antonio Guglielmi



La Cappella degli Scrovegni fu fatta erigere da Enrico Scrovegni tra il 1303 ed il 1305. Negli stessi anni venne chiamato ad affrescarla Giotto, che completò l'esecuzione dei dipinti entro il 1306.

Il ciclo pittorico occupa tutte le pareti ed illustra le storie della Madonna e di Cristo. Tre sono i temi principali: gli episodi della vita di Gioacchino e Anna, della vita di Maria e della vita e morte di Cristo. Le trentotto scene sono sostenute alla base da una zoccolatura in finto marmo nella quale si inseriscono una serie di riquadri con le allegorie dei Vizi e delle Virtù.

Le più antiche cause dei danni ai dipinti murali della Cappella risiedono nello stato di abbandono in cui vennero lasciati il Palazzo Scrovegni e la Cappella tra la fine del Settecento e gli inizi dell'Ottocento.

Si giunse così al crollo del portichetto quattrocentesco antistante la facciata della Cappella (1817) e poco dopo alla demolizione dell'ormai cadente Palazzo (1824).

La Cappella rimase pertanto priva di protezione su buona parte della facciata e sul fianco sinistro e senza l'appoggio dell'edificio cui era collegata in corrispondenza dell'attuale presbiterio, a sinistra.

Nel 1885 venne rimossa la decorazione a fresco della facciata, aggravando la situazione di permeabilità ai fenomeni di umidità del paramento murario in mattoni.

I danni della muratura avevano coinvolto anche le corrispondenti decorazioni pittoriche, anch'esse pertanto, tra il 1885 ed il 1895, vennero consolidate e restaurate assieme a tutto l'edificio.

Nel 1943 una bomba semidistrusse la vicina Chiesa degli Eremitani ma risparmiò la Cappella, che ebbe però ugualmente dei danni, in particolare la caduta del colore delle pitture, divenuto pulverulento.

Il ricorso all'uso di fissativi (resine sintetiche), nei primi anni '60, mai prima di allora impiegati nel restauro, diede risultati che sul momento apparvero miracolosi, ma che dovevano rivelarsi nel tempo disastrosi.

The Scrovegni Chapel was erected by Enrico Scrovegni between 1303 and 1305. In the same years, Giotto was commissioned to paint the Chapel frescoes which he completed by the end of 1306.

The cycle of paintings covers all the walls and illustrates the stories of the Virgin Mary and Christ. There are three main themes: episodes from the life of Joachim and Anna, the life of Mary, and the life and death of Christ. The thirty-eight scenes are situated above a lower band of imitation marble on the walls, in which there are a series of images depicting the allegories of the Vices and Virtues.

The oldest causes of damage to the wall paintings in the Chapel are due to the fact that the Palazzo Scrovegni and the Chapel were neglected between the late 18th and early 19th centuries.

This led to the collapse of the 15th century portico attached to the façade of the Chapel (1817) and shortly afterwards the demolition of the dilapidated palazzo (1824).

The Chapel therefore remained without protection on most of the façade and on its left side, and without the support of the building which it had been attached to, in the location of the present-day presbytery.

In 1885, the frescoes on the façade were removed, worsening the situation of moisture absorption by the brickwork of the wall.

Damage to the walls also caused damage to the corresponding wall paintings located inside the church; therefore, between 1885 and 1895, they were consolidated and restored together with the rest of the building.

In 1943 a bomb partially destroyed the nearby church of the *Eremitani* but missed the Chapel which however suffered some damage, in particular losses in the paint layer which had become powdery.

The use of synthetic resins as fixatives in the early 1960s – their first use in restorations – gave results which at the time seemed miraculous but which later turned out to be disastrous.



Cappella Scrovegni, vista dall'Arco Trionfale.
Scrovegni Chapel, view from Triumphal arch.

In seguito alla riapertura di vecchie lesioni in occasione del terremoto del Friuli (1976), il Ministero dei Beni Culturali, affidò all'Istituto Centrale del Restauro (ICR) il compito di *salvare Giotto*.

In effetti l'Istituto diede al problema della conservazione dei dipinti della Cappella una impostazione innovativa, capovolgendo la prassi tradizionale che prevedeva l'intervento sul manufatto indipendentemente dallo studio e dall'eventuale intervento di adeguamento dell'ambiente e di conservazione dell'edificio, che invece debbono precedere.

Il metodo di programmazione ed esecuzione delle indagini scientifiche, ad ampio raggio ma strettamente mirate, costituisce tuttora una procedura la cui validità è stata ampiamente dimostrata.

La stessa cosa vale per il modo, articolato e progressivo, in cui sono stati messi in opera i provvedimenti, dai più elementari ai più complessi, ma passando dall'uno all'altro soltanto quando siano stati ottenuti risultati positivi.

Una prima serie di indagini scientifiche (rilevamenti microclimatici e dell'inquinamento, misurazione di temperatura e umidità superficiale) fu effettuata tra il '78 ed il '79 ed i risultati furono resi pubblici in un numero speciale del Bollettino d'Arte, *Giotto a Padova* (1982).

Principale causa di degrado risultò essere l'inquinamento, per cui si rendeva necessario impedire o quanto meno limitare l'accesso nell'edificio degli inquinanti e impedire che all'interno di essa si concentrasse tanto vapore acqueo da consentire la formazione dell'umidità di condensa.

I primi interventi – seguendo le raccomandazioni del direttore dell'ICR Giovanni Urbani – furono elementari: schermatura delle vetrate, sostituzione delle lampade a incandescenza con lampade a luce fredda, monitoraggio in continuo delle condizioni microclimatiche e di inquinamento dell'aria.

Furono invece rinviati a dopo la messa in opera di interventi di risanamento dell'edificio (revisione del tetto, coibentazione dei paramenti murari esterni,



Esterno della cappella con ingresso attraverso il *Corpo tecnologico attrezzato* (CTA).
Outside the Chapel and the entrance through the *Climate controlled access*.

Following the re-opening of old cracks in the wake of the Friuli earthquake (1976), the Ministry of Cultural Heritage entrusted the Istituto Centrale del Restauro (ICR) with the task of *saving Giotto*.

The Institute then introduced an innovative approach for the conservation of the wall paintings in the Chapel, overturning traditional practices which involved working on the item independently of background studies and treatments to improve the environment and the conservation of the building; we now know that the latter must precede the former.

This method of planning and executing scientific surveys, wide-ranging but tightly focused, is a procedure whose validity has been fully demonstrated.

The same goes for the gradual way in which the many phases of the project were implemented, from the simplest to the most complex, but moving from one to another only when positive results had been achieved.

A preliminary series of scientific investigations (surveys of the microclimate and pollution, measurement of temperature and surface humidity) was carried out between 1978 and 1979, and the results were published in a special issue of the Bollettino d'Arte, *Giotto a Padova* (1982).

Since the main cause of deterioration was found to be pollution, it was necessary not only to stop, or at least to limit, the flow of pollutants entering the building, but also to prevent the concentration of water vapour inside the building which would lead to the formation of condensation.

The first treatments – following the recommendations of ICR director Giovanni Urbani – were very simple: screening the windows, replacing incandescent bulbs with lamps emitting cold light, and the continuous monitoring of microclimatic conditions and air pollution.

It was only after the restoration of the building itself (repairing the roof, insulating the external brickwork, improving the drainage and hydro-geological conditions) was completed that the innovative treatments to control the environment were carried out: the closure of the main door in the façade, and the



La facciata della cappella e l'attuale ingresso laterale.
The front of the Chapel and the sideways entrance.



Controfacciata, particolare scena della *Donazione della città alla Vergine*. Particolare solfatazione.
Entrance façade, details of the scene with the *Gift of the Town to the Virgin*. Detail of sulfation.

riassetto delle condizioni idrogeologiche) gli interventi più nuovi e caratterizzanti di tipo ambientale: la chiusura del portone in facciata con conseguente riapertura dell'ingresso laterale in fondo alla parete sinistra (tamponato per motivi di sicurezza dopo la demolizione del Palazzo) e la costruzione di un vano polivalente con funzione di filtro tra l'interno e l'esterno della Cappella (*Corpo Tecnologico Attrezzato* – CTA).

La costruzione di questo vano si rendeva necessaria in quanto non esistevano vani contigui alla Cappella (a parte la sacrestia, troppo piccola e comunque senza aperture verso l'esterno), a differenza di quanto invece era accaduto, per esempio, per il Cenacolo di Leonardo a Milano.

Come al Cenacolo, fu ridotto a 25 il numero dei visitatori, dato che ogni visitatore emette respirando una certa quantità di vapore acqueo e può pertanto divenire agente involontario di degrado favorendo il fenomeno della solfatazione, cioè la trasformazione del carbonato di calcio (principale costituente dell'intonaco) in gesso con conseguente polverizzazione del colore steso sull'intonaco.

Gli interventi volti a rendere idonei alla conservazione delle decorazioni murali della Cappella l'ambiente e l'edificio, ebbero inizio nel 1985 e furono portati a conclusione il 31 maggio del 2000, data dell'entrata in funzione del CTA.

Essi erano stati preparati e accompagnati da ulteriori campagne di misurazione dei parametri ambientali e di monitoraggio delle condizioni geognostiche e statiche dell'edificio, ormai divenuti continuativi (*prevenzione permanente*).

In stretta interconnessione funzionale erano state effettuate indagini sulle superfici pittoriche, volte soprattutto a individuare la presenza di solfatazione e delle resine sintetiche impiegate come fissativi nei precedenti interventi. Risolto almeno parzialmente il problema mediante impiego di resine anioniche a scambio ionico e verificato con un monitoraggio annuale la funzio-

re-opening of the side entrance at the far end of the left wall (bricked up for security reasons after the demolition of the palazzo) together with the construction of a special room (called the *Climate controlled access* – CTA) to act as a filter between the interior and exterior of the Chapel.

The construction of this room was necessary since there were no premises attached to the Chapel (apart from the sacristy which was too small and anyway without doors to the exterior) like there was, for example, in Milan for Leonardo's *Last Supper*.

As with the *Last Supper*, the number of visitors was reduced to 25 every fifteen minutes, since every visitor breathes out a certain amount of water vapour, and therefore unwittingly becomes an agent causing deterioration by facilitating the phenomenon of sulphation, that is, the conversion of calcium carbonate (the main component of plaster) into gypsum with consequent powdering of the paint layer on the plaster.

The treatment of the microclimate and the building itself so that they were suitable for the conservation of the wall decorations in the Chapel began in 1985 and ended on 31 May 2000, when the CTA became operational.

The works were accompanied by further campaigns of measuring environmental parameters and monitoring the building's geognostic and structural conditions, now an ongoing activity (*permanent prevention*).

In closely connection, the paint surfaces were studied, principally to detect the presence of sulphation and the synthetic resins used as fixatives during previous restoration work.

The problem of sulphates was resolved, at least partially, by using anionic ion-exchange resins, and annual monitoring showed the efficacy of the new CTA access system. Then, in July 2001 the restoration worksite began operations with a planned duration of nine months (ratified by a protocol of understanding between the Padua city council and the Ministry of Cultural Heritage and Activities).



Scena di *Compianto*, parte sinistra, prima del restauro.
Scene of *Mourning*, left side, before restoration.



Scena di *Compianto*, parte sinistra, dopo il restauro.
Scene of *Mourning*, after restoration.

nalità del nuovo sistema di accesso mediante CTA, nel luglio 2001 si è dato inizio al cantiere di restauro della durata programmata (e ratificata tramite protocollo d'intesa fra Comune di Padova e Ministero Beni e attività culturali) di 9 mesi.

Oltre all'intervento di asportazione dello strato alterato di fissativi sintetici e conseguente estrazione dei sali – fin dove consentito dalla necessità di non mettere a rischio l'integrità residua dei pigmenti originali – sono state eseguite le seguenti operazioni conservative: consolidamento degli strati preparatori; rimozione dalla superficie pittorica di materiali coerenti e incoerenti depositatisi nel tempo (polveri atmosferiche) o sovrapposti a fini conservativi (per *fissare* la pellicola pittorica) ovvero a fini estetici (tinteggiatura delle stuccature a *neutro*) e ora alterati; trattamento e parziale rimozione dei 3200 chiodi impiegati a fine '800 per ancorare gli intonaci staccati al supporto murario.

Per la rimozione delle diverse resine sintetiche applicate durante il precedente restauro, si è messa a punto una miscela solvente supportata da un gel la quale, lavorando in maniera selettiva, ha evitato la rimozione del consolidante acrilico laddove questo aveva ancora funzione consolidante nei confronti dei pigmenti impoveriti del loro legante originale.

Ove è stato necessario applicare nuovo consolidante è stato scelto di utilizzare un prodotto con caratteristiche chimiche quanto più simili a quello già presente onde evitare processi indesiderati di reazione chimico-fisica tra i diversi materiali di intervento e facilitare successive operazioni di rimozione.

Quanto all'intervento di restauro in senso proprio, quello cioè teso a restituire per quanto possibile (e quindi anche solo potenzialmente) il testo pittorico originario, si è cercato di ricostituire l'unità dei due elementi portanti del ciclo (la finta architettura dipinta e il fondo azzurro), ricorrendo alle due diverse tecniche di reintegrazione delle lacune messe a punto da Brandi, il *tratteggio* e l'*abbassamento ottico-tonale* delle lacune.

Apart from removing the degraded layer of synthetic fixatives and the subsequent extraction of salts – as far as possible without risking further damage to the original paint – the following conservation treatments were carried out: consolidating the preparatory layers, treating the 3200 nails used in the late 19th century to anchor the detached plaster to the underlying wall and removing loose and compacted material which as atmospheric dust and particulates had built up over the years or which had been applied previously for conservation purposes (to re-attach the paint layer) or for aesthetic reasons (tinting of the plaster fillings in neutral colours) now discoloured.

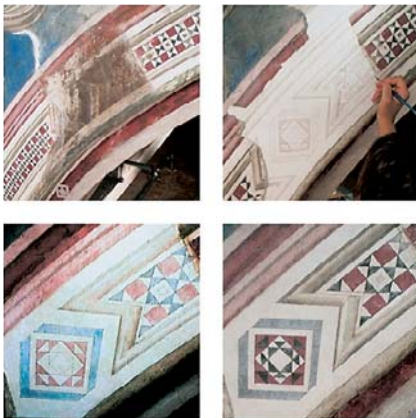
To remove the various synthetic resins applied during the previous restoration, a specially prepared solvent mixture in a gel support was used. Acting in a selective manner, this gel did not remove the acrylic adhesive which was still effectively consolidating the pigments which were lacking their original binder.

Wherever it was necessary to apply fresh consolidant, a product was chosen with chemical properties which were similar to those already present, in order to avoid unwanted chemical and physical reactions between the various materials, and to facilitate subsequent removal.

Regarding the restoration of the paintings in the original sense of the word, that is the recreation as far as possible (and therefore also only potentially) the original painted text, the aim was to reconstruct the unity of the two framing elements of the cycle (the painted imitation architecture and the blue backgrounds) using the two different techniques devised by Cesare Brandi for reintegrating *lacunae*: *tratteggio* (fine parallel lines) and *lowering the visual tone* of the losses using neutral colours.

The imitation architecture was reconstructed with *tratteggio* while the other *lacunae* were simply *lowered* with a neutral tint.

The nine months in the Scrovegni Chapel also provided the occasion for in-depth studies of Giotto and his helpers. Non-invasive diagnostic techniques



Arco trionfale: fasi dell'intervento di integrazione delle lacune a *tratteggio*.
Triumphal arch: phases of the retouching of losses with *tratteggio*.



Arco trionfale, *Missione*, particolare, stuccatura e reintegrazione delle piccole lacune circolari corrispondenti alla rimozione di alcuni chiodi ottocenteschi.
Triumphal arch. *Mission*. Detail: *lacunae* filling of the small round gaps left by the removal of nails inserted in 19th century.

Con il *tratteggio* è stata reintegrata la finta architettura, le altre lacune sono state *abbassate*.

I nove mesi nella Cappella degli Scrovegni sono stati un'occasione di approfondimento e studio su Giotto ed aiuti. Tecniche diagnostiche non invasive hanno permesso di analizzare più diffusamente che in precedenza i materiali e la tecnica dell'artista a Padova. Lo studio non poteva non confermare il Maestro come un artista geniale così padrone delle tecniche pittoriche da non conoscere limiti pratici alla realizzazione dell'intento figurativo. Tutto quanto individuato è stato riportato in dettaglio nei due volumi pubblicati alla fine dei lavori, ma vale la pena di segnalare, per rendere comprensibile con esempi pratici quanto appena enunciato, l'uso di diversi medium per le finiture a secco: uovo od olio. Le lustrature finali sono eseguite indistintamente con bianco a calce o con biacca ad olio. Infine, a fianco della ricca tavolozza di pigmenti dell'artista, scopriamo in Giotto un notevole gusto e perizia nell'uso di metalli più o meno nobili con i quali realizza tutte le sfumature possibili di finitura. Lamine di stagno, argento e oro sono utilizzate con tecniche di applicazione diverse per conferire alle superfici effetti differenti, purtroppo spesso perduti, probabilmente stupefacenti per varietà, rispondendo ad esigenze di tipo tanto naturalistico che puramente estetico. Dalla conclusione dei restauri (2001) si effettuano annualmente operazioni di controllo e manutenzione delle superfici; la ricognizione delle pitture avviene per mezzo di un elevatore meccanico il quale scorrendo su due binari che attraversano nella sua lunghezza la Cappella, permette attraverso delle semplici ma precise manovre, di ispezionare le superfici dipinte della volta e delle pareti.

Dopo aver effettuato, dove possibile, la spolveratura si esegue il controllo dello stato di adesione dell'intonaco e della pellicola pittorica e, nel caso di distacchi localizzati, si effettuano puntuali interventi di consolidamento, dando continuità agli interventi già effettuati in occasione del restauro 2001,

made it possible to analyse more widely than ever before the materials and techniques used by Giotto in Padua. The investigation confirmed that the painter was a genius with such mastery of painting techniques that there were no practical limits to how he carried out his figurative concepts. The results of these studies were described in detail in the two volumes published when the restoration was completed, however a practical example of Giotto's technique to illustrate what we are talking about is his use of different media – oil and egg – for *secco* finishing. Even highlighting on the finished work was carried out impartially either directly with lime white or with white lead in oil.

Finally, alongside the rich palette of colours used by Giotto, we find that he was fond of using metals, noble or otherwise, which he employed in all possible ways. Tin, silver and gold leaf were applied with different techniques to achieve numerous effects – many of which have unfortunately been lost – which were probably startling in their variety, responding to both naturalistic and purely aesthetic needs.

Since the conclusion of restoration work in 2001, annual checks and maintenance are carried out on the paintings, using a mechanical elevator which runs on rails for the full length of the Chapel. This mobile equipment, capable of simple but precise manouvers, simplifies the task of inspecting the painted surfaces of the roof vaulting and the walls.

After dusting the surfaces where possible, the adhesion of the plaster and the paint film is checked; small areas where the plaster shows signs of breaking away are consolidated, using the same techniques and materials as for the 2001 restoration: premixed mortars for consolidation of the plasters, and acrylic adhesives for consolidation of flaking and powdering of the paint layer. Other areas deemed not to be at risk for conservation, are kept under observation and monitored yearly in order to keep a check on any changes in their condition.



Elevatore meccanico utilizzato nelle operazioni di manutenzione. Mechanical elevator used during the maintenance treatments.



Intervento localizzato di consolidamento degli strati preparatori. Consolidation treatment of the preparatory layers of the paintings.

utilizzando quindi malte premiscelate per il consolidamento di profondità e adesivi acrilici per il risarcimento dei difetti di adesione e coesione della pellicola pittorica.

Altre zone valutate non a rischio conservativo sono tenute sotto controllo e, da un anno all'altro, monitorate al fine di verificarne variazioni nello stato di conservazione.

L'impostazione della manutenzione ha sempre seguito una linea di minimo intervento, quindi lì dove strettamente necessario; in ogni caso tutte le operazioni effettuate e le aree da tenere sotto particolare osservazione, sono documentate fotograficamente e graficizzate tramite digitalizzazione in CAD. Tramite lo stesso elevatore è possibile effettuare controlli diagnostici, ad esempio la Diffrazione ai raggi X (XRD) o colorimetria, il controllo dei sensori per il rilevamento dei fattori termoigrometrici e documentali (riprese fotografiche in luce incidente e radente).

Ad ormai quasi 11 anni dal cantiere di restauro, il bilancio dei risultati ottenuti può dirsi confortante in quanto conferma sia l'ottima risposta dei materiali impiegati nel restauro del 2001-2002 e tuttora impiegati nei circoscritti interventi manutentivi, sia che il sistema di controllo ambientale e microclimatico risulta efficace nei confronti del buono stato di conservazione dei dipinti giotteschi.

The approach to maintenance has always been a policy of minimum intervention, therefore taking action only where strictly necessary. In any case, all the operations carried out and the areas to be kept under particular observation, are documented photographically and graphically mapped using CAD software.

The mechanical elevator also makes it possible to carry out diagnostic checks, for example, X-ray diffraction (XRD) or colorimetry, and to check the sensors measuring temperature and humidity, and for documentary purposes (taking photos under direct and raked light).

Nearly eleven years after the restoration project, the overall results achieved can be considered reassuring, since it confirms not only the excellent efficacy of the materials used during the 2001-2002 restoration and their continuing use in the small-scale maintenance work, but also the fact that the system of environmental and microclimatic controls has been effective in maintaining the good condition of Giotto's paintings.

Bibliografia essenziale

AA.VV. *Giotto a Padova. Studi sulla Conservazione della Cappella degli Scrovegni in Padova* in "Bollettino d'Arte", Serie speciale 1982.

G. BASILE (a cura di) *Il Restauro della Cappella degli Scrovegni indagini, progetto, risultati* ed. SKIRA (2003).

AA.VV. *Giotto nella Cappella Scrovegni. Materiali per la tecnica pittorica*, in "Bollettino d'Arte", numero speciale, Roma, 2005.



Parete destra, *Strage degli innocenti*,
dopo il restauro.
Right wall *Massacre of Innocents* after
restoration.



Parete destra, *Strage degli innocenti*
particolare dopo il restauro; la pulitura della
superficie pittorica ha reso più evidenti, nei
volti sofferenti delle donne, le lacrime di
dolore.
Right wall *Massacre of Innocents* detail after
restoration; after the cleaning are more
evident the tears of grief in the suffering
faces of the women.





La conservazione
e il restauro dell'archeologia

*Conservation and restoration
of archaeology*

**La conservazione preventiva nelle aree
archeologiche: le coperture architettoniche
e il reinterro temporaneo**

**Preventive conservation in archaeological
areas: architectural coverings
and temporary reburial**

**Maria Concetta Laurenti, Antonella Altieri, Carlo Cacace,
Maria Grazia Flamini, Claudio Prospero Porta**



Conservare un'area archeologica implica una serie di azioni finalizzate alla salvaguardia di un insieme eterogeneo di elementi più o meno significativi dal punto di vista della loro consistenza materiale che documenta una o più fasi di vita di un insediamento antico.

L'affermarsi del valore di contesto che lega il monumento archeologico al territorio e al suo ambiente originario ha favorito lo sviluppo di metodologie finalizzate alla conservazione *in situ* anche di manufatti fragili quali rivestimenti pavimentali, intonaci, stucchi, mosaici, murature in terra cruda, nonché di altri elementi decorativi dell'architettura antica.

La conservazione *in situ* è ritenuta oggi una scelta culturale irrinunciabile che, insieme alla valorizzazione del sito, configura la necessità di progettare e attuare, fin dal momento dello scavo, una serie di interventi per la protezione dei resti antichi dai danni conseguenti al cambiamento di *status* chimico e fisico dei manufatti. Tali azioni sono improntate a metodologie sia di conservazione attiva – operazioni di pronto intervento sullo scavo, interventi organici di restauro, interventi di manutenzione – sia di conservazione preventiva; queste ultime agiscono sull'ambiente al contorno al fine di attenuare i fattori che possono scatenare il degrado. Le coperture architettoniche e il reinterro temporaneo sono strumenti di conservazione preventiva sempre più spesso adottati nella conservazione *in situ*.

Riguardo alle coperture architettoniche, poiché sono deputate a svolgere non solo una funzione protettiva – comunque primaria – ma anche una funzione di supporto alla musealizzazione e alla fruizione del sito, a tutt'oggi, per la loro progettazione, esistono aspetti problematici di non facile soluzione. La copertura è una struttura moderna che inserita in un'area archeologica ne modifica in modo sostanziale la percezione visiva e facilmente può risultare estranea e invasiva. Inoltre, la funzionalità di queste installazioni, intesa come efficacia nella conservazione dei resti da proteggere, spesso non viene né adeguatamente considerata né sufficientemente approfondita in fase di progettazione, dove viene piuttosto privilegiato l'aspetto creativo e formale dell'architettura.

The conservation of an archaeological area involves taking a series of measures aimed at safeguarding a heterogeneous set of elements – more or less significant from the point of view of their material consistency – that document one or more phases in the life of an ancient settlement.

The general acceptance of contextual value linking an archaeological monument to its territory and its original setting has encouraged the development of methodologies aimed at conservation *in situ* even of fragile items such as flooring, plaster, stucco work, mosaics, raw earth walls, as well as other decorative elements of ancient architecture. Nowadays conservation *in situ* is an essential cultural choice which, together with increasing the value of the site, involves a series of actions, since the time of excavation, to design and implement structures to protect the archaeological remains from damage due to changes in their physical and chemical status. These measures are based on methodologies involving not only active conservation – first aid treatments during excavation, further restoration work and maintenance – but also preventive conservation. These last measures interact with the surrounding environment in order to reduce those factors that can initiate deterioration processes. Architectural coverings and temporary re-burial are means of preventive conservation widely used for conservation *in situ*.

Covering structures are expected to carry out not only a protective function – in all cases, primary – but also a supporting function for the fruition of the site by creating a sort of museum in context. However, nowadays, their design and construction present problems that are not easy to solve. Since a covering of this type is a modern structure inserted into an archaeological area, it alters substantially the visual perception of the site and can easily appear extraneous and invasive. Moreover, the functional aspects of these installations, in terms of effective conservation of ancient remains, is not sufficiently taken into account nor is it studied carefully enough during the design phase, where precedence is too often given to the formal creative aspects of the architecture.

Up until a few years ago, the subject of protective coverings on archaeological sites was considered of little interest by archaeologists and architects: the former



Piazza Armerina (EN), Villa romana del Casale. Copertura in perspex progettata da Franco Minissi. Piazza Armerina (Enna), Roman *Villa del Casale*. Shelter made in perspex, planned by Franco Minissi.



Castellone di Suasa (AN), copertura sulla *Domus dei Coiedii*. Castellone di Suasa (Ancona), shelter over *Domus dei Coiedii*.

Fino a pochissimi anni fa il tema delle coperture di protezione delle aree archeologiche veniva ritenuto di scarso interesse sia dagli archeologi che dagli architetti: gli uni lo consideravano estraneo alla loro disciplina, gli altri vi ravvisavano, forse, una scarsa rilevanza progettuale. Di fatto, il panorama delle coperture osservabili sulle aree archeologiche spazia in molti casi da strutture precarie – realizzate con tubi metallici da cantiere e lastre ondulate di diversi materiali che, installate quali opere provvisorie in corso o subito dopo lo scavo, finiscono per diventare esse stesse causa di danno per i resti archeologici che si vogliono proteggere – a opere faraoniche, dove l'aspetto progettuale prevarica la finalità conservativa.

Eppure, il problema di coprire i resti del passato per conservarli nel tempo, proteggendoli dall'aggressione dell'ambiente, non si è affermato certamente con la moderna archeologia. Alcuni famosi esempi mostrano come già nell'antichità si costruirono apposite strutture per preservare luoghi dei quali si voleva conservare la memoria, permettendone talora anche la frequentazione. Si possono ricordare, in proposito, per l'età romana la capanna di Romolo sul Palatino e il *Lapis Niger* nel Foro Romano e la Chiesa della Natività a Betlemme.

Nei siti archeologici di grande impatto monumentale come Pompei ed Ercolano dove il ricorso a coperture di protezione divenne imperativo alla fine dell'Ottocento, per conservare *in situ* i ricchi complessi decorativi delle case romane, prevalse il principio di ricostruire i tetti *a l'antique* con materiali simili a quelli originari, come esempi si possono citare la Casa dei Vettii, la Casa delle Nozze d'Argento, la Casa degli Amorini dorati e quella di Lucrezio Frontone. Queste realizzazioni – oggetto già nel corso degli anni '50 di vaste sostituzioni con impiego di cemento armato – necessitano oggi di ulteriori interventi di restauro, che aprono nuove problematiche, legate anche alla conservazione di una immagine storicizzata nel tempo.

Attualmente, quando si parla di coperture si intende di fatto un dispositivo architettonico di nuova concezione, costruito con materiali moderni, che non mira

considered it to be extraneous to their discipline; the latter felt, perhaps, that there was a low level of architectural challenge. In fact, the types of coverings to be seen on archaeological sites range from precarious structures – made with scaffolding tubes and corrugated sheets of various types, installed as provisional works during or immediately after excavation, which finish up by damaging the archaeological remains they are meant to protect – to elaborate constructions where design far outweighs conservation aims. And yet, the problem of covering up remains from the past to preserve them and to protect them from the elements, is certainly not new. Some famous examples from the past show how specific structures were built to preserve the memory of places, also enabling people to visit them. Examples include, from the Roman period, Romulus's hut on the Palatine hill and the *Lapis Niger* in the Roman Forum, as well as the Church of the Nativity in Bethlehem.

On archaeological sites of major importance such as Pompeii and Herculaneum, where protective coverings became imperative in the late 19th century to preserve *in situ* the wealth of decorative features in ancient houses, the decision was taken to reconstruct old-style roofs using materials similar to the originals, for buildings such as the House of the Vettii, the House of the Silver Wedding, the House of the Gilded Cupids, as well as Lucrezio Frontone's House. These works – many of which were replaced during the 1950s with reinforced concrete – now require further restoration, opening up new problems also linked with preserving the historical image of the site over time. Nowadays, the term "covering" refers to an architectural device of new conception, built with modern materials, which does not aim to recreate the volumes of the original building but which helps towards meeting the requirements of conservation and those of excavation and fruition.

Overall knowledge of the environmental characteristics of the site and the constituent materials – of which the remains are made – together with the phenomena of their deterioration, constitute indispensable elements in the design of a suitable covering for a particular archaeological context. For some time now,



Castelleone di Suasa (AN), copertura sulla Domus dei Coiedii, particolare della struttura di supporto. Castelleone di Suasa (Ancona), shelter over Domus dei Coiedii; detail of the structural elements.

Castelleone di Suasa – Domus dei Coiedii. Il manto di copertura è composto da un sandwich rivestito all'esterno di lastre di rame e all'interno da una lamiera d'acciaio con materiale isolante nell'intercapedine. La struttura portante è in carpenteria metallica reticolare, poggiata su pilastri dotati di fondazioni profonde. La collocazione dei pilastri è stata prescelta sulla base della topografia del sito, evitando, per quanto possibile l'interferenza con la stratigrafia archeologica. I lati della copertura sono stati schermati con un telo impermeabile e reti trasparenti allo scopo di proteggere dal vento, dalla polvere e dall'ingresso di foglie provenienti dalle alberature presenti nel sito (1999 progetto Studio Nazareno Pietrini, Serra dei Conti, AN)

Castelleone di Suasa – Domus dei Coiedii. The constituent layer of the covering is made up of a sandwich structure coated with copper plates on the outside and a sheet steel on the inside with insulating material in the cavity. The supporting layer is made up of metal netlike carpentry, resting on pillars with deep foundations. The position of the pillars has been decided according to the site's topography, avoiding as much as possible interference with archaeological stratigraphy. The sides of the covering have been screened using a waterproof cloth and transparent nets, in order to protect it from wind, dust and leaves of the surrounding trees (1999 project Studio Nazareno Pietrini).

a riproporre i volumi originari del monumento e che contribuisca a conciliare le esigenze della conservazione con quelle dello scavo e della fruizione.

L'insieme delle conoscenze sulle caratteristiche ambientali del sito e dei materiali costitutivi – di cui sono composti i manufatti antichi – unitamente ai fenomeni del loro deterioramento costituiscono elementi indispensabili per la progettazione di una copertura adeguata a un determinato contesto archeologico. Da alcuni anni, gli studiosi stanno ponendo sempre maggiore attenzione agli effetti dell'interazione fisica fra struttura di protezione e strutture archeologiche protette. Studi specifici e realizzazioni sperimentali sono stati condotti recentemente dall'ISCR, anche in collaborazione con altri istituti di ricerca, grazie a finanziamenti speciali. In particolare, negli anni 2000-2003 è stato realizzato in partenariato con l'Ente Nazionale per le Energie Alternative (ENEA) un progetto di ricerca sulle coperture di protezione delle aree archeologiche che ha raggiunto alcuni importanti obiettivi: attraverso il censimento delle coperture esistenti, a partire dalla copertura del 1959 sulla villa del Casale a Piazza Armerina ad opera di Franco Minissi, progetto che vantò all'epoca il sostegno di Cesare Brandi, sono state acquisite conoscenze sulla funzionalità delle installazioni protettive esistenti in Italia. Sono stati individuati i criteri generali e i principali parametri utili alla progettazione delle coperture, ed è stato creato un archivio informatico inserito nel Sistema Informativo Territoriale della Carta del Rischio del Patrimonio Culturale. Non ne sono derivate ricette miracolose, ma la definizione di linee guida che pongono l'attenzione verso soluzioni architettoniche che, nella conformazione geometrica e nella scelta dei materiali, assicurino il rispetto dei seguenti criteri:

- minima interferenza con le preesistenze archeologiche;
- adeguata protezione dall'azione diretta delle acque meteoriche e dagli agenti meteo climatici;
- illuminazione preferibilmente naturale;
- massima reversibilità;

experts have been studying the effects of the physical interaction between the protective structure and the protected archaeological items. Specific studies and experiments have been conducted by ISCR, in collaboration with other research centres, thanks to special funding. In particular, in 2000-2003 a partnership with ENEA (Ente Nazionale per le Energie Alternative) carried out a research project on protective coverings used on archaeological sites with some important results: by taking a census of existing coverings, starting with the covering on the Roman villa del Casale at Piazza Armerina by architect Franco Minissi in 1959 – a project which was supported at the time by Cesare Brandi – basic knowledge on the functionality of protective structures in Italy has been acquired. The general criteria and the main parameters for the design of coverings have been identified, and a digital archive has been inserted on the Geographical Information System of the Risk Map of the Cultural Heritage. No miraculous recipes were discovered, but some guidelines were established, focusing attention on architectural solutions where the geometric conformation and the choice of materials respect the following criteria:

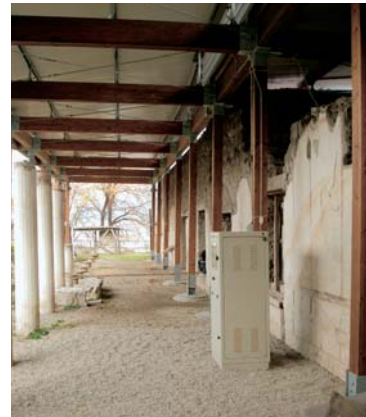
- minimum interference with pre-existing archaeological features;
- adequate protection from direct rainfall and other climatic agents;
- natural illumination;
- maximum reversibility;
- efficient system for collecting and draining rainwater;
- easily adapted to further excavation on the site;
- absence of greenhouse effect and condensation phenomena thanks to suitable ventilation.

The design may include vertical screening on the perimeter sides, in lightweight materials which allow air to pass through, in order to limit the erosive effects of the wind and the circulation of dust and other detritus, and to limit the effects of evaporation on the surfaces of the archaeological remains.

Protective coverings are important for the conservation of archaeological remains,



Castellammare di Stabia (NA), Villa di Arianna. Progetto ENEA-ICR: copertura sulla zona adiacente al Grande Peristilio (a sinistra). Particolari della copertura sul portico del peristilio (a destra).
Castellammare di Stabia (Naples), Villa of Arianna. Research project ENEA-ICR: shelter over the area close the Great Peristyle (left). Detail of the shelter on the portico (right).



- efficiente impianto di raccolta e smaltimento delle acque;
- facile replicabilità per adattarsi all'ampliamento dello scavo;
- assenza di effetto serra e di fenomeni di condensazione in presenza di adeguata ventilazione.

Possono essere previste schermature verticali sui lati perimetrali, in materiali leggeri e traspiranti, per limitare gli effetti erosivi del vento e la circolazione di polveri con altri detriti, contenere gli scambi e l'evaporazione sulle superfici antiche. L'esistenza in un sito di coperture protettive giova alla buona conservazione dei resti archeologici, non solo se viene correttamente progettata ma anche se viene adeguatamente mantenuta. La manutenzione è una buona pratica che deve coinvolgere tutte le componenti dell'area archeologica, compresi gli impianti e i dispositivi museali e di sicurezza.

Le sperimentazioni condotte dall'ICR hanno riguardato: la *Domus dei Coiedii* a Castellone di Suasa (Ancona); la Villa Romana cd. di Arianna a Castellammare di Stabia (Napoli); la Villa Romana di Casignana (Reggio Calabria); la Villa Romana di Faragola ad Ascoli Satriano (Foggia). In tutti i casi le attività si sono inserite in un ambito di consulenze ad ampio raggio che hanno visto la messa a punto della metodologia per la conservazione *in situ* delle pavimentazioni musive, l'esecuzione di interventi di restauro diretti sui manufatti antichi, le indagini scientifiche, i controlli ambientali e i programmi di manutenzione.

Il reinterro temporaneo

Le esigenze della conservazione *in situ* di manufatti antichi quali mosaici, intonaci, strutture in terra cruda che, per le loro caratteristiche materiche, sono maggiormente suscettibili al degrado causato dagli agenti climatici, ha incentivato la ricerca anche verso materiali e metodi per il reinterro, ovvero di sistemi di protezione fisica a contatto. Si tratta di protezioni di durata stagionale o annuale e, in ogni caso a breve termine, utilizzate come strumento di conservazione passiva e di salvaguardia. In tale ambito, sin dagli anni '80 sono state condotte indagini sui

Villa Arianna. Area prospiciente il Grande Peristilio. La tettoia è costituita da un tetto a shed a tre falde, con manto di copertura rivestito di lastre di rame e pacchetto con intercapedine ventilata. Le falde sono sostenute da una orditura di travi orizzontali e pilastri di legno lamellare poggianti al suolo mediante una piastra di acciaio zavorrata. Gli shed sono schermati sui lati con lastre di polycarbonato e lamelle di acciaio apribili (2002-2003 Progetto Studio Matarazzo, Napoli).

Villa Arianna. Area overlooking the Great Peristyle. Roofing is realized with a three-pitched shed roof with copper-coated covering layer and ventilated cavity. Roof pitches are underpinned by a structure of horizontal beams and lamellar wood pillars, resting on a steel plate anchored to the ground. The sides of shed roofs are screened using polycarbonate plates and sheet steel that can be opened (2002-2003 Project Studio Matarazzo, Napoli).

not only if they are correctly designed but also if they are properly serviced. Regular maintenance is an essential operation which must involve all the components of the archaeological area, including heating and air conditioning equipment and the museum's security systems. Investigations were conducted by the ISCR on the following sites: the *Domus dei Coiedii* at Castellone di Suasa (Ancona); the Roman Villa of Arianna at Castellammare di Stabia (Naples); the Roman Villa at Casignana (Reggio Calabria); the Roman Villa of Faragola at Ascoli Satriano (Foggia). In all cases, activities included wide-ranging consultancy to establish the methodology and best methods for the conservation *in situ* of the mosaic floors, carrying out direct restoration on some items, together with scientific tests, environmental controls and maintenance plans.

Temporary reburial

Conservation *in situ* of archaeological items such as mosaics, plaster works and raw earthworks is problematic since they are more susceptible, because of their material characteristics, to deterioration caused by climatic agents. This fact has prompted research into materials and methods for reburial, in other words, direct contact systems of physical protection. Such protection systems, which are seasonal or annual and in any case short-term, are used as an instrument of passive



Casignana (RC), copertura sulla Villa Romana; settore est (in corso di completamento). Casignana (Reggio Calabria), shelter over the east area of the Roman Villa; view of the shelter, front side (during the completion work).



Casignana interno della copertura. Casignana, view inside the shelter.

Casignana. Villa romana area Est. La struttura portante è costituita da pilastri disposti secondo una maglia semiregolare in modo da non interferire con i pavimenti musivi. I pilastri sostengono una griglia di travi reticolari su cui sono poggiate le falde di copertura. La forma della copertura è a quattro falde disposte a successione di onde. L'applicazione di un pacchetto di copertura coibentato e ventilato assicura l'abbattimento degli effetti termici dell'irraggiamento solare e il controllo dell'umidità relativa. Su tre lati è prevista una schermatura costituita da una membrana - tessuto che consente un corretto scambio termico igrometrico con l'ambiente esterno. (2009 Progetto ISCR, C. Prosperi Porta, MG. Flamini, Studio BCD Progetti).

Casignana. Roman Villa, east area. The supporting structure is made up of pillars, whose position has been decided according to rooms and mosaic floors dimensions. The pillars support a grid of netlike beams with covering pitches resting on it. The covering is formed by four pitches in a progression of waves. A caulk and ventilated covering applied help preventing solar radiation thermal effects and controlling relative humidity. Additional protection is ensured by screening three of the sides using a membrane-cloth, which enables correct thermal and humidity interexchange with the external environment (2009 ISCR project, C. Prosperi Porta, MG. Flamini, Studio BCD Progetti).

sistemi di protezione di elementi decorativi in contesti archeologici. La tipologia del manufatto da proteggere, i tempi del rinterro, la presenza di altri sistemi di protezione sono i fattori principali che indirizzano la scelta dei materiali e il tipo di protezione a contatto.

Da un'analisi degli studi pubblicati negli ultimi trent'anni si è potuto rilevare l'utilizzo di una grande diversità di materiali *separatori* – dai fogli di polietilene, alla retina di cantiere o a differenti tipologie di geosintetici – applicati, a protezione di mosaici pavimentali conservati *in situ*, da soli o insieme a inerti quali sabbia, pozzolana, terra o argilla espansa. Tuttavia la scelta spesso dettata da esigenze di praticità (facilità di applicazione e di rimozione) ha visto l'utilizzo di materiali e metodi di applicazione non sempre realmente idonei ai fini della conservazione. I materiali più in uso sono i geosintetici – materiali che nascono come insostituibile soluzione nella ricerca in opere d'ingegneria geotecnica, rinforzo, drenaggio, filtro o protezione di strutture o di altri materiali. Esistono molte tipologie

di conservazione e protezione. In this field, investigations have been conducted since the 1980s on methods of protection for decorative elements in archaeological contexts. The type of element to be protected, the time span of the re-burial and the presence of other protection systems are the main factors which guide the choice of materials and the type of contact protection.

Studies published over the last thirty years show the use of a wide range of *separator* materials – such as sheets of polyethylene, wire netting used on worksites, or different types of geo-synthetic materials – applied as protection for mosaic floor conserved *in situ*, alone or together with inert materials such as sand, pozzolana, soil or expanded clay. However, the choice is often dictated by practical considerations (ease of application and removal) with the result that materials and methods of application have often been used that are not really suitable for conservation purposes. Widely used are geo-synthetic materials which were originally developed in the geotechnical engineering field for reinforcing, draining, filtering and protecting structures and other materials.

There are many types of geo-synthetics which differ in the chemical nature of the fibres and their system of aggregation, as well as the thickness of the sheets. Tests were carried out to verify their suitability for conservation *in situ* bearing in mind the requisites for using these materials to protect archaeological remains, as non-interference with the constituent materials, ease of application, removal and storage; low cost and possibility of reutilisation. With these aims in mind, the ISCR set up some systems of direct-contact protection at several archaeological sites in Italy and abroad: the Taurine Roman *Thermae* at Civitavecchia, the Roman Villa at Casignana, the Roman Villa of Faragola at Ascoli Satriano, the *Domus dei Coiedii* at Castellone di Suasa, and the site of Tas Silg in Malta. The systems of direct-contact protection were chosen amongst those that were innovative and/or most frequently used in archaeological areas, they were monitored over time in order to observe any changes favoured by the reburial (the microclimate, the biological and chemical values under the reburial system, when possible, were monitored).



Ascoli Satriano (FG), Villa Romana di Faragola. *Coenatio*, protezione degli *emblemata* in *opus sectile* vitreo e marmoreo con geosintetici e perlite (a sinistra). Dettaglio delle lastre di vetro e marmo che compongono l'*emblemata* musivo (a destra). Ascoli Satriano (Foggia), Roman Villa. *Coenatio*, protection of *emblemata* in glass and marble *opus sectile* by geotextile and perlite (left). Detail of the glass and marble slabs (right).



di geosintetici, che differiscono per natura chimica delle fibre e del loro sistema di aggregazione oltre che per lo spessore dei teli. Tenendo ben presente i requisiti necessari per un impiego di questi materiali a protezione dei manufatti archeologici – ossia: la non interferenza con i materiali costitutivi dei manufatti, la facilità di applicazione; di rimozione e di stoccaggio; i costi contenuti; la possibilità di reimpiego – si è voluto verificare la loro efficacia nella conservazione *in situ*. Con tali obiettivi, l'ICR ha realizzato alcuni sistemi di protezione fisica a contatto in diversi contesti archeologici sia in Italia – le Terme Taurine a Civitavecchia, la villa romana di Casignana, la Villa Romana di Faragola ad Ascoli Satriano, la *domus* dei *Coedii* a Castelleone di Suasa – sia nel sito di Tas Silg a Malta. I sistemi di protezione a contatto – selezionati tra quelli innovativi e/o più frequentemente utilizzati in aree archeologiche – sono stati monitorati mediante indagini analitiche (rilevamento del microclima, indagini biologiche e chimiche) per rilevare gli eventuali effetti indotti dai diversi sistemi di reinterro.

I geotessuti Typar 3337, Reemay 2033, Geodren, Terram 2000, Delta Lite plus, e Goretex 9955N9901 sono alcuni dei materiali utilizzati – tal quali o come elementi di separazione tra la superficie lapidea e uno spessore di inerti (argilla espansa, ghiaia, oigroperlite) – a protezione dei mosaici in esterno e sotto tettoie. Prima dell'applicazione dei sistemi di protezione, si è provveduto al rilevamento dello stato di conservazione, e sono stati realizzati interventi conservativi per una valutazione obiettiva dei risultati al termine del periodo di reinterro.

Tra i risultati più interessanti di tali sperimentazioni sono:

- l'aver potuto osservare che alcuni geosintetici (Typar 3337 e Reemay 2033) sono rapidamente (nell'arco di un mese) degradati dalle radiazioni UV e, dunque, non adatti a essere utilizzati in esterno, senza la sovrapposizione di inerti;
- l'aver verificato l'inadeguatezza degli inerti di natura calcarea (come ad esempio la globigerina e la corallina);
- l'aver rilevato gli effetti della maggiore umidità, favorita da geosintetici tipo fel-

The tested materials included different geo-textiles (Typar 3337, Reemay 2033, Geodren, Terram 2000, Delta Lite plus, and Goretex 9955N9901). They were used alone, without other elements, or as separators between the archaeological surface and a layer of inert material (expanded clay, gravel, perlite) to protect mosaic floors, located externally or beneath roofing.

Before applying the protection system, the state of conservation was measured, and some conservation actions were undertaken in order to have an objective evaluation of the results after the period of reburial.

The most interesting results from the experiments were as follows:

- some geo-synthetics (Typar 3337 and Reemay 2033) are rapidly degraded by UV radiation (within the space of a month) and are therefore not suitable for external use unless covered by a layer of inert material;
 - some inert materials of the calcareous type (such as *globigerina* and *corallina*) are not suitable;
 - the increase of humidity in contact with different types of paving surfaces (*opus signinum*, *opus sectile* and mosaics with *tesserae*), is encouraged by geo-synthetics of the felt type when reburied with inert materials;
 - the ability of the geo-textile Goretex 9955N9901 to allow the passage of air, used as laminar protection together with barriers against external physical agents (rain, light and atmospheric particles) and to inhibit the growth of biological alterations was verified. On the downside, it has low insulating properties.
- The study continues with the realisation of a database, updatable and consultable on line, containing details of the direct-contact protection systems installed on archaeological sites in Italy and the experiments carried out not only regarding the materials, the morphology of the excavation and the environmental context of the archaeological area in question, but also the types of investigations and surveys conducted with their results. Such a tool will have the dual aim of helping to draw up guidelines for pinpointing the most suitable reburial system for specific archaeological contexts, and of guiding future decisions regarding conservation.



Casignana (RC). Villa Romana, protezione dei mosaici pavimentali nel settore est mediante geosintetici e argilla espansa (prima della costruzione della copertura definitiva). Casignana (Reggio Calabria), Roman Villa, protection of mosaic floors by geotextiles with expanded clay before the construction of the new shelter.



tri nel reinterro con inerti, a contatto sulle diverse tipologie di rivestimenti pavimentali (*opus signinum*, *opus sectile* e mosaici a tessere);

- l'aver verificato la capacità traspirante del geotessile Goretex 9955N9901, usato quale protezione laminare, insieme a quella di barriera rispetto agli agenti fisici esterni (pioggia, luce e particolato atmosferico) e di inibire lo sviluppo di alterazioni biologiche. Per contro non svolge un'azione coibente.

Lo studio prosegue con la realizzazione di un *data base*, integrabile e consultabile *on line*, in cui schedare i sistemi di protezione a contatto finora installati nei siti archeologici italiani, e sperimentati sia come dati dei materiali, della morfologia dello scavo e del contesto ambientale in cui è inserita l'area archeologica in esame, sia per tipologia di indagini e risultati. Tale *strumento* potrà avere quale duplice finalità quella di contribuire, attraverso l'elaborazione di linee guida, alla individuazione del sistema di reinterro più adeguato alle specificità dei diversi contesti archeologici e quella di indirizzare le future scelte conservative.



Civitavecchia (Roma). Terme Taurine, *cubicula diurna*. Sistemi di reinterro temporaneo di mosaici pavimentali e intonaci dipinti con geosintetici o con argilla espansa. Nel dettaglio il pavimento musivo e la parete dipinta protetti con telo di geosintetico (Goretex PTFE). Civitavecchia (Roma). *Taurinae Thermae, cubacula diurna*. Example of temporary reburial for protection of mosaic floors and wall paintings by geotextiles alone and with expanded clay. Detail, mosaic floor and wall painting covered by geotextiles Goretex PTFE)

Bibliografia

H. SCHMIDT, *Shutzbauten*, Stuttgart 1988.

S. RANELLUCCI, *Strutture protettive e conservazione dei siti archeologici*, Pescara 1996.

Conservation and Management of Archaeological Sites, special issue on protective shelters, 5, 1-2 (2001).

A. ALTIERI, M.C. LAURENTI, A. ROCCARDI, *The conservation of archaeological sites: materials and techniques for short term protection of archaeological remains*, in 6th International Conference on Non destructive testing and Microanalysis for the Diagnostics and Conservation of the Cultural and Environmental Heritage, Rome 1999, pp. 673-687.

M.C. LAURENTI, A. ALTIERI, *Materiali e tecniche per la protezione dei mosaici pavimentali nelle aree archeologiche*, in Atti del VI Colloquio AISCOM, Venezia, 20-23 gennaio 1999, Ravenna 2000, pp. 727-738.

Conservation and Management of Archaeological Sites, special issue on site reburial, 6,3-4 (2004).

M.C. LAURENTI (a cura di) *Le coperture delle aree archeologiche*. Museo Aperto, ed. ICR, Roma 2006.

La conservazione *in situ* dei mosaici
archeologici

Conservation *in situ* of archaeological
mosaics

Maria Concetta Laurenti, Carla D'Angelo,
Daniela Gennari, Paola Santopadre, Giancarlo Sidoti



Con il termine *mosaico* si intende in generale la decorazione di una superficie architettonica (pavimento, parete, soffitto) realizzata per mezzo di piccole pietre naturali o di terracotta e pasta vitrea, lavorate in forma di piccoli cubi chiamati tessere e saldamente fissati su di uno strato di supporto. La decorazione musiva si sviluppò nel mondo greco-ellenistico e si diffuse in ogni regione geografica dell'impero romano, divenendo una componente caratteristica della cultura artistica romana. Nel mondo romano la tecnica fu impiegata soprattutto nei rivestimenti pavimentali, in edifici pubblici e privati, di ogni categoria.

Nel corso del tempo si evolverà in stili differenti, dando luogo a due principali tendenze: il mosaico bianco e nero, tipicamente italico, e il mosaico policromo, di tradizione ellenistica. Queste due correnti decorative si svilupperanno contemporaneamente, sia nella versione geometrica che figurata.

Il termine *mosaico* deriva dal greco *Mousa*, le muse erano ninfe che presiedevano alle varie forme artistiche e alle quali erano dedicati edifici a forma di ninfei e grotte le cui pareti erano decorate con questa tecnica. Da *Mousa* viene l'aggettivo *musivum*, che compare nella letteratura artistica tardo romana in Sant'Agostino (*De Civitate Dei* XVI, 8, 1) e Trebellio Pollione (*Historia Augusta*) in riferimento alla tecnica del mosaico parietale. Da questo termine si formò in età medievale il termine *musaico*, che acquistò un significato estensivo comprendendo in esso tutte le forme decorative che vengono realizzate con questa tecnica.

Non vi è nel mondo romano un termine preciso per indicare il pavimento in mosaico che viene definito piuttosto attraverso le sue caratteristiche tecniche, da Vitruvio (*De Architectura*, VII, 4) come *pavimentum tessaris structum* (trad.: pavimento costruito con tessere), e da Svetonio (*Divus Iulius* 46) come *tessellata pavimenta* (trad.: pavimenti di tessere).

I mosaici pavimentali sono la forma artistica forse più durevole che è sopravvissuta dall'antichità, grazie alla loro collocazione nella parte inferiore

The term *mosaic* refers to the decoration of an architectural surface (floor, wall, ceiling) with small stones which are either natural, made up of terracotta or vitreous paste, shaped into small cubes known as *tesserae* and firmly attached to a supporting layer.

Mosaic decoration arose in the Greek-Hellenistic world and spread throughout every region of the Roman Empire, becoming a characteristic feature of Roman art, mainly used for decorating floors of public and private buildings of all types.

Over time, it has evolved into different styles and two main types: the typical Italian black-and-white mosaic and the polychrome mosaic of the Hellenistic tradition. These two decorative expressions developed at the same time in both the geometric and figurative versions.

The word *mosaic* derives from the Greek *Mousa*. The Muses were nymphs watching over Art in all its forms, who were honoured with *nymphai* and grottoes whose walls were decorated using this technique. From *mousa* comes the adjective *musivum*, which appears in the late Roman art literature by St Augustine (*De Civitate Dei* XVI, 8.1) and Trebellius Pollio (*Historia Augusta*) referring to wall mosaic technique. In the middle age, the meaning of the term *musaico* extended to all the decorative forms based on this technique.

In the Roman world, there was no precise term for mosaic floor. This was rather defined by its technical characteristics as *pavimentum tessaris structum* (floor made of tesserae) by Vitruvius in *De Architectura*, VII, 4, and as *tessellata pavimenta* (tessellated floor) by Suetonius in *Divus Iulius* 46.

Floor mosaics are perhaps the most durable form of art survived from the ancient times thanks to their place in the lower part of buildings and the technique used for their construction. According to Vitruvius (*De Architectura*, VII, 3-7), sound foundations made up of three preparatory layers had to be prepared before laying the *tesserae*. These layers were the *statumen* (large stones and pebbles set in beaten earth), the *rudus* (lime mortar and gravel),



Castelleone di Suasa. *Domus dei Coiedii*. Dettaglio del cedimento strutturale del mosaico nell'*oecus* G. Operazioni di recupero dei frammenti in crollo. Castelleone di Suasa. *Domus dei Coiedii*. Details of the shifting of the mosaic floor in *oecus* G. Recovering of the mosaic fragments collapsed.



Castelleone di Suasa. *Domus dei Coiedii*. Operazioni di riassetto dei frammenti. Castelleone di Suasa. *Domus dei Coiedii*. Details of the reassembly of the mosaic fragments collapsed.

degli edifici e per la tecnica costruttiva. Secondo Vitruvio (*De Architectura*, VII, 3-7) prima della stesura delle tessere bisognava preparare una robusta fondazione costituita da tre strati di preparazione, lo *statumen* (il vespaio di grossi ciottoli), il *rudus* (con malta di calce e ghiaia) dello spessore di due terzi di piede (25 cm) e il *nucleus* (con malta di calce e cocchiopesto) dello spessore di sei dita (11 cm). Questa tecnica costruttiva per la qualità dei materiali e l'accuratezza dell'esecuzione, garantiva solidità e durabilità nel tempo a queste pavimentazioni. La realtà dello scavo ci restituisce però nella maggior parte dei casi, strutture pavimentali con massetti di fondazione realizzati in modo meno accurato, assai meno profondi, realizzati con materiali di minore qualità. I mosaici antichi proprio perché elementi funzionali dell'architettura recano tracce di riparazione e di usura, inoltre le fasi di abbandono e poi di interrimento hanno prodotto un indebolimento strutturale che li rende suscettibili ai fenomeni di deterioramento. Anche il materiale costitutivo delle tessere, fatte a volte di calcari scistosi e argillosi, oppure in pasta vitrea, costituisce un ulteriore fattore di criticità favorendo fenomeni di scagliatura, microfessurazione e decoesione.

Il convegno organizzato dall'International Committee for Conservation of Mosaics (ICCM), svoltosi a Cipro nel 1996, aveva come titolo *Mosaics make a site*, ovvero *I mosaici fanno il sito*, una frase davvero emblematica e significativa della politica culturale che mira alla conservazione *in situ* di tutti gli elementi connotanti l'architettura antica.

Questo nuovo approccio metodologico si riferisce in modo particolare ai pavimenti musivi delle aree archeologiche, diffusi in tutti i siti di età romana del Mediterraneo, in passato oggetto di interventi snaturanti di rimozione dal contesto o di interventi di restauro con impiego di cemento che li ha condannati a un rapido e spesso irreversibile deterioramento.

L'inversione di tendenza che si registra in questi ultimi anni in direzione

two thirds of a foot deep (25 cm), and the *nucleus*, (lime mortar and *cocciopesto*), six fingers deep (11 cm). The quality of the materials and accuracy of execution of this construction technique ensured solidity and durability to these floors over time.

However, in most cases excavation reveals less accurate, less deep and low-quality stone foundations of the floors. As functional elements of the architecture, ancient mosaics show traces of wear and tear as well as repair. In addition, the phases of abandonment and subsequent burial have caused some degree of structural weakening which makes them liable to deterioration. The constituent materials of the *tesserae*, sometimes made up of schistose and clay limestone or vitreous paste, represent another critical factor producing flaking, micro-cracking and de-cohesion.

The conference organised by the International Committee for Conservation of Mosaics (ICCM) and held in Cyprus in 1996 was entitled *Mosaics make a site*, an emblematic sentence reflecting the cultural policy aimed at the conservation *in situ* of all the elements featuring ancient architecture.

This new methodological approach refers to mosaic floors of archaeological areas throughout all Roman sites in the Mediterranean area. In the past, many of these mosaics were removed from their context. Worse still, some of them were restored using cement and thus condemned to rapid and often irreversible deterioration.

The change of direction towards mosaics conservation *in situ* recently occurred is rooted not only in the awareness that removing them from the original archaeological sites can cause loss of integrity, as well as of the cultural and historical values of the site and the mosaic themselves, but also in the gradual strengthening of a modern conservation strategy for archaeological sites and areas where restoration operations must be combined with precautionary conservation interventions.



Castelleone di Suasa.
Domus dei Coiedii.
Dettaglio del cedimento
strutturale del mosaico
dell'*oecus* G dopo il
restauro con la
reintegrazione della
lacuna
Castelleone di Suasa.
Domus dei Coiedii.
Oecus G, detail of the
restoration interventions
with lacunae filling.



Castelleone di Suasa.
Domus dei Coiedii.
Particolare dell'*opus sectile*
dell'*oecus* G dopo il restauro.
Castelleone di Suasa.
Domus dei Coiedii.
Detail of the *opus sectile*
floor after restoration.

della conservazione *in situ* dei mosaici, ha le sue radici nella consapevolezza che la loro asportazione sistematica da un sito archeologico determina la perdita di integrità e dei valori culturali e storici del sito e del mosaico stesso, privato del legame con il contesto, ma anche nella graduale affermazione di una moderna strategia di conservazione dei siti e delle aree archeologiche dove gli interventi di restauro sono integrati dall'attuazione di interventi di conservazione preventiva.

L'affinamento delle tecniche di consolidamento, accompagnata alla sperimentazione di materiali di restauro, maggiormente compatibili con i materiali costitutivi originari rispetto al cemento, unitamente al migliore controllo dei fattori ambientali, consentono oggi di gestire il mantenimento *in situ* dei mosaici archeologici, non pregiudicando fra l'altro l'intervento di distacco, nel caso in cui si ritenesse in un secondo momento necessario, sia ai fini di tutela, sia per l'insorgenza di cause ambientali sfavorevoli e non controllabili.

Proprio per questo, il progetto di conservazione di un'area archeologica deve prevedere il coinvolgimento e l'apporto scientifico di diverse professionalità che coadiuvano l'archeologo, sia per la caratterizzazione dei materiali costitutivi originari e dei prodotti del degrado, sia ai fini della conoscenza degli aspetti ambientali del sito che possono incidere pesantemente sullo stato di conservazione dei manufatti e quindi sulle scelte.

Nell'ottica della conservazione *in situ* dei mosaici scavati, un ruolo importante è svolto dalla pianificazione degli interventi conservativi di pronto intervento in corso di scavo e dall'attuazione di opere provvisorie – installazione di tettoie o di protezioni a contatto – che consentono di stabilizzarne le condizioni in attesa di interventi di restauro veri e propri. La pulitura sommaria del terriccio di scavo, la realizzazione di bordi di contenimento delle lacune con malte leggere, il fissaggio puntuale delle tessere distaccate rientrano nelle operazioni conservative da attuare preventiva-

The improvement of consolidation techniques, testing new restoration materials that are more compatible than cement with the original constituent components, and a better control of environmental factors now allow the treatment of archaeological mosaics *in situ*. This doesn't compromise their removal, should detachment become necessary in the future not only for protection reasons but also if unfavourable and uncontrollable environmental causes arise.

Therefore conservation projects for archaeological areas must consider the involvement and scientific support of different professional figures assisting the archaeologists not only in identifying the original constituent materials and products of deterioration, but also in understanding the local environmental features able to affect the finds' status of conservation and making the correct choices.

Regarding mosaic conservation *in situ*, it is important to plan emergency conservation actions during digging as well as the setting up of temporary facilities – like shelters and/or direct-contact protection systems – to enable stabilisation of the conditions while waiting for full-scale restoration.

Removing loose ground from the excavation site, providing reinforcement of the edges of the gaps using soft mortar, fixing detached *tesserae* – all these operations need to be carried out on site in order to avoid possible and sometimes irreparable damage during the following digging phases.

Restoration work in the *Domus dei Coiedii* at Castelleone di Suasa, and in the Roman Villa at Casignana

Since the 1980s, the Istituto Superiore per la Conservazione ed il Restauro has carried out several interventions on some archaeological areas where on-site mosaic conservation techniques and methods have been tested. Two cases are particularly significant for the extent of the intervention and



Castelleone di Suasa, *Domus dei Coiedii*. Particolare del mosaico con Nereidi e Tritoni dopo il restauro. Castelleone di Suasa, *Domus dei Coiedii*. Detail of polychrome mosaic with Tritons and Nereids after restoration.



Castelleone di Suasa, *Domus dei Coiedii*. Pavimento in mosaico bianco e nero che presenta un forte cedimento nella parte centrale: dopo il restauro. Castelleone di Suasa, *Domus dei Coiedii*. Black and white mosaic floor in geometric style, collapsed in the middle, after restoration.

mente sul campo per evitare danni a volte irreparabili che potrebbero verificarsi nelle fasi successive allo scavo.

Gli interventi di restauro nella *Domus dei Coiedii* a Castelleone di Suasa e nella Villa Romana di Casignana

L'Istituto Superiore per la Conservazione ed il Restauro ha condotto, a partire dagli anni '80 del secolo scorso una serie di interventi in alcune aree archeologiche dove sono state sperimentate tecniche e metodologie di conservazione *in situ* dei mosaici. In particolare, due casi significativi, per l'ampiezza degli interventi effettuati e l'impegno nella conservazione integrata dei siti, sono rappresentati dalla *Domus dei Coiedii* a Castelleone di Suasa, situata nelle Marche e dalla Villa Romana di Casignana, in Calabria. In entrambi i casi si tratta di due importanti complessi archeologici, di notevole estensione, databili alla media e tarda età imperiale, dove, a fronte di una scarsa conservazione degli alzati murari, lo scavo ha restituito un gran numero di pavimentazioni, caratterizzate da mosaici policromi, in bianco e nero e in commesso marmoreo. Tale configurazione li ha resi un campione privilegiato per l'attuazione di interventi di restauro sperimentali e per lo studio e il monitoraggio nel tempo degli interventi stessi. La metodologia degli interventi di consolidamento *in situ* condotti dall'ISCR ha tenuto conto degli assunti teorici che hanno imposto il mantenimento delle inevitabili deformazioni dei piani pavimentali, frutto di assestamenti avvenuti in antico, nel rispetto dei valori storici e delle pregresse vicende conservative.

Ciò è stato possibile grazie a nuovi formulati, malte idrauliche a basso contenuto salino, che a partire dagli anni '80 sono state impiegate per conferire sufficiente resistenza meccanica al substrato in modo da supportare il peso degli strati superiori o ulteriori movimenti del terreno stesso.

I risultati sono stati soddisfacenti anche in alcuni casi limite, come nella

demanding integrated conservation of the sites: the *Domus dei Coiedii* at Castelleone di Suasa in the Marche region, and the Roman Villa at Casignana in Calabria.

Both cases regarded two mid or late imperial age archaeological complexes of remarkable size and importance. In spite of the poorly preserved or ruined walls of the buildings, digging has revealed a large number of polychrome, black-and-white and marble mosaic floors.

This configuration made both sites ideal for trying out new restoration techniques and monitoring the results over time. The methodology underlying consolidation operations *in situ* by the ISCR takes into account the theoretical principle of maintaining the inevitable deformations of the floors, due to ancient ground setting, and respecting historical values and previous conservation interventions.

This was made possible thanks to new mixtures, low-saline hydraulic mortars, starting to be used since the 1980s with the goal of increasing foundation's mechanical strength and supporting the weight of upper layers or further shifting of the ground.

The operation was successful even in difficult cases like the *Domus dei Coiedii*, where the ups and downs of the mosaic surfaces were so extended as to jeopardise conservation. Large collapsed areas of the mosaic surface as well as gaps and fractures in the floor have been treated with the technique known as facing - borrowed from wall painting restoration - , slightly raising the mosaic's edges.

After careful documentation, the tessellated fragments still in position which during collapse had maintained some uniformity between them and the rest of the floor, were recovered and repositioned by slightly raising the deformed part to a level more suitable for conservation.

Consolidation of the constituent material of the *tesserae* was carried out in different ways: on marly limestone and schistose stone, where de-cohesion



Castelleone di Suasa, *Domus dei Coiedii*. Mosaico bianco e nero dell'ambiente O, pulitura meccanica con vibroincisore. Castelleone di Suasa, *Domus dei Coiedii*. White and black mosaic floor of the room O, mechanical cleaning using vibroengraver.



Castelleone di Suasa, *Domus dei Coiedii*. Pulitura chimica con impacco di polpa di carta imbibita di prodotti solventi. Castelleone di Suasa, *Domus dei Coiedii*. Chemical cleaning test using paper pulp poultices moistened with solvents.

Domus dei Coiedii

La Domus dei Coiedii è stata individuata e scavata dall'Università di Bologna negli anni 1987-1997. Fa parte del tessuto urbano della città romana di Suasa Senonum, situata ai piedi di Castelleone di Suasa in provincia di Ancona.

La ricca domus, localizzata, presso l'Anfiteatro, è nota per buona parte della sua estensione, di oltre 3000 mq.

È costituita da un nucleo originario ad atrio, di età tardo-repubblicana (ca. metà del I secolo a.C.), che fu ampliato in età medio imperiale (inizi del II d.C.), con l'aggiunta di ambienti di ricevimento estivi e invernali, un impianto termale e un grande giardino peristilio.

La dimensione e i pregevoli rivestimenti pavimentali e parietali si adattano a un'abitazione di tipo estensivo e aristocratico. Sono stati messi in luce circa venti ambienti pavimentati con mosaici geometrici e figurati, in tessere bianco-neri e policrome. Un grande ambiente tricliniare (oecus G) reca al centro del pavimento in mosaico, un grande inserto (emblema) in commesso di lastre marmoree policrome (opus sectile). La casa ebbe riparazioni e rifacimenti nel III d.C. La frequentazione è attestata fino al IV-V secolo d.C. quando iniziò l'abbandono e la decadenza.

Dovette essere proprietà della famiglia senatoriale dei Coiedii, attestata nella zona, come si evince da una epigrafe dedicatoria rinvenuta nello scavo di uno degli ambienti che nomina Lucius Coiedus Candidus, questore all'epoca dell'imperatore Claudio (I d.C.).

Domus dei Coiedii

The Domus dei Coiedii was discovered and excavated by a team from the University of Bologna between 1987-1997. It is part of the urban layout of the Roman city of Suasa Senonum, situated at the foot of Castelleone di Suasa in the Ancona province.

The wealthy domus, located in the city centre near the amphitheatre, covered an area of more than 3000 square metres.

It consists of an original nucleus with atrium, dating from the late-republican age (mid I century BC) which was enlarged during the imperial age (early II century AD) with the addition of rooms for summer and winter use, a private bath and a large garden with peristyle.

The size and good quality of the floor and wall decorations indicate an aristocratic dwelling. There are about twenty rooms with black-and-white and polychrome geometric and figurative mosaic floors. In the middle of the floor of the large triclinium (oecus G) there is a polychrome marble (opus sectile) mosaic insert (emblem).

The villa was restored in the III century AD and inhabited until the IV-V centuries AD, then it was abandoned and fell into disrepair.

It probably belonged to the senatorial family of the Coiedii, as testified by a dedicatory epigraph found in one of the rooms which shows the name of a certain Lucius Coiedus Candidus, quaestor at the time of emperor Claudius (I century AD).



Casignana, Villa Romana. Cantiere didattico per il restauro del pavimento con i busti delle Quattro Stagioni. Casignana, Roman Villa. Didactic worksite for restoration of the mosaic floor with the Four Seasons.



Casignana, Villa Romana. Cantiere didattico per il restauro del pavimento con i busti delle Quattro Stagioni. Test di pulitura chimica con impacco di polpa di carta imbibita di prodotti solventi. Casignana, Roman Villa. Didactic worksite for restoration of the mosaic floor with the Four Seasons. Cleaning test using paper pulp poultices moistened with solvents.

Domus dei Coiedii, dove i salti di quota e gli sprofondamenti del manto musivo in molti pavimenti erano tali da pregiudicarne la conservazione. Nel caso di gravi cedimenti, con apertura di lacune e fratture dei massetti pavimentali, mutuando tecniche di intervento dal restauro dei dipinti murali, è stata utilizzata la tecnica della velatura con il parziale sollevamento dei bordi del mosaico. Dopo accurata documentazione, i frammenti di tessellato ancora in giacitura di crollo, che nel distacco avevano mantenuto continuità fra loro e con il resto del pavimento, sono stati recuperati e ricollocati, mediante un leggero rialzamento della parte deformata, su un piano più idoneo alla conservazione.

Il consolidamento del materiale costitutivo delle tessere è stato effettuato in modo differenziato: sui calcari marnosi e le pietre scistose dove i fenomeni di decoesione sono associati a scagliatura del materiale, si è ottenuto un discreto successo con nuovi formulati quali le microemulsioni acriliche. Esse sono state impiegate sui mosaici della Villa Romana di Casignana, dove l'ISCR è intervenuto con alcuni cantieri condotti in attività didattica a partire dal 2002. I mosaici pavimentali che caratterizzano questo complesso archeologico, datato fra il II e il IV secolo d.C., sono composti da materiali eterogenei, con prevalenza di litotipi a componente argillosa, sui quali anche per il permanere di condizioni ambientali di umidità, inizialmente non eliminabili, era sconsigliabile l'uso di prodotti a base di silicato di etile, impiegati invece con buon esito altrove.

Spesso le operazioni di pulitura comportano un vero e proprio microscavo. Il terriccio di scavo copre e nasconde deformazioni e parti di tessellato che soltanto un attento lavoro di pulitura meccanica con bisturi e specilli permette di recuperare; tale operazione consente inoltre l'acquisizione di importanti informazioni sulla stratigrafia archeologica e sulle tecniche esecutive del mosaico che andrebbero altrimenti perdute.

Con le operazioni di pulitura, condotte con mezzi chimici e strumenti mec-

was associated with flaking, new mixtures such as acrylic micro-emulsions have been successfully used.

These emulsions have been employed on the mosaics of the Roman Villa at Casignana, where the ISCR has performed several training worksites since 2002.

Floor mosaics in this archaeological complex, dating from between the II and IV centuries AD, are made up of heterogeneous material, mainly with a clay component. Since it has initially proved impossible to eliminate the persistent humidity in the areas where they were located, ethyl silicate products have been avoided, while they have been employed on other areas with good results.

Cleaning operations often involve micro-excavation. Dirt adheres to the tessellated parts, concealing deformation and requiring the recourse to mechanical cleaning with scalpels and probes to recover it. Moreover, this operation allows to collect important information about the mosaic's stratigraphic archaeology and executive techniques which would otherwise get lost.

Deterioration products are removed by cleaning the surface of the mosaic with chemical agents and mechanical tools, improving readability and appreciation of its artistic and aesthetic qualities. Paper pulp poultices soaked in solvents are applied on the surface in order to partially clean the alteration deposits which are then mechanically removed with scalpels and vibro-gravers. Cleaning operations have always been carried out gently and with extreme care, respecting the original materials.

On this subject, cleaning operations performed on the mosaics of the Roman Villa at Casignana were particularly complex due to the presence of adherent concretions whose removal was extremely difficult. The constituent material of the *tesserae* was very fragile, moreover they were fractured and disaggregated with the result that preliminary operations were needed to consolidate and bind them.



Casignana, Villa Romana. Test di pulitura chimica. Casignana, Roman Villa. Cleaning test.



Casignana, Villa Romana. Il busto dell'Autunno dopo il restauro. Casignana, Roman Villa. The bust of Autumn after restoration.

La Villa Romana di Palazzi

Situata circa 15 km a sud di Locri, lungo la costa ionica, nel comune di Casignana, in provincia di Reggio Calabria, la Villa Romana è costituita da un nucleo principale articolato intorno a un cortile centrale e con un imponente prospetto monumentale sul mare. L'area ovest è occupata da un grande impianto termale, mentre il lato orientale doveva essere destinato al quartiere residenziale vero e proprio. Originariamente il sito doveva essere collocato lungo la direttrice stradale che collegava le due città antiche di Rhegion e di Locri, in prossimità di una statio. Attualmente i due nuclei della villa sono separati dal percorso della SS. Ionica 106. La prima fase dell'insediamento è datata al I d.C., ma il massimo sviluppo si ebbe nel III-IV secolo d.C., cui seguì già nel V secolo la fase di abbandono. La villa ha restituito ricchissime pavimentazioni musive policrome e in bianco e nero e in commesso marmoreo.

Scavi archeologici e indagini sono stati condotti dalla Soprintendenza per i beni archeologici della Calabria a partire dagli anni '60.

Roman Villa of Palazzi (Casignana)

Situated about 15 km south of Locri, on the Ionian coast, in the Reggio Calabria province. The Roman Villa has a main nucleus around a central courtyard, with an impressive belvedere looking over the sea. A large private bath is situated in the west area, while the east side was probably occupied by the residential quarters. Originally, the site must have been located along the road connecting the two ancient cities of Rhegion and Locri, near a statio. Today, the remains of the two nuclei of the villa are separated by the Ionica highway 106. The early phase of settlement dates back to the I century AD, but the maximum development was achieved in the III-IV centuries AD, before being abandoned in the V century. The villa shows fine polychrome or black-and-white mosaic and with marble inlays floors.

Since the 1960s, archaeological excavations and surveys have been conducted by the Superintendence for archaeological properties of Calabria.

canici, vengono rimossi i prodotti del degrado, migliorando nello stesso tempo la leggibilità del mosaico e l'apprezzamento delle sue qualità artistiche ed estetiche. Compresse di polpa di carta imbevibile di prodotti solventi sono applicate con la funzione di rimuovere parzialmente i depositi di alterazione che poi vengono trattati meccanicamente con bisturi e vibroincisori. La pulitura non è mai stata forzata, agendo sempre nel rispetto dei materiali originari. Particolarmente complessi, a questo proposito, sono

Closely linked to aesthetic presentation is the question of gaps filling, which has been handled in a similar manner in both sites. It is now generally agreed that the filling should be founded on the respect for mosaic materials, therefore this type of work is no longer performed by artisans as in the past, when damaged parts were replaced on a large scale and filled in with many new or reused *tesserae*.

The methodology of gap filling must take into account the fragmented areas

stati gli interventi di pulitura condotti sui mosaici di Casignana. Infatti la rimozione di concrezioni molto tenaci su tessere infragilite da fenomeni di fratturazione e decoesione ha richiesto di procedere con molta attenzione, effettuando contestualmente operazioni di preconsolidamento e fissaggio preliminare delle parti distaccate.

Strettamente connesso alla presentazione estetica è il tema dell'integrazione delle lacune che è stato affrontato in modo simile in entrambi i siti. Appare oggi unanimemente condivisa la metodologia basata sul rispetto filologico dei materiali ed è sempre più diffusa la tendenza a sottrarre il mosaico alla sfera di attività di tipo artigianale che ha consentito in passato ampie manomissioni con sostituzioni di parti *ammalorate* e ampi rifacimenti con tessere nuove e originali.

La metodologia per l'integrazione delle lacune deve tenere conto del carattere di frammentarietà e lacunosità del sito archeologico di cui i mosaici sono parte integrante e rispettarne la storicità. Gli interventi devono inoltre rispettare i criteri di distinguibilità e reversibilità.

Le operazioni effettuate sulle lacune devono soddisfare esigenze di tipo conservativo ed estetico. La eliminazione delle discontinuità della superficie conferisce maggiore solidità alla struttura pavimentale e nello stesso tempo migliora la leggibilità del mosaico, ricucendo l'immagine altrimenti interrotta dalla lacuna. Sia sulle lacune di maggiore profondità, sia su quelle più superficiali sono stati rimossi in primo luogo i depositi terrosi, quindi sono stati consolidati gli strati preparatori residui, dove presenti, con impregnazioni ripetute di acqua di calce. Dove invece i sottofondi erano completamente mancanti o troppo disgregati si è ricostituito il massetto pavimentale con materiali tradizionali.

Le lacune sono state quindi integrate con una stuccatura superficiale a base di malta idraulica composta da calci idrauliche naturali o a base di grassello di calce, caricate con polvere di marmo e sabbie a granulometria e colore variabile, con un effetto di rugosità superficiale.

La cromia della malta delle stucature, prescelta attraverso prove preliminari, deve in una certa misura accordarsi alla cromia del pavimento e suggerire l'effetto tridimensionale del mosaico che è tecnicamente formato da tanti segmenti quadrangolari e non è una superficie bidimensionale come quella della pittura murale.

Il metodo proposto appare efficace e corretto, assicurando leggibilità al mosaico, non abolendo la lacuna, ma attenuandone semplicemente il disturbo visivo e lasciando il mosaico nel pieno apprezzamento dei suoi valori originali, sia archeologici che artistici.

Talora si è presentata l'esigenza di mantenere a vista alcune stratigrafie pavimentali e gli strati di allettamento recanti l'impronta delle tessere, a volte con tracce di campiture di colore. A titolo sperimentale si è attuata questa scelta metodologica sul pavimento con i Busti delle Quattro Stagioni a Ca-



Casignana, Villa Romana.
Dettaglio del mosaico delle *Quattro Stagioni* dopo il restauro.
Casignana, Roman Villa.
Detail of the mosaic floor with the *Four Seasons* after restoration.

and missing parts of the archaeological site in which the mosaics are integrated, respecting the historical aspects. Filling must be recognisable and reversible.

The operations carried out on the lacunae must meet both conservation and aesthetic requirements. The elimination of discontinuities on the surface gives more solidity to the floor and at the same time improves the mosaic's readability, recreating the image which would otherwise be incomplete.

First of all, dirt deposits have been removed from the deep and shallow gaps, then the preparatory layers – where present – have been consolidated with repeated applications of limewater. In the areas where the floor foundation was completely missing or too damaged, the ground bearing floor was rebuilt with traditional materials.

The *lacunae* have been then filled in using hydraulic mortar containing natural hydraulic lime or slaked lime mixed with marble powder and sand of variable granulometry and colour, giving the effect of a rough surface.

The colour of the mortar, chosen through preliminary tests, must match to some extent the colour of the floor and suggest the mosaic's three-dimensional effect, technically made up of many quadrangular segments, and not a two-dimensional surface like that of a wall painting.

The proposed method seems effective, ensuring readability of the mosaic, not eliminating the gap but attenuating the visual disturbance and enabling the mosaic to be fully appreciated for its original archaeological and artistic values.

Sometimes there is the need to maintain visible some sections of the floor stratigraphy and preparatory layers showing the outlines of the missing *tesserae*, occasionally with traces of pigments and background colour. As an experiment, this method has been used on the mosaic floor depicting the busts of the Four Seasons in Casignana, because of the exceptional conservation of the mortar bearing the print of the *tesserae*, and the persistence of



Casignana, Villa Romana.
Ambiente A.
Mosaico geometrico policromo prima del restauro.
Casignana, Roman Villa.
Room A.
Polychrome geometrical mosaic before restoration.



Casignana, Villa Romana.
Ambiente A.
Mosaico geometrico policromo dopo il restauro.
Casignana, Roman Villa.
Room A.
Polychrome geometrical mosaic after restoration.

signana, per l'eccezionalità della conservazione delle malte recanti le impronte delle tessere e la persistenza di campiture colorate sullo strato di allettamento all'interno del riquadro con il busto dell'Autunno. È evidente che tale sperimentazione è stata resa possibile in questo caso dalla presenza di una tettoia a protezione dell'ambiente. Diversamente la elevata fragilità materica di tali stratigrafie non lo avrebbe reso possibile.

background colour on the supporting layer in the frame dedicated to Autumn. Clearly, such an experiment has been made possible thanks to a temporary roof protecting the area, otherwise the fragility of the layers would have prevented it.

Bibliografia

A.M. ARDOVINO, *Pavimenti romano-imperiali in opus sectile ed altre tecniche da Suasa. Conservazione in situ*, in *Conservazione in situ, Mosaicos 5*, Palencia 1990, pp. 73-81.

P. DALL'AGLIO, S. DE MARIA, *Scavi nella città romana di Suasa. Seconda relazione preliminare (1990-1995)*, "Picus" XIV-XV, 1994-1995, pp. 77-232.

M.C. LAURENTI, *Nuovi interventi a Castelleone di Suasa*, "AISCOS II", Roma 1994, Bordighera 1995, pp. 241-248.

D. MICHAELIDES (ed.), *Mosaics make a site: The Conservation of Mosaics on Archaeological Sites*, Proceedings of VIth ICCM Conference, Nicosia (Cyprus), Rome 2003.

Wall and floor mosaics. Conservation, Maintenance Presentation, Proceedings of VIIIth ICCM Conference, Thessaloniki (2002), 2005.

M.C. LAURENTI, *Alcune note metodologiche sulla conservazione in situ dei mosaici*, in C. SABBIONE (a cura di), *La villa romana di Casignana. Guida archeologica*, Gioiosa Jonica 2007, pp. 121-129.

Lessons learned: reflecting on the Theory and Practise of mosaic, Proceedings of IXth ICCM Conference, Hammamet (2005), 2008.

I Musei sott'acqua
Underwater Museums

Roberto Petriaggi, Barbara Davidde Petriaggi, Sandra Ricci



I motivi per cui è raccomandata la conservazione *in situ* dei beni storici e archeologici sommersi (cfr. UNESCO, Convention on the Protection of the Underwater Cultural Heritage, Parigi 2 novembre 2001) si riconducono a diverse esigenze di carattere etico e culturale. In primo luogo si riconosce la necessità di rispettare il contesto storico di appartenenza del bene sott'acqua, come sulla terra ferma. I manufatti antichi, infatti, dovrebbero essere lasciati preferibilmente nel posto in cui essi sono stati scoperti, a meno che giustificate ragioni di sicurezza non ne motivino il recupero, perché la loro de-contestualizzazione altererebbe irreversibilmente l'integrità e la portata dei significati culturali e scientifici del sito. La preferenza che viene data alla conservazione *in situ*, tra l'altro, nasce dalla considerazione delle opportunità che l'integrità dei contesti possono fornire, non solo per il mondo scientifico, ma per la popolazione tutta, e, in particolare, per le attività turistiche.

Il contesto di giacitura subacqueo, poi, rappresenta, il più delle volte, il miglior luogo deputato alla conservazione di un manufatto sommerso.

Infatti, nei lunghi secoli o nei millenni di permanenza in un determinato ecosistema, molto spesso con scarsa o nulla presenza di ossigeno disciolto, sotto la protezione dei sedimenti accumulatisi e delle patine incrostanti, l'oggetto raggiunge un equilibrio con l'intorno, che il recupero interrompe bruscamente e per sempre, attivando i processi di deterioramento.

Gli oggetti che è conveniente e necessario recuperare dai fondali, sono quelli per i quali non è possibile assicurare una tutela certa contro gli interventi clandestini e quelli che possono dare un contributo significativo per la conoscenza del patrimonio culturale e per i quali si ravvisa il recupero come opzione migliore ai fini della conservazione. Per tutti questi il recupero deve essere preceduto da una attenta documentazione delle condizioni di giacitura e da un adeguato progetto di pronto intervento e di restauro conservativo, da attuare in ambienti idonei e a cura di personale fornito di specifica preparazione professionale (restauratori e conservatori).

The reasons for recommending conservation *in situ* of submerged historical and archaeological items can be found in various requirements of an ethical and cultural nature (cfr. UNESCO - Convention on the Protection of the Underwater Cultural Heritage - Paris 2 november 2001). First and foremost, there is recognition of the need to respect the historical context which the submerged item belongs to, just as on dry land. On the whole, it is better to leave ancient remains in the place where they were discovered, unless there are strong factors urging recovery for safety reasons, because removing the remains from their resting place would irreversibly alter the cultural and scientific integrity of the site. The preference for conservation *in situ* also arises from the opportunities that the integrity of the sites would provide not only for the scientific community but also for the public at large, especially tourists. More often than not, the underwater site represents the best resting place for conserving a submerged object.

After hundreds, or thousands of years hidden in a particular ecosystem, often with low or zero presence of dissolved oxygen, protected by accumulated sediments and encrusted patinas, the object reaches an equilibrium with its surroundings. When this equilibrium is brusquely interrupted, the process of deterioration begins.

The objects that it is convenient and necessary to recover from the seabed, are those for which it is not possible to ensure protection against illegal operations and those that can make a significant contribution to the cultural heritage and for which it seems that recovery is the best option for conservation. For all these, recovery must be preceded by careful documentation of the site where the object is located and by an appropriate conservation and restoration project, to be carried out in suitable surroundings by personnel with specific professional skills (restorers and conservators).

In a museum or a well managed archaeological area, it is possible to display items in good or satisfactory surroundings, while in an underwater archaeological park it is hardly ever possible to show visitors a monumental com-



Parco Sommerso di Baia (Napoli). Villa con ingresso a protiro.
Pavimentazione musiva con attacco di *Cliona sp. viva*.
Foto NIAS ISCR.
Baia Underwater Park (Naples). Villa con ingresso a protiro. Mosaic with *Cliona sp. growth*.
Photo NIAS ISCR.



Statua di Baia con fori di *Lithophaga lithophaga*. Foto ISCR.
Baia's statue with *Lithophaga lithophaga* perforations. Photo ISCR.

Mentre all'interno di un museo, o in un'area archeologica correttamente gestita, è possibile mostrare i manufatti in condizioni di buona o soddisfacente comprensibilità, in un parco archeologico sottomarino non è quasi mai possibile offrire ai visitatori un complesso monumentale chiaramente leggibile nelle sue componenti architettoniche, perché queste sono colonizzate dagli organismi marini. La pulizia delle strutture, il loro consolidamento e gli interventi di manutenzione e restauro, devono essere, allora, progettati per essere condotti direttamente sott'acqua, con tecniche e materiali fortemente condizionati dall'ambiente.

L'ambiente marino

La bioerosione è un processo di degrado, assai diffuso in ambiente marino, che coinvolge materiali lapidei di natura calcarea. Le rocce carbonatiche impiegate nella realizzazione di strutture architettoniche e di manufatti archeologici sommersi sono suscettibili al degrado biologico operato da numerosi gruppi di organismi bentonici, animali e vegetali, che si insediano sulle opere con modalità epilithiche o endolithiche. In tale ambito, la bioerosione prodotta da organismi endolitici rappresenta una delle forme di biodeterioramento maggiormente aggressive e distruttive. Numerose sono le manifestazioni del degrado endolitico, quali le statue recuperate a Baia (Napoli) nel Ninfeo di Punta Epitaffio e quelle provenienti dalla Grotta Azzurra di Capri, sulle quali l'azione aggressiva dei biodeteriogeni ha talvolta cancellato il modellato scultoreo o, in casi estremi, ha portato alla perdita di intere parti del manufatto. In alcuni casi il fenomeno di bioerosione è ancora in corso e si manifesta con numerosi esempi sui pavimenti musivi e in *opus sectile* del Parco Archeologico di Baia. Tali pavimentazioni rappresentano una peculiare tipologia di manufatto che, in base alle caratteristiche petrografiche dei litotipi utilizzati, risulta fortemente suscettibile all'attacco di organismi e microrganismi endolitici. Questi colonizzano dapprima le superfici

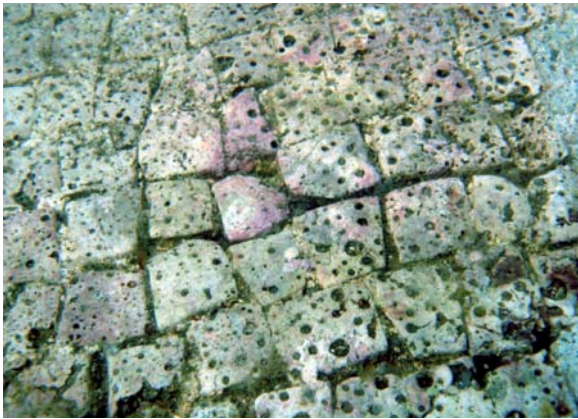
plex whose architectural components are clearly visible, since they are colonised by marine organisms. Cleaning the structures and consolidating them (including maintenance and restoration) must be designed to be carried out underwater, using techniques and materials that are heavily conditioned by the surroundings.

The marine environment

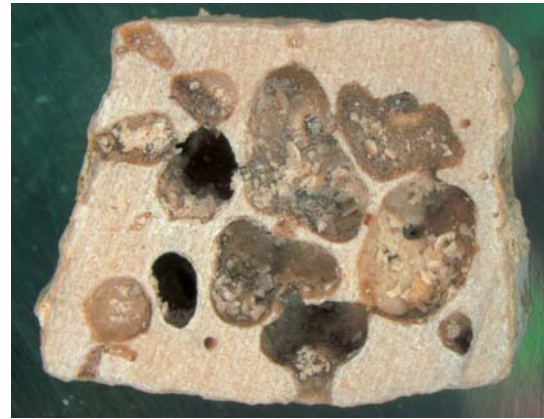
Bioerosion is a process of deterioration, quite widespread in the marine environment, involving stone materials of the calcareous type. The carbonatic rocks used to make architectural structures and archaeological items which have been submerged, are susceptible to biological deterioration caused by numerous groups of organisms (benthonic animals and plants) which occupy the stone surfaces in an epilithic or endolithic manner. Under such conditions, bioerosion produced by endolythic organisms represents one of the most aggressive and destructive forms of biodeterioration.

The many examples of endolithic deterioration include such situations as the statues recovered at Baia (Naples), in the *Nymphaeum* of Punta Epitaffio and those from the Blue Grotto in Capri, on which the aggressive action of biodeteriogens has sometimes cancelled the sculptured model or, in extreme cases, has led to the loss of whole sections of the item. In some cases the action of bioerosion is clearly visible and many examples can be seen on the mosaic floors and the *opus sectile* in the Baia archaeological park. This flooring represents a peculiar type of archaeological item which, due to the petrographic characteristics of the stone used, is highly susceptible to attacks by endolithic organisms and microorganisms.

First they colonise the surface and then burrow into the stone material creating holes and cavities. A typical example of endolithic bioerosion is known as *pitting* which takes the form of minute circular perforations on the surface of the mosaic *tessere*. This type of deterioration, even though hardly visible to



Parco Sommerso di Baia (Napoli). Villa con Ingresso a protiro. Un particolare del *pitting*. Foto NIAS ISCR.
Baia Underwater Park (Naples). Villa con Ingresso a protiro. A detail of the *pitting*. Photo NIAS ISCR.



Sezione di tessera musiva mostrante cavità prodotte da spugne endolitiche. Foto ISCR.
A section of mosaic tessera showing cavities caused by endolithic sponges. Photo ISCR.

e successivamente si insediano all'interno del materiale lapideo scavando gallerie e cavità. Una manifestazione tipica della bioerosione endolitica è il *pitting*, che si evidenzia sotto forma di minute perforazioni circolari, visibili sulla superficie delle tessere musive. Questo degrado, sebbene poco evidente all'indagine visiva, produce danni di notevole entità che possono portare alla totale distruzione del manufatto. I rilevamenti subacquei hanno permesso di documentare la gravità e la diffusione del fenomeno e la sua distribuzione, in relazione ai parametri ambientali (profondità, esposizione, litotipo). Indagini di laboratorio sui campioni di tessere e di lastre marmoree, realizzate mediante allestimento di sezioni lucide e sottili, osservazioni allo stereo microscopio e al microscopio elettronico (SEM), hanno consentito l'identificazione dei biodeteriogeni e la caratterizzazione del degrado del materiale lapideo. Il *pitting* è stato riferito allo sviluppo di spugne endolitiche dei generi *Cliona* e *Aka* (Demosponge), noti per le capacità di perforanti esercitate mediante meccanismi chimico-fisici che solubilizzano il materiale e ne provocano il distacco in minuti frammenti. L'erosione si verifica lungo l'interfaccia cellula/substrato lasciando un'impronta che corrisponde, nella forma e nelle dimensioni, al contorno della cellula. Anche i Bivalvi endolitici, che si insediano su substrati già interessati dall'attacco di spugne, determinano un biodegrado assai rilevante, scavando gallerie anche di dimensioni ragguardevoli (lunghe fino a 15 cm e larghe 3-4 cm). Tra questi *Lithophaga lithophaga*, *Gastrochaena dubia*, *Petricola lithophaga* sono le specie più frequenti sui manufatti studiati.

Il progetto Restaurare sott'acqua

Nel 2001 il Nucleo per gli Interventi di Archeologia Subacquea (NIAS) dell'ISCR ha avviato il Progetto *Restaurare sott'acqua*, dedicato alla sperimentazione di strumenti, materiali e metodologie per la conservazione e il restauro *in situ* dei manufatti archeologici sommersi.

the naked eye, produces substantial damage which can lead to the complete destruction of the item.

Underwater surveys have documented the serious and widespread diffusion of the phenomenon, in relation to environmental parameters (depth, exposure, type of stone). Laboratory tests on samples of *tesserae* and thin marble sections, together with stereo microscope and SEM observations, have made it possible to identify the biodeteriogens and the characteristics of the stone deterioration. It has been found that pitting is caused by the growth of endolythic sponges of the *Cliona* and *Aka* genus (Demosponge), well-known for their ability to perforate by means of chemical and physical actions that dissolve the material causing it to detach in minute fragments.

The erosion takes place along the interface between the cell and the substrate leaving an imprint which corresponds in shape and size to the outline of the cell. Also endolithic bivalves, which attach themselves to substrates already infested with sponges, lead to quite significant bio-deterioration, burrowing holes and cavities that can be remarkably large (up to 15 cm long, and 3-4 cm wide). The following species have often been found on items under examination: *Lithophaga lithophaga*, *Gastrochaena dubia* and *Petricola lithophaga*.

The project Restoring Underwater

In 2001 the ISCR Underwater Archaeology Unit (NIAS) launched a project on underwater restoration, focused on experimenting with tools, instruments, materials and methodologies for the conservation and restoration *in situ* of submerged archaeological items.

The first conservation tasks took place on some fish tanks of the large rectangular basin (150 x120 m) forming part of the Roman villa of Torre Astura (Nettuno-Rome). The structure of the fish tanks was reasonably sound, apart from some areas where the mortar used to fix the ashlar had mostly disappeared.



Parco Sommerso di Baia (Napoli). Villa dei Pisoni. Una fase della pulitura del muro con il manipolo attrezzato con una fresa. Foto NIAS ISCR. Baia Underwater Park(Naples). Villa dei Pisoni. A phase of the cleaning of the wall by a stainless steel ablator. Photo NIAS ISCR.



Parco Sommerso di Baia (Napoli). Villa con Ingresso a protiro. Una fase del restauro del mosaico. Foto NIAS ISCR. Baia Underwater Park (Naples). Villa con Ingresso a protiro. A phase of the restoration of the mosaic floor. Photo NIAS ISCR.

I primi interventi conservativi hanno avuto luogo su alcune vasche della grande peschiera rettangolare (150 x 120 m) collegata alla villa romana di Torre Astura (Nettuno, Roma). La struttura delle peschiere si presentava abbastanza salda, a eccezione di alcuni settori, dove la malta che legava i conci era venuta meno in maniera consistente. Questa situazione ha richiesto un intervento di risanamento strutturale, con apposite malte per uso idraulico, preceduto dalla pulitura meccanica delle superfici murarie e dalla documentazione fotografica e grafica. Per portare la malta sott'acqua e per poterla iniettare nella muratura sono state impiegate sacche di erogazione in materiale idrorepellente, riempite a terra, del tipo di quelle usate in pasticceria per farcire i dolci. Dal 2003, poi, i lavori sono proseguiti nel Parco Sommerso di Baia dove, in un'area di circa 176 ettari e a una profondità che varia da m -1,5 a -15 circa, si conservano i resti della città romana, che, a causa del bradisismo, a partire dal IV secolo d.C. è stata progressivamente sommersa dal mare. In questi anni sono stati restaurati pavimenti in mosaico e murature in opera reticolata, opera mista e opera laterizia, in alcuni casi anche con il ripristino delle fondazioni, come è stato fatto per una semicolonna del muro in laterizio che circonda il grande cortile/viridarium della Villa dei Pisoni, oggetto anch'esso di un intervento di ripristino strutturale. Per il contenimento della fondazione della semicolonna sono state impiegate casseforme rimovibili in alluminio laminare. Pavimenti in mosaico di questa villa e di quella c.d. con Ingresso a protiro sono stati risarciti con l'impiego di malte idrauliche, distribuite con le sperimentate sacche di cui si è detto, oppure iniettate con un iniettore a pressione realizzato per questo lavoro specifico. Per facilitare il lavoro di restauro si è ricorso anche all'impiego di strumenti utilizzati nella chirurgia ortopedica opportunamente modificati, come nel caso dell'ablatore in acciaio inox, molto efficace nella rimozione di incrostazioni carbonatiche o nella demolizione di gusci calcarei di bivalvi allo stato subfossile. In un

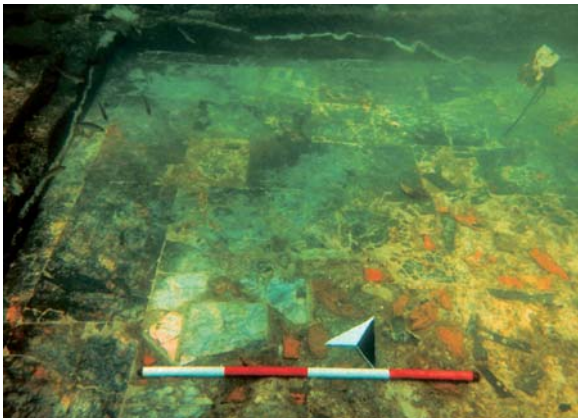
The situation required urgent action for structural restoration, with appropriate mortar for hydraulic use, preceded by the mechanical cleaning of the masonry surfaces and by photographic and graphic documentation. To transport the mortar underwater and to inject it into the masonry, sack-like containers made of water-repellent material were filled on land before being moved to the site.

Since 2003, work has continued in the Baia underwater park where an area of about 176 hectares and at a depth varying from -1.5 m to about -15 m, contains the remains of a Roman town which has been gradually submerged by the sea, due to bradyseism starting from the 4th century AD.

In recent years, restoration has been carried out on mosaic floors and on walls in *opus reticulatum* and other types of brickwork (*opus mixtum* and *opus latericium*), also with reinforcement of the foundations, as in the case of a semi-column of the brick wall surrounding the large courtyard (*viridarium*) of the *Villa dei Pisoni*, also singled out for meticulous structural restoration. The task of strengthening the foundations of the semi-column was carried out using removable shuttering in aluminium laminate.

The mosaic floors of the villa and of another Villa known as *Villa con Ingresso a protiro* were restored using hydraulic mortar, transported with the sack-like containers made of water-repellent material as mentioned above, or injected with a pressurised system devised for this specific task.

It was found that some types of underwater restoration work could be carried out with instruments used in orthopaedic surgery, suitably modified, such as a stainless steel ablator which proved to be extremely effective for removing carbonatic incrustations and for demolishing calcareous shells of bivalves in the sub-fossil state. Also, the experimental technique of anastylosis (reassembly) was used successfully on a brickwork column forming part of a building with portico and courtyard at *Portus Iulius*, then, near the *nymphaeum* of Punta Epitaffio, some repair work was carried out on a sec-



Parco Sommerso di Baia (Napoli). Punta Epitaffio. Un particolare del pavimento in *opus sectile* dopo il restauro. Foto NIAS ISCR. Baia Underwater Park(Naples). A detail of the *opus sectile* floor after restoration. Photo NIAS ISCR.



Esemplari di *Lithophaga lithophaga* prelevati da statue marmoree. Foto ISCR. Individuals of *Lithophaga lithophaga* collected from marble statues. Photo ISCR.

edificio con cortile porticato a *Portus Iulius* è stata sperimentata, poi, con successo, l'anastilosi di una colonna in laterizio, mentre, nei pressi del Ninfeo di Punta Epitaffio, è stato ripristinato un tratto della via basolata, c.d. Erculanea, che conduceva in direzione di *Puteoli* (Pozzuoli) e che era stata fortemente danneggiata dalle attività connesse al porto commerciale e dal bradisismo. Negli ultimi anni sono stati restaurati, quindi, il *calidarium* (sala riscaldata) delle terme della Villa con Ingresso a protiro e un pavimento di *opus sectile* di un ambiente termale presso Punta Epitaffio. Qui è stato realizzato il rilievo 3D con il laser scanner subacqueo, Naumacos L1 laser scanner©, con precisione di rilevamento submillimetrica. Mentre l'esperienza di Torre Astura è servita come riferimento per la scelta degli strumenti di lavoro e dei materiali di restauro, il sito di Baia ha permesso di affinare le metodologie per il restauro conservativo di diverse tipologie architettoniche in differenti condizioni di profondità e di ambiente marino. Il restauro conservativo è preceduto, in ogni caso, dallo studio archeologico delle strutture architettoniche, dalla schedatura del degrado e dalla valutazione dello stato di conservazione (vulnerabilità e rischio di perdita), raccolti secondo il Sistema SAMAS (Schedatura Analitica Manufatti Archeologici Sommersi) ideato appositamente nel corso del progetto. Questi dati (oltre alla documentazione video, fotografica e grafica) sono organizzati, poi, nel *GIS di Baia Sommersa*, strumento di consultazione, utile anche per la gestione del Parco Sommerso e per la programmazione degli interventi conservativi e di manutenzione ordinaria e straordinaria. Il progetto *Restaurare sott'acqua* non è esclusivamente rivolto alla conservazione di manufatti in muratura, ma si applica a qualsiasi categoria di manufatti sommersi. È per questo che alla fine del 2006, su richiesta della Soprintendenza del Mare di Palermo, si è intrapreso un intervento di conservazione *in situ* di otto cannoni di ghisa, nei fondali dell'isola di Marettimo. Il lavoro, ancora in corso, consiste nell'inibizione della corrosione del metallo mediante l'ap-

tion of the basalt-paved road known as Via Erculanea, leading towards *Puteoli* (Pozzuoli), which had been severely damaged by harbour activities and bradyseism.

In recent years, the *calidarium* (hot room) of the thermal spa at the villa has been restored along with part of the flooring in *opus sectile* of a thermal room near Punta Epitaffio. Here, technicians carried out a 3D survey using special equipment, the Naumacos L1 laser scanner©, with precision of under one millimetre.

While the experience of Torre Astura served as a reference point for choosing the working tools and the restoration materials, the Baia site enabled us to refine the methodologies for restoring various architectural types and to deal with more complex situations of deterioration, at different depths and in different marine environments.

In every case, restoration work was preceded by archaeological studies of the architectural structures, listing the state of deterioration and conservation (vulnerability and risk of loss), collected together in a catalogue of submerged archaeological items known as SAMAS (*Schedatura Analitica Manufatti Archeologici Sommersi*), set up specifically during the project.

These data (in addition to video, photographic and graphic documentation) are collected and organised in the Geographic Information System (GIS) for submerged Baia, as a consultation tool which helps towards managing the underwater park and planning conservation together with ordinary and extraordinary maintenance.

The underwater restoration project is not only concerned with conserving stone or masonry items, but applies to any type of submerged object.

For this reason, towards the end of 2006, when the Palermo sea superintendence decided to set up an underwater itinerary for visitors, they requested a conservation operation *in situ* for eight cast-iron cannons lying on the seabed near the island of Marettimo. The task, which is still in progress, consists of



Il relitto di San Pietro in Bevagna (Taranto). I sarcofagi e il pannello didattico dell'itinerario subacqueo. Foto NIAS ISCR.
San Pietro in Bevagna Wreck (Taranto). The sarcophagi and the didactic panel of the underwater itinerary. Photo NIAS ISCR.

plicazione di anodi di sacrificio, che una volta consumati vengono sostituiti. I primi monitoraggi effettuati hanno dimostrato un notevole rallentamento della corrosione in atto e la possibilità di mantenere *in situ* i cannoni, con migliori prospettive di conservazione rispetto a quelle che avrebbero avuto se fossero stati recuperati. Dal momento che la conservazione *in situ* favorisce e incoraggia la valorizzazione dei siti sommersi, nel 2009 il NIAS ha contribuito a valorizzare il relitto dei sarcofagi di S. Pietro in Bevagna, Manduria (TA). Il relitto è segnalato dalla presenza del carico, costituito da una ventina di sarcofagi di marmo, giacente a poche decine di metri dalla riva sabbiosa, su un fondale di appena tre o quattro metri. Qui è stato costituito un percorso di visita, illustrato da innovativi pannelli didattici inseriti in box di acciaio inossidabile con coperchio mobile, per favorirne la protezione. Ovviamente, anche in questi casi, gli interventi di conservazione e di valorizzazione presuppongono un minimo programma di monitoraggio e di manutenzione, in assenza del quale, qualsiasi iniziativa intrapresa può essere vanificata dall'azione dei vandali e dagli agenti meteo marini. Sempre in previsione della creazione di un itinerario archeologico sommerso voluto dalla Soprintendenza per i Beni Archeologici dell'Etruria Meridionale, nell'estate del 2010 e in quella del 2011 è stato realizzato un intervento di protezione del relitto di una barca da pesca con il carico di mattoni (sec. XX), naufragata a largo dell'Isola Martana nel Lago di Bolsena. Per ripristinare il collegamento tra gli elementi del fasciame e ricostituire, così, la continuità strutturale del natante, mantenendone la necessaria elasticità e una risposta "morbida" alle sollecitazioni della corrente, sono state impiegate fasce di sostegno di polycarbonato e di plexiglass, di impatto quasi nullo, data la trasparenza del materiale. È iniziato, infine, in questi mesi il progetto COMAS (COnservazione programmata Manufatti Archeologici Sommersi, Capofila Università della Calabria), che prevede la sperimentazione di nuovi materiali per il restauro subacqueo

inhibiting corrosion of the metal by means of sacrificial anodes which are replaced when they are exhausted.

The first tests showed a significant slowing down of corrosion, making it possible to keep the cannons *in situ*, with better prospects for their conservation than if they were to be raised from the seabed.

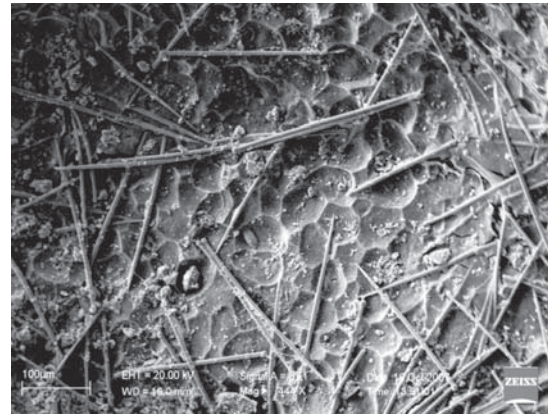
Since conservation *in situ* encourages valorisation of submerged sites, in 2009 the NIAS took part in conserving the wreck of a ship laden with sarcophagi, located on the seabed off San Pietro in Bevagna, Manduria (Taranto). The existence of the wreck is marked by the presence of the cargo, made up of about twenty marble sarcophagi lying on the seabed a short distance from the sandy beach, at a depth of about three or four metres. A visitors' itinerary has been set up illustrated with innovative didactic panels which are inserted in stainless steel boxes with movable lids to protect them. Clearly, in these cases too, the conservation and valorisation actions presuppose a minimum programme of monitoring and maintenance, in the absence of which, any initiative undertaken and any technical solution adopted can be thwarted by the action of vandals or by marine agents and the weather. Again with the idea of setting up a submerged archaeological itinerary, a project was carried out in the summer of 2010 and of 2011 for the archaeological superintendence of southern Etruria, in order to protect the wreck of a fishing boat loaded with bricks (20th century) which sank near the Isola Martana in the lake of Bolsena.

To repair the planking of the hull and reconstitute the structural continuity of the vessel, maintaining the necessary flexibility and a "soft" response to the effects of the current, technicians used reinforcing bands of polycarbonate and Plexiglas, with almost zero impact given the transparency of the material.

Finally, a project has just been launched for conserving underwater archaeological items: COMAS (COnservazione programmata Manufatti Archeologici Sommersi, project leader: University of Calabria). The aim is to try out new



Cavità prodotte da *Clionidi* nel marmo. Foto ISCR.
Cavities caused by *Clionids* inside marble. Photo ISCR.



Impronte nel marmo e spicole di *Clionidi* al SEM. Foto ISCR.
SEM photograph of endolithic patterns and spicules of *Clionids*. Photo ISCR.

e la creazione di robot sottomarini (ROV) per agevolare e velocizzare il lavoro del restauratore sott'acqua. I dispositivi che saranno realizzati nell'ambito del progetto COMAS sono finalizzati alla migliore esecuzione di tre diverse fasi del protocollo operativo per la conservazione dei siti archeologici sommersi: la documentazione, il restauro e la manutenzione.

materials for underwater restoration and to design underwater robots (ROV) to simplify and speed up the work of restorers. The devices and systems which will be developed by the COMAS project are aimed at better execution of the three operative phases for the conservation of submerged archaeological sites: documentation, restoration and maintenance.

Bibliografia

- R. PETRIAGGI, *The role of the Italian Central Institute of Restoration in the field of underwater archaeology*, "International Journal of Nautical Archaeology", 31, 1, 2002, pp. 74-82.
- B. DAVIDDE, *Underwater archaeological parks: a new perspective and a challenge for conservation. The Italian panorama*, "International Journal of Nautical Archaeology", 31, 1, 2002, pp. 83-88.
- R. PETRIAGGI, *Nuove esperienze di restauro conservativo nel Parco Sommerso di Baia*, "Archaeologia Maritima Mediterranea", 2, 2005, pp. 135-147.
- R. PETRIAGGI, B. DAVIDDE, *The analytical Data Card of Underwater archaeological finds (SAMAS) for diagnosing the deterioration*, "Archaeologia Maritima Mediterranea", 2, 2005, pp. 161-170.
- R. PETRIAGGI, B. DAVIDDE, *Archeologia Sott'acqua: teoria e pratica*, "Archaeologia Maritima Mediterranea", Papers II, Roma-Pisa 2007.
- R. PETRIAGGI, B. DAVIDDE, *Restauration subaquatique: le bilan de cinq années de travaux expérimentaux de l'Institut Central pour la Restauration*, in IV^{èmes} Rencontres Internationales Monaco et la Méditerranée, Monaco 22-24 Mars 2007, Monaco 2008, pp. 105-116.
- S. RICCI, B. DAVIDDE, M. BARTOLINI, G.F. PRIORI, *Bioerosion of lapideous objects found in the underwater archaeological site of Baia (Naples)*, "Archaeologia Maritima Mediterranea", 6, 2008, pp. 167-188.
- R. PETRIAGGI, B. DAVIDDE, *The sarcophagi from the wreck of San Pietro in Bevagna (Taranto): the subject of new works by the Istituto Superiore per la Conservazione ed il Restauro*, "Archaeologia Maritima Mediterranea", 7, 2010, pp. 131-137.
- B. DAVIDDE, S. RICCI, D. POGGI, M. BARTOLINI, *Marine bioerosion of stone artefacts preserved in the Museo archeologico dei Campi Flegrei in the Castle of Baia (Naples)*, "Archaeologia Maritima Mediterranea", 7, 2010, pp. 75-115.

Tomba dell'Orco, Tarquinia

Tomb of Orcus, Tarquinia

Giovanna De Palma, Maria Carolina Gaetani



Il problema della conservazione degli ambienti ipogei costituisce un tema di riflessione centrale nella storia della conservazione a causa della complessità dei fattori di degrado che esplicano la loro azione interattiva all'interno di tali strutture.

Essi costituiscono, forse, la tipologia che presenta la più complessa gamma di problematiche del punto di vista conservativo.

I complessi ipogeici, quando non sono in comunicazione con l'esterno, sono caratterizzati da valori termo-igrometrici ambientali essenzialmente costanti. Le lente modificazioni stagionali non alterano in maniera significativa lo stato di equilibrio. Allorché, invece, intervengono fattori quali l'immissione di aria esterna, la presenza di visitatori, nonché tutte quelle modificazioni apportate al territorio limitrofo dall'attività umana, si innescano complessi e dannosi fenomeni di degrado.

L'immissione repentina di aria esterna, i cui valori di temperatura (T) e umidità relativa (UR) differiscono significativamente rispetto all'ambiente interno, determinano, in tempi anche rapidi, dinamiche di deterioramento a danno degli intonaci e delle superfici dipinte. Altrettanto problematico risulta l'afflusso di visitatori che apporta all'ambiente variazioni di T, di UR e del contenuto di anidride carbonica inducendo processi di degradazione chimico-fisici e biologici.

Fra i danni prodotti dalle modificazioni territoriali si possono annoverare i mutamenti arrecati alle falde freatiche che alimentano d'acqua il banco in cui è scavato l'ipogeo. Il depauperamento del contenuto d'acqua del substrato strutturale ne comporta spesso la perdita di coesione e l'indebolimento.

La complessità dei meccanismi descritti richiede quindi una fase di studio preliminare, articolato e interdisciplinare, che comprende approfondimenti di carattere statico-strutturale, geologico, geotecnico, climatico e biologico finalizzato al progetto di intervento.

Quest'ultimo dovrà tener conto delle particolari condizioni ambientali, che richiedono di modulare materiali e metodi secondo severi parametri di compatibilità.

The problem of conserving underground structures (*hypogei*) is an important subject in the history of conservation due to the complexity of the deterioration factors whose interactions take place within such structures. *Hypogei* show some of the widest range of difficulties from the conservation point of view.

Underground structures, when not in communication with the exterior, are characterised by environmental temperature and humidity values which are basically constant. The slow seasonal changing of these values does not significantly alter the state of equilibrium. However, when other factors occur – such as the introduction of external air, the presence of visitors, and the changes made by people to the surrounding environment – complex and harmful phenomena of deterioration take effect.

The sudden introduction of external air, whose temperature and relative humidity differ significantly compared to the interior values, leads to rapid deterioration of the plaster and the painted surfaces. Similar problems arise with visitors whose presence causes variations in temperature, in relative humidity and in the carbon dioxide content, leading to processes of chemical, physical and biological deterioration.

Damage caused by alterations to the surrounding area include changes in the groundwater around the *hypogeum*. The lowering of the water content in the stone substrate often leads to loss of cohesion and weakening of the structure. The complexity of the mechanisms described above therefore requires a phase of preliminary in depth interdisciplinary studies, which include close structural, static, geological, geotechnical, climatic and biological examination of the work to be carried out.

The project has to take into account the particular environmental conditions. This study requires the use of materials and methods chosen according to strict parameters of compatibility.

The restoration of the Tomb of Orcus in Tarquinia, which took place between 1996 to 2005, stands out as a good example of this procedure.



Area archeologica dei Monterozzi, entrata della tomba dell'Orco e soprastante cimitero moderno. Monterozzi archaeological area, entrance of the tomb of Orcus and the above modern graveyard.



Ambiente denominato Orco I, raffigurazione dell'Orco e della Fanciulla Velca. The room called Orco I, representation of the Orcus and of the Young woman Velca.

Il restauro della Tomba dell'Orco di Tarquinia, che in questa sede verrà illustrato, si costituisce come modello esemplare di tale procedimento. Esso si è svolto dal 1996 al 2005.

Descrizione degli ambienti

La Tomba dell'Orco è un imponente complesso funerario situato nella Necropoli dei Monterozzi di Tarquinia. Essa fu rinvenuta nel 1868, durante gli scavi per la creazione del moderno cimitero.

Con il nome convenzionale di Tomba dell'Orco si indica un ipogeo costituito da due sepolcri distinti, Orco I e Orco II, collegati da un vano di passaggio, Orco III. L'accesso al complesso si trova in corrispondenza della recinzione del moderno cimitero, le cui tombe insistono sulle strutture antiche. Il primo ambiente, denominato Orco I con tetto a doppio spiovente e travi in rilievo, è cronologicamente il più antico (inizi IV sec. a.C.). Il ciclo pittorico che ne decora le pareti conserva nella parete di fondo la rappresentazione di una coppia a banchetto su un letto tricliniare. Sulla parete destra il ritratto di una fanciulla, Velia, moglie di Arnth Velchas cantata dal poeta tarquiniese Cardarelli.

Tutto il settore sinistro del vano fu ristrutturato al momento del collegamento con Orco II. Questo sepolcro consiste in un'ampia camera quadrangolare. Il tetto a spioventi, con intelaiatura di travi in rilievo, risulta quasi completamente crollato. La decorazione dipinta presenta un grandioso fregio ambientato nell'Oltretomba, dal quale la tomba prende il nome (dal latino *Orcus*, che designa il mondo ultraterreno), popolato da personaggi mitologici e arricchito da numerose iscrizioni. In particolare si notano sulla parete di fondo una raffigurazione dell'Ade con il guardiano Gerione e la coppia Ade Persefone sul trono. Sulla parete sinistra, in un paesaggio caratterizzato da un fitto canneto in cui volteggiano le *animulae*, il vate Tiresia, Aiace e Agamennone. Sulla parete destra Teseo, seduto su una roccia, è custodito da Tuchulcha, il demone etrusco della morte.

The Tomb of Orcus is a large funerary complex situated in Tarquinia's *Necropoli dei Monterozzi*. It was discovered in 1868 during excavations to create the modern graveyard.

The conventional name Tomb of Orcus is given to a *hypogeum* made up of two distinct sepulchres, Orcus I and Orcus II, linked by a passageway, Orcus III.

Access to the complex is located in the enclosure wall of the modern cemetery, part of which is built over the tomb. The first funerary structure known as Orcus I, with double sloping roof and beams in relief, is chronologically the oldest one (early 4th century BC). The cycle of paintings adorning the walls includes, on the rear wall, the representation of a couple at a banquet reclining on a *triclinium* couch. The right-hand wall bears the portrait of a young woman, Velia, wife of Arnth Velchas, celebrated by the Tarquinian poet Cardarelli.

The left-hand side of the tomb was restructured when it was linked to Orcus II. This second funerary structure consists of a large quadrangular room. The sloping roof, with a framework of beams in relief, has almost completely collapsed. The painted decoration includes a large frieze with scenes depicting the underworld, from which the tomb takes its name (*Orcus* in Latin means the underworld), populated by mythological characters and enhanced by many inscriptions. In particular the rear wall carries a representation of Ade with the guardian Geryon and the couple Ade-Persephone on the throne. The left-hand wall shows a landscape with a dense thicket of reeds in which the *animulae* of the dead, the bard Tiresias, Ajax and Agamemnon, can be seen. The right-hand wall has a scene in which Theseus, seated on a rock, is watched over by Tuchulcha, the Etruscan demon of death.

This room has a side corridor, known conventionally as Orcus III, and the end wall has a niche with a scene depicting Polyphemus being blinded by Ulysses. The present-day entrance to the funerary complex is through the original entrance passage (*dromos*) of the Orcus I tomb, restructured immediately after the discovery; the *dromos* of Orcus II is still buried.



Ambiente denominato Orco II prima del restauro. Il canneto popolato dalle *animulae* e dai personaggi di Aiace, Tiresia e Agamennone. Sulla parete destra, si intravede il personaggio di Gerione. Room called Orco II before restoration. The thicket of reeds populated by the *animulae* and by the figures of Aiax, Thyresia and Agamennon. On the right wall the figure of Geryon is slightly visible.



Orco II, dipinto raffigurante Gerione prima del restauro. Orcus II; painting showing Geryon before restoration.

Questa camera è dotata di un corridoio laterale, chiamato convenzionalmente Orco III, come l'ambiente realizzato successivamente per il collegamento tra le due tombe. Nella parete terminale del corridoio è scavata una nicchia con la scena dell'accecamento di Polifemo da parte di Ulisse.

L'attuale ingresso al complesso funerario avviene attraverso l'antico *dromos* della tomba Orco I, ristrutturato subito dopo la scoperta; il *dromos* di Orco II si presenta invece inagibile, in quanto interrato.

La complessità e le articolate vicende dell'intera struttura ne hanno resa problematica l'interpretazione, anche dal punto di vista delle fasi strutturali. Sembra accertata l'esistenza originaria di due sepolcri distinti, Orco I risalente agli inizi del IV sec. a.C., Orco II di qualche decennio più recente. L'ultima fase costruttiva della tomba, con la ristrutturazione degli ambienti, sembra invece riferirsi alla fine del III sec. a.C.

Lo studio statico-strutturale

Uno dei problemi più gravi per la conservazione dei dipinti era rappresentato dal distacco di questi dal supporto lapideo, fenomeno che interessava almeno i due terzi della superficie decorata.

Infatti la tomba, come altre strutture funerarie antiche contigue, risulta scavata in una formazione geologica di arenaria debolmente cementata, tanto da presentarsi quasi incoerente. Tale banco costituisce un'intrusione nella calcarenite (*macco*) che caratterizza il territorio tarquiniese. La natura di questo materiale spiega la presenza di lesioni e scagliature diffuse, in alcune zone prossime al distacco, presenti specialmente sulle pareti e sulla volta di Orco II. Questi fenomeni, già presenti al momento della scoperta nel 1868, furono forse aggravati dalla costruzione delle strutture cimiteriali soprastanti.

Al momento della scoperta della tomba, trovata durante gli scavi necessari alla creazione del cimitero ottocentesco, tutto il complesso fu oggetto di un intervento di ripristino delle condizioni statiche. Nell'ambito di questo intervento fu-

The different structural phases and the related changes in decoration have led to problems of dating and interpretation of the whole complex. It seems certain that originally there were two distinct sepulchres – Orcus I dating from the early 4th century BC, and Orcus II dating from a few years later. The last phase of the construction, during which the tombs were restructured, seems to refer to the late 3rd century BC.

Static and structural studies

One of the most serious conservation problems is the detachment of the wall paintings from their stone support, a phenomenon that involves at least two thirds of the decorated surfaces.

Like other ancient funerary structures nearby, the tomb was dug out of a sandstone layer with weak coherence, so much so that it almost crumbles away. In geological terms, this sandstone is an intrusion into the calcarenite (*macco*) which characterises the geological area of Tarquinia. The nature of this material explains the presence of lesions, cracks and widespread flaking – in some areas near to detachment – especially on the walls and the vaulting of Orcus II. These phenomena, already evident when the complex was discovered in 1868, were probably worsened by the construction of the graveyard above. At the time of the tomb's discovery during excavations for the 19th century cemetery, the whole complex was then restored in terms of its static condition. As part of this work, the pillars in blocks of tufo and the flat arches or flat bands in brickwork were constructed.

The main problems and the top priorities to be dealt with now concerned the overall structure and the wall paintings' conservation. Therefore, the first activities focused on geological and geotechnical studies (core samples, seismic tests, geo-radar) forming the basis of the static and structural documentation. The aim of these studies was to check the static condition of the complex. It was important to evaluate the static situation especially of the



Ambiente denominato Orco III, dipinto raffigurante l'accecamento di Polifemo prima del restauro. Room called Orco III, Polyphemus being blinded by Ulysses, before restoration.



Carta geologica dell'area interessata dalla tomba. Geological map of Tomb surrounding area.

rono realizzati i pilastri a blocchetti di tufo e le piattabande in cortina laterizia. I problemi prioritari da affrontare riguardavano, quindi, la struttura nel suo complesso e i dipinti murali. Pertanto, le prime indagini furono indirizzate allo studio geologico e geotecnico (carotaggi, prove sismiche, georadar) che ha costituito la base dello studio statico-strutturale. Tale studio mirava alla verifica delle condizioni statiche del complesso: era necessario valutare la situazione statica dei soffitti scolpiti in relazione ai carichi soprastanti il banco in cui è scavata la tomba e all'assottigliamento dello stesso banco causato dal cimitero soprastante. Inoltre era necessario verificare l'efficacia dei presidi murari ottocenteschi attualmente in opera. Le indagini con il georadar sono state effettuate dall'interno della tomba e dall'esterno, lungo i viali del cimitero.

Lo studio ambientale

Il mantenimento di una condizione ambientale stabile è determinante per la sopravvivenza di un complesso ipogeico. Le esperienze pregresse sulle tombe tarquiniesi dimostrano che l'equilibrio termoigrometrico è indispensabile per la conservazione delle pitture. Variazioni climatiche ambientali, con conseguenti modificazioni della T e dell'UR repentine o relativamente repentine, dovute a fattori diversi da quelli stagionali (apertura delle porte, afflusso di visitatori, etc.) possono apportare gravi danni causando la precipitazione e cristallizzazione dei sali sulla superficie di evaporazione, ovvero sulla pellicola pittorica. In particolare, su quest'ultima si vengono a formare in brevissimo tempo patine e concrezioni saline, per lo più di carbonati insolubili, che ne offuscano la leggibilità. Un sostanziale degrado si manifesta anche a carico degli strati preparatori che, impoveriti del legante carbonatico, perdono di coesione. Nella Tomba dell'Orco questa problematica è resa più severa dal fatto che sulla tomba insistono solo pochi metri di terreno, rendendo il complesso esposto alle variazioni microclimatiche esterne. L'abbassamento del tasso di umidità all'interno dei vani può provocare una variazione del conte-

carved ceilings in relation to the loads bearing down on the stone layer where the tomb is located and the thinning of this layer due to the creation of the cemetery above. In addition, it was necessary to evaluate the effectiveness of the 19th century masonry pillars supporting the structure. Geo-radar surveys were conducted inside the tomb and from the outside, along the paths of the cemetery.

Environmental studies

Maintaining stable environmental conditions is essential for the survival of an underground archaeological complex such as a *hypogeum*. Previous studies on the tombs in Tarquinia clearly showed that constant temperature and humidity parameters are essential for the conservation of the wall paintings. Variations in environmental conditions, with consequent alterations of temperature and relative humidity, suddenly or relatively suddenly, due to factors that are not seasonal (opening the doors, the flow of visitors, etc.) can cause serious damage.

The damage is caused by the precipitation and crystallisation of the soluble salts on the evaporation surface, that is, on the painted film. In particular, patinas and salt concretions, mostly of insoluble carbonates, build up in a very short space of time and can affect the surfaces and their readability. There is also considerable deterioration in the preparatory layers which tend to lack the carbonate binder, therefore losing cohesion. In the Tomb of Orcus this problem is made worse by the fact that the tomb is only covered by a few metres of ground, with the result that the complex, to some extent, is exposed to external climatic variations. The lowering of the level of humidity in the tombs causes a variation in the water content of the sandstone structure, which tends to lose cohesion.

Consequently, the internal microclimate was monitored constantly over a long period of time before the restoration began. This monitoring campaign



Indagini georadar dall'interno della tomba.
Geo-radar surveys conducted from inside the tomb.



Planimetria dei tracciati delle indagini georadar riportati nella pianta di unione tra la struttura della tomba antica e le tombe moderne soprastanti.
Plan of the geo-radar surveys transcribed on the map uniting the old tomb and the modern ones.

nuto d'acqua del materiale sabbioso della struttura, che per tale ragione perde di coesione.

Di conseguenza, il microclima interno è stato oggetto di una campagna di monitoraggio ambientale *in continuum* che ha preceduto l'intervento di restauro, ne ha seguito tutte le fasi ed è proseguita al termine dello stesso.

La condizione ambientale riscontrata è attualmente abbastanza stabile, con un tasso di umidità relativa molto elevato; non sono presenti fenomeni di infiltrazione e/o di percolazione di acqua. Questo stato di equilibrio è ottenuto riducendo drasticamente l'apertura della tomba e quindi l'afflusso dei visitatori, e di conseguenza l'illuminazione all'interno dei tre ambienti.

Durante l'intervento è stato monitorato l'impatto ambientale del cantiere di restauro realizzando una campagna di analisi aerobiologiche. Nel corso dei lavori è stato registrato un incremento della carica microbica dell'aria 15 volte superiore rispetto alle condizioni presenti all'inizio delle attività. Tale situazione avrebbe reso l'ambiente critico non solo per la conservazione dei dipinti, ma anche per la salute degli operatori. I rilevamenti aerobiologici, realizzati in diverse situazioni lavorative, hanno permesso di definire il numero e i tempi di permanenza degli operatori nell'ambiente ipogeo durante i lavori di restauro.

Altrettanto importante è stata la realizzazione di un impianto che consentisse, per l'intera durata del restauro, il ricambio dell'aria interna senza apportare forti variazioni del microclima e l'eliminazione dell'anidride carbonica. La presenza giornaliera dei restauratori e quella del personale scientifico per periodi prolungati, avrebbe potuto modificare significativamente le condizioni ambientali dell'ipogeo relativamente alla T, UR e CO₂. Infatti, l'alterazione dei valori di questi parametri rispetto alle condizioni di equilibrio determina fenomeni di degradazione a danno delle superfici dipinte. In particolare, in assenza dell'impianto, la concentrazione di anidride carbonica all'interno dell'ipogeo avrebbe raggiunto, dopo circa otto ore di lavoro, valori molto elevati (>2000-2500 ppm) dannosi anche per la salute.

followed all the phases and continued once the restoration was completed. The environmental conditions are currently fairly stable, with a very high level of relative humidity; fortunately there are no visible signs of infiltration and/or percolation of water. This state of equilibrium has been achieved by drastically reducing the opening hours of the tomb and therefore the flow of visitors; as a result, the internal illumination has also been reduced.

Monitoring of the environmental impact of the restoration worksite was also carried out by means of biological analysis of the air. During the work, an increase in the microbial content of the air was registered, 15 times higher than the level before activities began. This factor created a critical situation not only for the conservation of the wall paintings but also for the health of the operators. From that point on, biological analysis of the air was used constantly in various work situations, making it possible to establish the number of operators and the length of time they should spend working in the *hypogeum*.

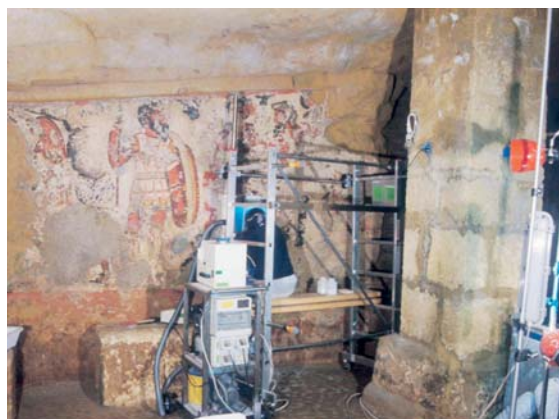
Equally important was the installation of air conditioning equipment, for the whole duration of the project, to exchange the internal air and eliminate carbon dioxide without causing marked variations in the microclimate. The daily presence of restorers and scientific personnel for long periods, could have significantly altered the environmental conditions of the *hypogeum* in terms of temperature, humidity and CO₂. Altering these parameters with respect to the conditions of equilibrium leads to phenomena of degradation and damage to the painted surfaces. In particular, when the air conditioning equipment was not working, the concentration of carbon dioxide inside the *hypogeum* would reach very high levels after an eight-hour working day (> 2000- 2500 ppm) also harmful for the health of the operators.

Studying and restoring the wall paintings

At the same time as the structural surveys of the *hypogeum* were being conducted, studies of the wall paintings were moving ahead. Knowledge of the



Ambiente Orco II, particolare dei dipinti durante il restauro, velinature di protezione delle superfici dipinte per la rimozione di perni infissi nell'intonaco in un vecchio intervento di restauro. Orco II room, detail of the frescoes during restoration, application of facing on the painted surfaces during the removal of the metal pins inserted in the plaster by an old restoration attempt.



Ambiente Orco II durante il restauro: operazioni di rimozione di concrezioni carbonatiche con un'apparecchiatura di microsabbatura. Orco II room during restoration: the removal of carbonate concretions employing a micro-sand blaster.

Lo studio e l'intervento sui dipinti

Contestualmente alle indagini strutturali dell'ipogeo, si è proceduto nello studio dei dipinti. La conoscenza delle tecniche di esecuzione e dei materiali costitutivi, ancorché fornire preziose informazioni storico-artistiche, riveste particolare importanza per la definizione delle metodiche di restauro e dei materiali da impiegare.

I dipinti murali della tomba sono realizzati a fresco con pigmenti minerali stesi su uno strato di intonaco carbonatico (per carica e legante) che a sua volta poggia su uno strato di arriccio silicio-carbonatico dello spessore medio di mm 8 circa. La tavolozza, identificata attraverso indagini chimico-fisiche e mineralogiche, comprende pigmenti quali l'ocra gialla e l'orpimento, l'ematite, le ocre rosse, il blu egiziano, il nero di carbone.

Lo stato di conservazione del complesso decorativo risultava seriamente compromesso. La pellicola pittorica, irrigidita e offuscata da strati bianchi di patine e concrezioni saline, per lo più carbonatico-silicatiche, appariva poco leggibile. Inoltre, laddove era stata interessata da attacco di biodeteriogeni, essa aveva assunto una colorazione scura (gli attinomiceti producono macchie nere).

Un sostanziale degrado si manifestava anche a carico degli strati preparatori che, impoveriti del legante, avevano perso coesione e adesione alla struttura lapidea. In particolare, lo strato bianco carbonatico che accoglie la decorazione pittorica si presentava frammentato da microcavità e cretture e depauperato del legante.

Pertanto, si rendeva necessario un intervento di restauro che fosse finalizzato a:

- ripristinare la continuità fra gli strati preparatori, fra questi e le pareti di sostegno, e fra l'intonaco e la pellicola pittorica con interventi di consolidamento;
- disinfettare e bonificare dai biodeteriogeni le superfici dipinte;
- eliminare le stuccature in malta grigia lungo i margini dei frammenti dipinti e i perni metallici, infissi nell'intonaco decorato nel corso di un precedente intervento di restauro per sostenerne porzioni staccate dalla struttura in quanto tali

techniques of execution and the constituent materials, apart from providing valuable historical and artistic information, carries particular importance for establishing the methods of restoration and the materials to be used.

The wall paintings in the tombs are executed *a fresco* with mineral pigments applied on a layer of carbonate plaster (as binding agent) which in turn rests on a brown silicon-carbonate layer (*arriccio*) with an average thickness of about 8 mm. The colours of the palette used by the artist(s), identified by means of chemical, physical and mineralogical investigations, include pigments such as yellow ochre and orpiment, hematite, red ochre, Egyptian blue, coal black.

The state of conservation of the decorative scheme was seriously compromised. The painted film, stiffened and blurred by layers of white patina and salt concretions, mainly carbonate-silicates, was difficult to interpret. Moreover, in areas subject to attack by biodeteriogens, the paint film had taken on a dark hue (the active bacteria, actinomycetes, produce black stains).

Significant deterioration was evident in the preparatory layers which, lacking the binding agent, had lost cohesion and adhesion to the stone structure. In particular, the white carbonate layer behind the painted decoration was fragmented by micro-cavities and cracks, and lacking the binding agent.

Therefore, restoration focused on the following actions:

- recreating the continuity of the preparatory layers, between the layer themselves and the supporting walls, and between the plaster and the paint film, with consolidation work;
- neutralising the biodeteriogens and removing them from the painted surfaces;
- eliminating the fillings in grey mortar (along the edges of the painted fragments) and the metal pins, set in the plaster during a previous 19th century restoration to support detached parts. These pins were no longer performing their function and interfered with the painting's surface readability;



Particolare dei dipinti di Orco II dopo il restauro.
Detail of the frescoes of Orco II after restoration.



Particolare del dipinto di Orco III dopo il restauro.
Detail of the frescoes of Orco III after restoration.

vincoli non assolvevano più alla loro funzione e interferivano sulla leggibilità del testo figurativo;

- eliminare gli strati di carbonato di calcio soprammessi alla pellicola pittorica e i depositi terrosi coerenti. Le concrezioni carbonatiche e silicatiche di spessore maggiore sono state assottigliate e rimosse con microsabbatura e con applicazione di resine a scambio, ioniche e cationiche; sono stati eseguiti anche test con strumentazione laser, ma la scarsa resistenza della pellicola pittorica, poco aderente allo strato sottostante, non ha consentito l'impiego di questa tecnologia;
- riconferire leggibilità al tessuto figurativo. A tal fine si è proposto un trattamento differenziato delle lacune: laddove si è presentato necessario, queste sono state colmate allo spessore dell'intonaco e/o dell'arriccio; gli strati preparatori a vista sono stati cromaticamente uniformati nel rispetto della leggibilità della loro successione.

Le metodiche di intervento e i materiali impiegati per le operazioni di conservazione e di restauro sono stati attentamente selezionati in considerazione delle severe condizioni termoigrometriche ambientali dell'ipogeo. Ad esempio, non sono state impiegate sostanze organiche (alcoli, chetoni, resine naturali, etc.) che avrebbero potuto indurre la crescita di biodeteriogeni, in quanto costituiscono fonte di carbonio metabolizzabile. Fra la rosa di prodotti commerciali presenti sul mercato che rispondono positivamente da lungo tempo agli imprescindibili parametri di compatibilità chimico-fisica con i materiali originali e di stabilità e durabilità, sono stati scelti esclusivamente quelli testati da lungo tempo.

Bibliografia

C. BETTINI, *La pittura tarquiniese: Problematiche conservative e metodologie d'intervento*, in M. BONGHI JOVINO, C. CHIAMONTE TRERÈ (a cura di), *Tarquinia: Ricerche, scavi e prospettive*, Milano 1987.

AA.VV., *Pittura Etrusca al Museo di Villa Giulia*, Catalogo mostra, Roma 1989 con contributi di Massimo Pallottino, Claudio Bettini, Licia Vlad Borrelli, Maria Cataldi Dini.

G. DE PALMA, *Problemi di conservazione delle pitture etrusche*, in Atti del XVII Convegno di Studi etruschi e italici, pp. 203-208, Firenze 1993.

- eliminating the layers of calcium carbonate laid over the paint film and the soil deposits. The thicker carbonate and silicate concretions were thinned down and removed by means of micro-sanding and by applying ion exchange resins. Laser tests were also carried out, but the low resistance of the paint film, which adhered weakly to the layer below, made it impossible to use this technology;

- recreating the readability of the figurative elements. With this end in mind, different treatments were used for the *lacunae*; where necessary, they were filled to the level of the plaster and/or the brown preparatory layer (*arriccio*). The visible preparatory layers were rendered uniform in terms of colour in order to improve the readability of their stratigraphic sequence.

The methods of intervention and the materials to be used for the operations of conservation and restoration were carefully selected according to the particular conditions of temperature and humidity in the *hypogeum*. For example, no organic substances were used (alcohols, ketones, natural resins, etc.) which might have enhanced the growth of biodeteriogens, since they are a source of carbon which can be metabolised.

The commercial products used were chosen exclusively from amongst those which satisfy the essential requirements of chemical and physical stability, durability and compatibility with the original materials, rigorously tested over long periods of time.

**Il restauro della Sala delle Maschere
nella *Domus Aurea***

**The Hall of Masks: conservation works
in the *Domus Aurea***

Donatella Cavezzali



A partire dal 2004 l'Istituto Superiore per la Conservazione ed il Restauro ha avviato il restauro degli affreschi della Sala delle Maschere (n. 114) e del Corridoio (n. 131) nella *Domus Aurea*, il famoso palazzo dell'Imperatore Nerone, che erano chiuse da oltre vent'anni. I restauri, preceduti da indagini scientifiche e ambientali, hanno consentito il recupero delle preziose decorazioni e la realizzazione di un prototipo sperimentale di conservazione preventiva in ambiente ipogeo basato sul principio del *confinamento ambientale* e dell'illuminazione a basso impatto foto-biologico. Grazie a queste innovazioni sarà possibile consentire la riapertura delle sale alla fruizione pubblica in condizioni di sicurezza per la conservazione dei preziosi affreschi neroniani.

Storia e conservazione

La storia conservativa della *Domus Aurea* è stata fortemente condizionata dalle vicende storiche del palazzo nel corso di due millenni.

Nerone fece costruire il suo palazzo tra il 64 d.C., anno del grande incendio di Roma, e il 68 d.C. anno del suo suicidio. Il palazzo era così ricco e sontuoso da ricevere l'appellativo di "palazzo dorato", *Domus Aurea*. Progettato dagli architetti Severo e Celere e decorato con meravigliose decorazioni dal pittore Fabullo, il palazzo si estendeva su oltre 250 ettari tra i colli Esquilino, Oppio e Celio (Plinio il Vecchio, *Naturalis Historia*, XXXVI, 111). Svetonio nelle *Vite dei Cesari* (Svetonio, *De vita Caesarum*, Libri VIII) descrive: «una statua colossale alta 120 piedi (rappresentante Nerone) era posta all'ingresso del palazzo, la cui magnificenza era tale da includere tre porticati, uno stagno lungo un miglio, grande come un mare, circondato da edifici grandi come una città. Intorno palazzi con campi, vigneti, pascoli e foreste piene di ogni sorta di animali domestici e selvatici. All'interno le sale sono rivestite di oro, e adornate di pietre preziose e conchiglie. Le sale da pranzo hanno volte rivestite di lastre di avorio perforate da cui emanano profumi di fiori, di queste la principale è circolare e ruota continuamente, giorno e notte, come la terra. I bagni hanno acqua di mare o acqua sulfurea. Quando Nerone inaugurò il palazzo disse che finalmente poteva iniziare a vivere come si confà ad un uomo»

Since 2004 the Istituto Superiore per la Conservazione ed il Restauro of Rome has begun the conservation works of the Hall of Masks (hall n. 114) and the nearby Corridor (hall n. 131) in the *Domus Aurea*, the famous Palace of the Emperor Nero, closed since twenty years.

The conservation works, with previous scientific testing, have guaranteed the preservation of the precious frescoes and the realization of an experimental prototype of preventive conservation in hypogeal environment based on the *confinement* and on low biological impact lighting. Thanks to these innovations will be possible to allow the re-opening of the rooms to the public in safety conditions for the conservation of the precious neronian frescoes.

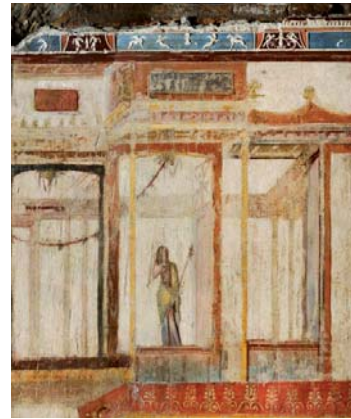
History and conservation

The conservation history of the *Domus Aurea* is closely linked to the events that affected the palace over its two thousand years of history.

The Emperor Nero commissioned his new residence between 64 AD, after the great fire that devastated Rome, and 68 AD, the year of his suicide. The palace was so elaborate and sumptuous that it came to be known as the Golden House (*Domus Aurea*). Extending for about 250 acres on the Esquiline, Oppio and Celio hills, the palace was designed by architects Severus and Celer, with marvellous painted decorations entrusted to the painter Fabullus (Pliny the Elder, *Naturalis Historia* XXXVI. 111). As reported by literary sources, Suetonius tells us in *De vita Caesarum Libri VIII* that: "Its vestibule was large enough to contain a colossal statue of the emperor a hundred and twenty feet high; and it was so extensive that it had a triple colonnade a mile long. There was a pond too, like a sea, surrounded with buildings to represent cities, besides tracts of country, varied by tilled fields, vineyards, pastures and woods, with great numbers of wild and domestic animals. In the rest of the house all parts were overlaid with gold and adorned with gems and mother-of-pearl. There were dining-rooms with fretted ceilings of ivory, whose panels could turn and shower down flowers and were fitted with pipes for sprinkling the guests with perfumes. The main banquet hall was circular



Sala delle Maschere, parete ovest
dopo l'intervento di restauro degli
affreschi.
Hall of Masks, west wall.



Corridoio n. 131, dettaglio della parete
est dopo l'intervento di restauro.
Corridor n. 131, east wall, detail.

(trad Rolfe, 1914). Alla morte di Nerone nel 68 d.C. il palazzo fu utilizzato per un breve periodo, ma nel 79 d.C. nella stessa area sorsero dapprima le Terme di Tito, e successivamente Vespasiano, dopo avere drenato lo stagno neroniano, avviò la costruzione dell'Anfiteatro Flavio, noto come Colosseo dal nome della colossale statua di Nerone, in bronzo dorato. Infine tra il 104 e il 109 d.C. Traiano fece costruire sui resti della *Domus Aurea* un nuovo impianto termale da lui dedicato al popolo romano. Dopo avere spoliato il palazzo di tutti i preziosi materiali (marmi, statue, pavimenti, arredi, ecc.) lo fece riempire di terra e lo usò come fondazione delle Terme. Dopo quaranta anni dalla sua creazione la *Domus Aurea* era stata completamente obliterata, sotterrata al di sotto delle nuove costruzioni.

Eppure paradossalmente proprio il seppellimento della *Domus Aurea* ha evitato la distruzione dei preziosi affreschi e degli stucchi. La terra dell'interro traiano ha funzionato come protezione e ha consentito la sopravvivenza delle decorazioni per molti secoli a venire. La riscoperta della *Domus Aurea* avvenne alla fine del XV sec. quando artisti rinascimentali come Raffaello, Giuliano da Sangallo, Ghirlandaio, Filippino Lippi, Pinturicchio e tanti altri trassero ispirazione dalle antiche pitture del palazzo di Nerone. Le decorazioni della Volta Dorata e della Sala delle Maschere divennero modelli di riferimento per la pittura a *grotesche* diffusa e riprodotta nelle sale dei palazzi papali e dei principi del Rinascimento.

Tra il XIX e il XX sec. i resti archeologici della *Domus Aurea* sono stati scavati, e oggi oltre 150 ambienti del palazzo sono stati portati alla luce e sono tutelati dalla Soprintendenza Archeologica di Roma. La conservazione degli ambienti del palazzo e di quello che resta delle sue preziose decorazioni dipende però dalla soluzione di complessi problemi ambientali e microclimatici, in gran parte dovuti alla posizione sotterranea della *Domus Aurea*, al di sotto dei giardini di Colle Oppio, che causa numerose infiltrazioni di acqua dalle volte e problemi strutturali delle murature. Negli ultimi anni una intensa campagna di studi condotta dalla Soprintendenza Archeologica di Roma ha consentito di avviare complessi lavori di restauro del monumento, attualmente in corso di realizzazione.

and constantly revolved day and night, like the heavens. He had baths supplied with sea water and sulphur water. When the edifice was finished in this style and he dedicated it, he deigned to say nothing more in the way of approval than that he was at last beginning to be housed like a human being" (Rolfe translation 1914). After Nero's death in 68 AD, the building was briefly used, but in 79 AD in the area was occupied with the construction of the thermal baths commissioned by Titus. Later Vespasian drained the pond and built in its place the Flavian Amphitheatre, otherwise known as the *Colosseum* on account of the presence, in front of the building, of the *Colossus* in gilded bronze depicting Nero.

In 104 AD, a great fire destroyed the remains of Nero's complex and from 104 to 109 the Emperor Trajan built new thermal baths for the Roman people on the site of the *Domus Aurea*. The rich materials adorning the imperial residence (floors, marble pieces, sculptures, stone elements and furnishings) were removed. The upper floor of the building was destroyed while the lower floor was used as the foundation for the Trajan Baths. The rooms of the *Domus Aurea* were filled with soil and reinforced with new support structures; massive walls were erected to divide the largest rooms, windows and doors were shored up. Forty years after its foundation, the Golden House was completely obliterated, buried beneath the new constructions.

But paradoxically the burial of the *Domus Aurea* preserved the beautiful frescoes and stuccoes. The soil functioned as protection so that painted decorations and elaborate gilded stucco could survive through centuries.

The *Domus Aurea* was rediscovered during the Renaissance when artists such as Raphael, Giuliano da Sangallo, Ghirlandaio, Filippino Lippi, Pinturicchio took inspiration from the ancient Roman wall paintings of Nero's palace. The Golden Vault and the Hall of Masks became a model and the *grotesque* painting style, as it was called, had an extraordinary influence over the following centuries.

From the beginning of the 20th century up to now, many rooms of the palace have been excavated and later preserved under the direction of the Archaeological



Corridoio n. 131, dettaglio durante i test di pulitura per la rimozione dei residui di terra e per la disinfezione degli attacchi microbiologici. Corridor, east wall, cleaning test.



L'intervento di pulitura degli affreschi ha richiesto l'intervento di restauratori specializzati che hanno realizzato il restauro conservativo sotto la direzione dell'ISCR. Cleaning treatment held by a restorer.

Gli affreschi della *Domus Aurea*

Le ricche decorazioni pittoriche ed i preziosi rivestimenti marmorei che ricoprivano la *Domus Aurea* erano la rappresentazione dell'idea neroniana della bellezza e della magnificenza. Le sale del palazzo sono diventate famose con nomi a loro attribuiti per gli elementi rappresentati nelle decorazioni parietali, Sala delle Civette, riprodotta in disegni e incisioni del XVIII secolo, Sala della Volta Nera, Sala della Volta Dorata con decorazioni in stucco policromo e dorato. La fama degli affreschi e degli stucchi che ricoprono le pareti e le volte della *Domus Aurea* è soprattutto legata al nome del pittore Fabullo menzionato da Plinio il Vecchio (*Naturalis Historia*, XXXV.120). Le pitture murali sono state definite di *quarto stile pompeiano* o *della prospettiva* il sistema decorativo caratterizzato da rappresentazioni architettoniche dipinte in prospettiva, legato all'ultima fase della vita di Pompei ed Ercolano. Le rappresentazioni dipinte richiamano complessi sistemi architettonici, con facciate di palazzi su più livelli, ripartiti da fini colonnine lisce o tortili, popolate di figure umane maschili e femminili, scene naturalistiche, figure mitologiche, maschere, animali fantastici, candelabri e ghirlande floreali.

Ogni cosa nel palazzo di Nerone era preziosa, dai marmi policromi di origine greca e africana, ai pigmenti utilizzati per le decorazioni pittoriche, come i lapislazzuli (blu), la malachite (verde), il cinabro (rosso), la foglia d'oro zecchino e il *purpurissimum*, un pigmento violaceo tratto da rare conchiglie marine (Plinio il Vecchio, *Naturalis Historia*, XXXV.44).

Dopo oltre 2000 anni la vastità e la magnificenza degli ambienti e degli affreschi della *Domus Aurea* ancora stupisce il visitatore moderno, che resta ammirato e senza parole di fronte alla grandezza della *Domus Aurea Neronis*.

Le indagini scientifiche per la conservazione della Sala delle Maschere

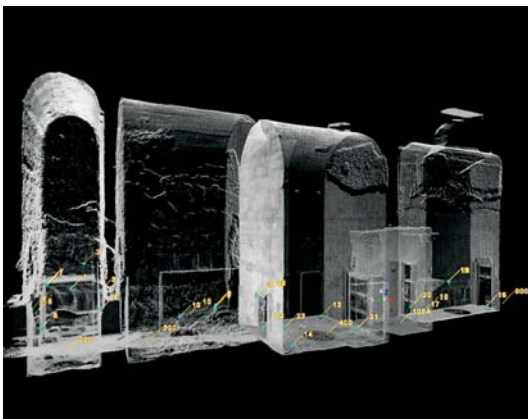
Gli studi condotti dall'Istituto Centrale del Restauro (oggi ISCR) per la conservazione della *Domus Aurea* hanno avuto inizio nel 1969, sotto la direzione di Cesare Brandi, che studiò in particolare gli affreschi della "Sala della Volta Dorata".

Superintendency of Rome. Currently, the main conservation problems of the *Domus Aurea* are due to its underground position, beneath the Colle Oppio hill, causing water infiltration as well as structural problems in the ancient masonry of walls and vaults. During the last ten years, the authorities in charge have put forward a large number of proposals and studies to deal with the conservation of the palace and its precious frescoes.

The frescoes of the *Domus Aurea*

The rich decorations, sculptures and marble works which decorated the royal palace, are the representation of Nero's idea of beauty and magnificence, with precious marble facings, mosaics, frescoes, and a rare collection of Greek sculptures. The palace rooms became famous with names based on the main pictorial elements they contain, such as the Hall of the Vault of Owls, reproduced in drawings and engravings of the 18th century, the Hall of the Black Vault and the famous Hall of the Golden Vault, with its polychrome and gilded stucco decoration.

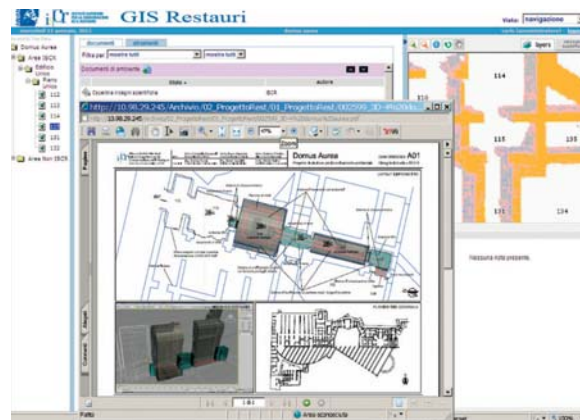
The fame of the *Domus Aurea's* stuccoworks and paintings is linked to the name of Fabullus, the artist mentioned by Pliny the Elder (*Naturalis Historia* XXXV.120). The wall paintings in the *Domus Aurea* have been defined as the *fourth Pompeiian style*, the decorative system that characterises the last phase of life of Herculaneum and Pompeii, inspired by the theatrical settings, with thin walls and imitation architecture, populated by figures and fantastic animals. Also known as the *perspective style*, it is distinguished by the inclusion of fantastic layered architecture with striking theatrical effect. The wall opened up with painted architectural scenes, enhanced by various decorative motifs, views of nature, winged figures, masks, mythological animals, as well as candles and plants. Everything in the building was precious, from the polychrome Greek and African marble, to the rare pigments used for painting, *lapislazzuli* (blue), *malachitis* (green), *cinnabar* (red) and the legendary *purpurissimum* a purple pigment made from rare sea shells (Pliny, *Naturalis historia* XXXV.44).



Rilievo tridimensionale della Sala delle Maschere e degli ambienti limitrofi realizzato in 3D con Laser scanner. 3D laser scanner, architectural survey.

Ma è a partire dal 1985-86 che l'ICR in collaborazione con la Soprintendenza Archeologica di Roma avviò una campagna di studi sperimentali per la conservazione preventiva degli affreschi delle due sale più belle e meglio conservate della *Domus Aurea*, la Sala delle Maschere (n. 114) e il limitrofo Corridoio (n. 131). Allo scopo di stabilizzare i parametri microclimatici all'interno delle due ambienti ipogei, e prevenire i dannosi scambi termigometrici con l'aria esterna, fu deciso di confinare le due sale attraverso un sistema di porte a tenuta stagna, monitorando nel contempo i valori di temperatura e umidità relativa in rapporto tra interno ed esterno. Parallelamente furono condotti dei test sperimentali di restauro degli affreschi su aree campione.

Dal 2004, dopo venti anni di sperimentazione, l'ISCR ha avviato, in accordo con la Soprintendenza Archeologica di Roma, il progetto di conservazione e restauro degli affreschi e del mosaico della Sala delle Maschere con lo scopo anzitutto di verificare l'efficacia conservativa a lungo termine della sperimentazione di *confinamento ambientale* iniziata nel 1986. I risultati positivi rilevati attraverso indagini scientifiche e monitoraggi ambientali hanno consentito di confermare la piena validità del *confinamento ambientale* come principale metodo di conservazione preventiva per la pittura murale in ambienti ipogei. Le sale ipogee della *Domus Aurea*, poste al di sotto dei giardini di Colle Oppio, sono infatti caratterizzate da valori di temperatura tra i 15 e i 17°C con una umidità relativa dell'aria vicina al 100%, con murature e volte impregnate di acqua carica di inquinanti, cariche batteriche, sali solubili e calcare. In queste condizioni estreme ogni minima variazione del microclima interno, dovuto a scambi con l'ambiente esterno, è causa di gravi conseguenze per la conservazione dei delicatissimi affreschi neroniani, causando attacchi microbiologici, cristallizzazione di sali sulla superficie pittorica, disgregazione dei pigmenti e degli intonaci. Per assicurare la conservazione e prevenire ulteriori danni non è quindi solo sufficiente restaurare materialmente gli affreschi ma occorre garantire i necessari requisiti di conservazione preventiva intervenendo sull'ambiente in cui gli affreschi sono collocati, stabilizzando e controllando il microclima interno



Consultazione di un file archiviato in banca dati GIS (Progetto di strutture per il confinamento ambientale). Scientific data related to the restoration works. The system is available on the web with password protection

After almost two thousand years, the vastness and grandeur of halls covered with frescoes, leave the modern visitor, including Renaissance artists, speechless with amazement, looking up to admire the greatness of the *Domus Aurea Neronis*.

The Hall of Masks conservation studies

Starting in 1969, the Istituto Centrale del Restauro (now ISCR) directed by Cesare Brandi, began studying how to preserve the *Domus Aurea* wall paintings, in particular the frescoes of the Golden Vault. But it was only in 1986 that the ICR, in collaboration with the Archaeological Superintendence of Rome, began an experimental study in two of the most beautiful painted rooms of Nero's Palace: the Hall of Masks (hall no. 114) and the nearby corridor (hall no. 131).

In order to stabilise the microclimatic conditions inside the underground rooms, preventing harmful exchanges of temperature and relative humidity, it was decided to confine the rooms through a closure system with airtight doors. The experimentation was conducted together with microclimatic monitoring and testing of restoration. Since 2004, after almost twenty years of experimentation, the ISCR has launched a new conservation project to evaluate the long-term effectiveness of the principles and methods applied in 1986. The positive results of both testing and monitoring has made it possible to confirm the absolute importance of the *indoor confinement* method as the main preventive conservation means for ancient underground decorations.

The *Domus Aurea* hypogeal rooms are characterised by an average relative humidity near to 100% in condition of a T° at 15°- 17° C°. These conditions of high humidity and warm temperature favour biological growth, and any change in temperature may cause salt crystallisation on the painted surface as well as biological decay. Such microclimatic conditions are extreme, and to ensure safe conservation conditions for ancient wall paintings requires the application of preventive conservation measures together with direct restoration treatments. After more than twenty years of testing inside the *Domus Aurea* underground

della Sala delle Maschere in relazione ai valori di temperatura, umidità relativa, contenuto di inquinanti, gradiente di luce e altri parametri fisico-chimici. La lunga sperimentazione a cui è stata sottoposta la Sala delle Maschere ha dimostrato scientificamente la straordinaria importanza quindi del controllo ambientale per la conservazione preventiva degli affreschi della *Domus Aurea*, sulla base della stabilizzazione microclimatica e di un sistema di illuminazione a basso impatto foto-biologico. Simili conclusioni sono state raggiunte dall'ISCR in altri importanti aree archeologiche italiane con decorazione murali ipogee, come le tombe etrusche di Tarquinia e Cerveteri e gli affreschi medievali della Cripta del Duomo di Anagni, a sud di Roma.

L'intervento di restauro e di conservazione preventiva

Gli interventi di conservazione preventiva dell'ambiente e di restauro degli affreschi condotti dall'ISCR a partire dal 2004 a oggi nella Sala delle Maschere, basati sul mantenimento del metodo del *confinamento ambientale*, hanno introdotto dal punto di vista tecnologico nuove soluzioni architettoniche e prodotti di restauro. Parallelamente è stato installato un nuovo sistema di illuminazione temperizzato a basso impatto foto-biologico e foto-sensibile allo scopo di evitare fenomeni di bio-deterioramento e effetti dannosi sui pigmenti fotosensibili.

Il progetto di restauro ha coinvolto molti esperti dell'ISCR, chimici, fisici, biologi, architetti, archeologi e restauratori che hanno condotto gli studi e diretto i lavori basati sulla interdisciplinarietà delle competenze. Dal 2004 al 2012 il *team* dell'ISCR ha realizzato i monitoraggi ambientali, il rilievo tridimensionale delle sale con laser scanner, le indagini non-distruttive, termografiche e radar per la definizione dello stato di conservazione delle murature e della volta, incluse analisi chimiche, biologiche e mineralogiche dei prodotti di degrado per la definizione dei più corretti metodi da applicare nell'intervento diretto di restauro degli affreschi. I lavori di restauro degli affreschi e del mosaico pavimentale si sono conclusi nel novembre 2012 e sono stati completati dall'installazione ambientale dei nuovi sistemi di monitoraggio microclimatico, con l'applicazione di nuove porte a tenuta stagna con taglio termico, appositamente progettate con un profilo in lega di zinco e rame, resistente alla corrosione ma con una naturale ossidazione che consente di ottenere una patina naturalmente antica, che rende l'inserimento estetico moderno adeguato alle esigenze del monumento archeologico. L'auto protezione generata dall'ossidazione naturale rende questo profilo adatto ad ambiente estremi dal punto di vista conservativo come quello della *Domus Aurea*. Il progetto ha incluso un nuovo sistema di illuminazione adeguato all'ambiente ipogeo, basato su sorgenti luminose a led a luce fredda, e un impianto di monitoraggio sia dell'aria che a contatto degli affreschi con sistema remoto di trasmissione dati *wire-less*. Tutti i dati storici e conservativi relativi agli studi e al restauro realizzato dall'ISCR sono pubblicati e disponibili sui siti web, ai quali si rimanda per la bibliografia e i dati di riferimento: <http://domusaurea-salamaschere.beniculturali.it> e www.iscr.beniculturali.it.

rooms, the ISCR scientific experts have proved the importance of stable microclimatic condition and low lighting level to prevent decay. Similar conclusions have been reached by ISCR experts in parallel experiments held in other hypogeal environments, such as the Etruscan tombs of Tarquinia and Cerveteri, and the Crypt of the Anagni Dom, south of Rome.

Preventive Conservation and Restoration Works

This long-lasting scientific experience developed by ISCR has made it possible to deal with the complex conservation choices for restoring the frescoes in the Hall of Masks. The principle of *indoor confinement*, successfully applied by ISCR in the Hall of Masks over the last twenty years, is based on the need to ensure environmental stability in temperature and relative humidity, avoiding harmful exchanges between internal and external air, full of pollutants and subject to seasonal microclimatic variations.

This basic principle of *indoor confinement* has been maintained by updating the technological solutions as well as the restoration products applied. The use of a new lighting system based on low impact-lights for photosensitive materials has been introduced to ensure the long-term effectiveness of the conservation project. Conservation studies have involved a large team of ISCR experts including chemists, physicists, biologists, architects, archaeologists and restorers, who have conducted several campaigns to monitor, analyse and survey the underground environment of the *Domus Aurea*, testing the best procedures and products for the restoration treatments of frescoes.

Between 2004 and 2012, a team of specialised conservators has led the restoration works of the frescoes and mosaic floor in the Hall of Masks and in the adjacent rooms, including corridor no. 131. Architectural surveys have been carried out by means of 3D laser scanning; thermo-graphic and radar investigations have been applied for detecting the state of degradation of masonry, plasters and preparatory layers of the frescoes. Conservation works are now implemented with the new environmental monitoring system, the application of new airtight doors, with a thermal seal and a specially designed profile in brass, alloy of zinc and copper highly resistant to corrosion, with natural oxidation when in contact with air to acquire a particular antique bronze finishing, making it suitable for historical monuments. The self-protection generated by the natural oxidation process make this profile fit for extreme environments such as the *Domus Aurea*.

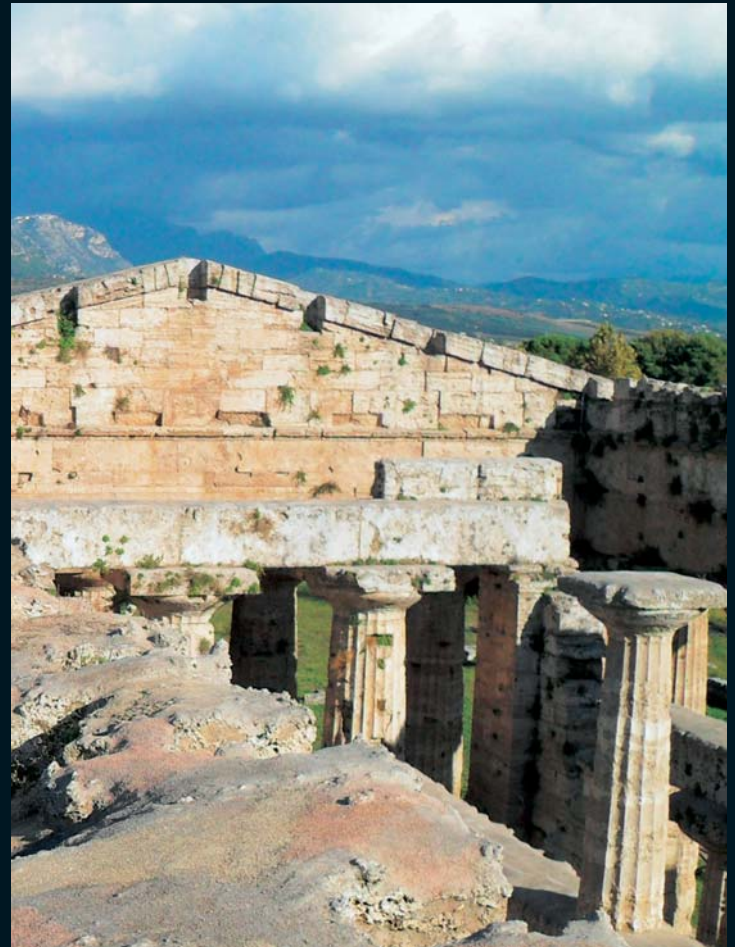
The lighting system has been selected to be suitable for hypogeal environments, based on a low impact photo-sensitive type of LED with cold lighting. The conservation project has included a microclimatic monitoring system of data/loggers for both on air and on contact controls, with remote wire-less data transmission.

All historical and conservation data related to the ISCR conservation works in the Hall of Masks of the *Domus Aurea* are now available on the websites: <http://domusaurea-salamaschere.beniculturali.it> and www.iscr.beniculturali.it

**I templi di Paestum:
restauro e manutenzione programmata**

**The Temples of Paestum:
restoration and planned maintenance**

**Giovanna De Palma, Ada Roccardi, Federica Di Cosimo,
Antonella Altieri, Annamaria Pietrini, Sandra Ricci**



L'antica città di Paestum, ubicata a circa 80 km a sud del golfo di Napoli, fu fondata dagli Achei di Sibari intorno al 600 a.C. con il nome di Poseidonia. Alla fine del V secolo a.C. i Lucani la conquistarono fino al 273 a.C., quando i Romani vi dedussero una colonia di diritto latino e cambiarono il nome in Paestum. Fu un centro floridissimo, racchiuso in un poderoso circuito di mura difensive lungo 5 km, ancora oggi quasi interamente conservato. Il suo periodo di massimo splendore coincide con l'epoca greca, quando, nell'arco di un secolo, tra il 550 e il 450 a.C., venne conferito un grandioso assetto monumentale alle aree pubbliche e furono eretti tre templi dorici, tra i più splendidi della Magna Grecia, anche per le condizioni di sostanziale integrità in cui ci sono pervenuti.

La città ebbe vita lunghissima fino a età tardo imperiale. Del sito, mai del tutto abbandonato, si perse comunque memoria fino alla metà del 1700, quando la nuova temperie culturale frutto dell'illuminismo condusse alla *riscoperta* dell'antica città e soprattutto dei suoi templi dorici da sempre conservati in vista. Da quel momento la fama di Paestum attraversò tutta l'Europa colta, grazie anche alla diffusione dei primi rilievi dei suoi grandiosi monumenti e alla circolazione di vedute e acqueforti, tra le quali quelle che il Piranesi realizzò poco prima della morte.

I templi dorici

La Basilica o Tempio di Hera venne costruito intorno al 540-530 a.C. in stile dorico arcaico. La denominazione di Basilica risale alla fine del XVIII sec., quando gli studiosi, per la mancanza dei frontoni, ritennero di riconoscervi un edificio civile di età romana.

Il secondo tempio, dedicato ad Athena, sorge all'estremità opposta della città, a oriente della grande strada di attraversamento nord-sud. Fu costruito verso il 510-500 a.C. Il terzo e più grande dei templi, convenzionalmente denominato Tempio di Nettuno e forse consacrato a Zeus o ad Apollo, fu costruito intorno al 470 a.C. a nord della cosiddetta Basilica ed è quello dei tre che si presenta ancora oggi in uno stato di maggiore integrità.

The ancient city of Paestum, located about 80 km south of the bay of Naples, was founded by the Achaeans of Sybaris around 600 BC with the name Poseidonia. Towards the end of the 5th century BC, the Lucanians conquered the city and held it until 273 BC when the Romans set up a colony under Latin law and changed the name to Paestum. This important commercial and political centre was protected by massive town walls extending for about five kilometres, much of which is still standing. Under the Greeks, the city reached the peak of its splendour during the course of a hundred years, between 550 and 450 BC, when the monumental public areas were laid out with three Doric temples. These buildings, amongst the most imposing in the whole Magna Graecia area, are still remarkably well-preserved.

The city flourished until the late imperial age. After that, although the site was never completely abandoned, it was practically forgotten until the mid-18th century, when the new cultural climate inspired by illuminism led to the *rediscovery* of the ancient city, especially the three Doric temples which had always been visible even though overgrown with weeds and thickets. From then on, the fame of Paestum spread throughout European cultured circles, also thanks to the first surveys of its great monuments and the circulation of views and etchings including those which Piranesi made shortly before his death.

The Doric Temples

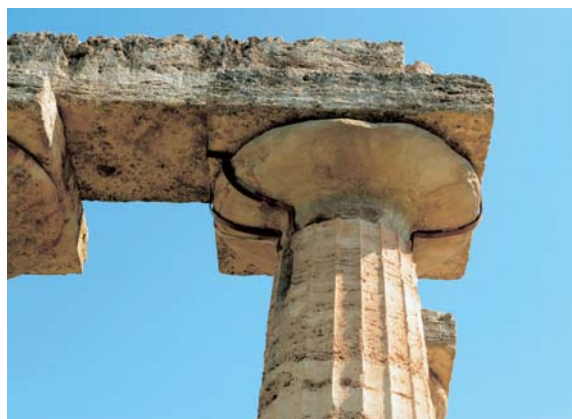
The Basilica or Temple of Hera, the oldest of the three, was built in the period between 540 and 530 BC in the archaic Doric style. The denomination Basilica dates to the late 18th century when scholars decided that it was probably a civil building dating from the Roman period, based on the fact that it lacked pediments.

The second temple, built around 510-500 BC and dedicated to Athena, the temple of Ceres, stands at the opposite end of the city, to the east of the main north-south road.

The third and largest of the temples, conventionally known as the temple of



Veduta aerea del sito con i templi c.d. di Nettuno e Basilica.
Aerial view of the site with the so called Neptune and Basilica temples.



Particolare degli elementi metallici messi in opera nei vecchi restauri.
Iron bars related to old conservation interventions.

Gli interventi degli ultimi due secoli

Il primo intervento di conservazione risale al 1805, quando – sotto la direzione dell'architetto Antonio Bonucci, incaricato dal governo borbonico – vennero eliminati la vegetazione infestante e i cumuli di terra distribuiti attorno ai templi e venne eseguita una parziale rimozione dei resti di un insediamento medioevale presso il Tempio di Atena. Su tale tempio fu eseguita l'integrazione delle lacune con materiale lapideo analogo a quello originario, mentre furono assicurati con spranghe di ferro un capitello pericolante sulla facciata orientale, il capitello dell'angolo nord-est e l'angolo destro del frontone orientale.

L'intervento fu ripreso nel 1828 dallo stesso Bonucci, che eliminò le spranghe di ferro reintegrando le parti mancanti del frontone e il capitello dell'angolo nord-est con mattoncini e malta. Rimasero però in opera alcune intelaiature di ferro tra gli intercolumni.

Circa un secolo dopo, nel 1926, sono documentati gli interventi di restauro condotti da Amedeo Maiuri. In quell'occasione, nel Tempio di Atena furono eliminate le vecchie strutture metalliche fra gli intercolumni, fu eseguita una revisione di tutti gli elementi metallici, sostituendo quelli degradati, furono inoltre messi in opera cerchiaggi in ferro di alcuni capitelli e rocchi di colonne, e si inserirono profili orizzontali in ferro a sostegno di architravi lesionati.

Inoltre il Maiuri, nei due templi di Atena e di Nettuno, sostituì alcune integrazioni con un impasto di malta cementizia mista a sabbia vulcanica. Nel 1962 fu attuato un improvvido intervento di consolidamento, l'unico in cui si è tentato di applicare le metodologie della moderna ingegneria a Paestum, perforando l'architrave e le colonne della facciata orientale del Tempio di Atena per inserirvi barre di ferro, imitando una struttura intelaiata. La realizzazione non seguì il dettato progettuale, e mancano i disegni esecutivi relativi alla imperniatura delle colonne. Sono trascorsi dieci anni dagli ultimi restauri effettuati sui tre templi dorici di Paestum, avviati dopo un lungo iter di progettazione che ha preso le mosse nel lontano 1979 quando l'allora Soprintendenza alle Antichità di Salerno, Avellino e

Neptune and perhaps consecrated to Zeus or Apollo, was built around the year 470 BC. It stands to the north of the temple known as the Basilica and, of the three, is the best preserved.

Conservation during the last two centuries

The first conservation action took place in 1805 under the supervision of architect Antonio Bonucci, commissioned by the Bourbon government. The tangled thickets of undergrowth and the mounds of soil around the temples were removed, and the ruins of a medieval structure against the temple of Athena were partially dismantled.

Some of the missing parts of the temple were reconstructed with stone that was similar to the original, and iron bars were used to secure a dangerous capital on the eastern façade, another capital on the northeast corner, and the right-hand side of the eastern pediment.

In 1828 Bonucci returned to the task removing the iron bars and reconstructing the missing parts of the pediment and the capital on the northeast corner with small bricks and mortar. However, some of the metal struts between the columns remained in place.

About a century later, in 1926, more restoration work was carried out by Amedeo Maiuri. Starting with the temple of Athena, he removed the old metal structures between the columns, and checked the state of all the metal items, replacing those that had deteriorated. In addition, iron hoops were placed on some capitals and drums of columns, and horizontal iron beams were inserted to support damaged architraves. For the two temples of Athena and Neptune, a paste of cement mortar mixed with volcanic sand was used to replace some of the previous work on the missing parts.

Further consolidation work was undertaken in 1962 but with limited success. This was the only occasion when an attempt was made to apply modern engineering techniques to Paestum, by perforating the architrave and the columns of the



Tempio c.d. di Cerere (Athenaion) durante gli anni '70 dello scorso secolo. Si può notare l'ingrigimento diffuso delle superfici dovuto ad agenti biodeteriogeni e la presenza di opere provvisorie.
The so called Ceres temple (Athenaion) during the 70s of the 20th century. You can notice the greyish colour of the surfaces due to bio-deteriorating agents and the presence of provisional works.



Tempio c.d. di Cerere (Athenaion) dopo il restauro.
The so called Ceres temple (Athenaion) after restoration.

Benevento, allarmata dallo stato di conservazione degli edifici, provvedeva alla chiusura dell'Athenaion e scriveva, con una nota a firma dell'allora Soprintendente Werner Johannovski, «di dover interessare della cosa anche l'Istituto Centrale per il Restauro [ICR], per la necessaria consulenza per la scelta della più opportuna metodologia di intervento».

Il Direttore dell'Istituto, Giovanni Urbani, rispose accogliendo favorevolmente la richiesta, assicurando la disponibilità a prestare ogni collaborazione per lo studio del problema conservativo dei templi, con particolare riguardo agli aspetti del problema di propria specifica competenza e cioè il deterioramento dei materiali lapidei.

Si venne a concretizzare da quel momento un lavoro comune tra Soprintendenza e Istituto, con la partecipazione di Università e Istituti di ricerca italiani e stranieri, che si attuò nel 1988 con un cantiere di studio su una colonna del Tempio di Cerere, quale fase propedeutica all'attuazione di un progetto, con speciali finanziamenti (Fondi Investimenti e Occupazione, FIO), che avrebbe poi interessato l'intero parco archeologico.

L'intervento preliminare, pur non raggiungendo esiti del tutto condivisi, specialmente sotto l'aspetto della presentazione estetica, ha consentito di disporre di un prezioso punto di partenza che avrebbe poi permesso di approfondire le metodologie da applicare nella progettazione dell'intero restauro, segnalando la necessità di affinare sia i sistemi di pulitura che il trattamento delle mancanze. Affinamenti che si sono dovuti scontrare anche con le vivaci polemiche che avevano segnato il termine del restauro della colonna arrivando a contrapporre agli esiti raggiunti, alternative, segnatamente ruskiniane, orientate verso la difesa integrale dell'immagine consolidata del tempio e della stessa vegetazione che lo accompagnava. Proprio la rimozione dei biodeteriogeni ha permesso di recuperare il senso della configurazione architettonica dei templi, sottraendola al senso di ruderizzazione che il grigiore della pietra e la presenza di *erbe infestanti* finivano per accentuare.

east façade of the temple of Athena in order to insert iron bars, creating a supporting framework. But the work did not follow the project specifications, and the technical drawings for the column perforations are missing.

Today we are at the point where ten years have gone by since the last restoration work carried out on the three Doric temples of Paestum. This long-term project began in 1979 when the then-Superintendence of antiquities in Salerno, Avellino and Benevento, alarmed by the state of conservation of the buildings, ordered the closure of the Athenaion or temple of Ceres. A report signed by the then-superintendent Werner Johannovski, stated that "it would be important to involve the Istituto Centrale del Restauro for consultancy on choosing the most appropriate methodology to be used."

The Director of the Institute at the time, Giovanni Urbani, rose to the occasion and stated that the Institute would be fully available to collaborate on studying the conservation problems affecting the temples, with particular attention to aspects concerning its specific competence, that is the deterioration of stone surfaces.

This marked the beginning of a joint project between the Superintendence and the Institute, in consultation with universities and research centres in Italy and abroad, starting in 1988 with a study worksite focusing on a single column of the temple of Ceres, as the preparatory phase for a project involving the whole archaeological park financed by the FIO investment fund.

This preliminary project, while not achieving fully shared results especially regarding the aesthetic presentation, was nevertheless a good starting point for determining the methodologies to be used during the overall restoration, in particular the detailed application of the methods for cleaning the stone surfaces and for treating the missing parts. As might be expected, these details were caught up in the heated discussions that ensued following the completed restoration of the column, reaching the point of contesting the results achieved and putting forward alternative solutions, based on the ideas of John Ruskin, by defending the traditional image of the temple and the vegetation



Consolidamento
del materiale
lapideo.
Consolidation of
stone material.



Esempio di
stuccatura su
travertino che
lascia visibili i
segni della
lavorazione
antica del
materiale.
Sample of filling
on travertine
showing the
marks of ancient
processing.

Dal 1994 al 2003 i templi sono stati oggetto di una vasta campagna di restauri conservativi, finanziati con fondi FIO sotto la direzione della Soprintendenza BAAAS di Salerno, con la direzione scientifica della Soprintendenza Archeologica di Salerno e con la consulenza scientifica dell'ICR. Le imprese esecutrici degli interventi sono state il *Consorzio L'Officina* di Roma per i templi di Cerere e Basilica e il *Consorzio Nuova Conservazione* di Roma per il Tempio di Nettuno.

Questo restauro, durato circa 15 anni, si presenta oggi come un restauro esemplare per il costruito archeologico.

Il restauro è stato supportato da studi e ricerche che hanno visto insieme ai tecnici della Soprintendenza archeologica e dell'ICR un ampio apporto di professionalità di tipo specialistico (ingegneri, restauratori, chimici, petrografi, fisici, biologi) chiamate a collaborare all'interno di un gruppo interdisciplinare per contribuire con le proprie specifiche conoscenze.

La prassi operativa applicata nel corso di questi restauri è consistita essenzialmente in un accurato e ripetuto trattamento biocida; la quasi totalità delle superfici dei templi presentava, infatti, gravi problemi di biodeterioramento.

Insieme ai temi legati al degrado biologico è stato necessario affrontare le problematiche relative alla conservazione dei diversi materiali tra cui ha assunto particolare rilievo l'individuazione dei criteri da adottare per la chiusura delle diffuse mancanze presenti su tutte le superfici. Superfici molto disomogenee, dovute alla struttura stessa del travertino, al naturale degrado della pietra e alle numerose modifiche apportate dall'uomo, che avevano raggiunto una configurazione geometrica ormai ben lontana dalla volumetria originale che trovava tuttavia nell'immagine mutevole proposta dal degrado del materiale una stretta e armonica consonanza.

Con la consapevolezza che la decisione presa di intervenire per rallentare il degrado dei materiali del tempio avrebbe portato necessariamente a modificare l'immagine delle superfici, si è trattato di individuare il limite che doveva essere posto per non stravolgerne il significato e questo tenendo conto anche del di-

surrounding it. And this was precisely because the removal of the biodeteriogens made it possible to regain the sense of the architectural configuration of the temples, overcoming the ruined impression created by the grey colour of the stone and the overgrown vegetation.

From 1994 to 2003, the temples underwent a major restoration campaign, financed by the FIO investment fund, directed by the Superintendence of the city of Salerno, with the scientific direction of the archaeological Superintendence of the city of Salerno and with consultancy from the Institute for Restoration. The contracting companies for the project were the *Consorzio L'Officina* di Roma for the temple of Ceres and the Basilica, and the *Consorzio Nuova Conservazione* of Rome for the temple of Neptune. This project, which lasted nearly fifteen years, stands out as an exemplary restoration of archaeological buildings.

The restoration was supported by studies and research work involving technicians from the Superintendence and the Istituto Centrale del Restauro, together with a wide range of specialised professionals (engineers, restorers, chemists, petrographers, physicists, biologists, etc.) invited to take part in an interdisciplinary group, each with their own specific competence.

Since almost the entire stone surface of the temples showed serious problems of bio-deterioration, the operational procedure used during the restoration consisted of carefully repeated biocide treatment.

Alongside the question of biological deterioration, it was important to deal with problems relating to the conservation of the different materials. In particular, it was necessary to define the criteria to be used for filling in the numerous gaps on the surfaces, which were very rough and uneven because of the structure of the travertine itself, natural deterioration of the stone and many human-caused alterations.

Knowing that any attempt to slow down the deterioration of the temple materials would inevitably alter the appearance of the stone surfaces, it was neces-



Tempio di Cerere.
Trabeazione in travertino colonizzata da licheni endolitici ed epilithici.
Ceres temple.
Travertine trabeation colonized by endolithic and epilithic lichens.



Tempio di Nettuno. Attività di manutenzione, con l'uso di un carrello elevatore di piccole dimensioni, per la rimozione della vegetazione.
Neptune temple.
Maintenance activities, using a small lift truck, to remove the plants.

sturbo visivo che la definizione formale del trattamento della lacuna può introdurre quando si opera all'interno di un'opera tridimensionale.

Da una contrapposizione tra esigenze conservative e mantenimento dei segni lasciati sui paramenti da eventi di cui si intendeva conservare memoria, si sono definiti i criteri di reintegrazione. Poche ma essenziali linee guida per l'esecuzione delle stuccature che richiamavano la necessità di: evitare di coprire le cavità con segni di lavorazione; mantenere il più possibile in profondità la chiusura di alveoli e di fratture, tenendo, invece, bene in vista i bordi della pietra; limitare l'applicazione di malte lungo i punti di attacco dei diversi blocchi per non falsare un dato significativo della tecnica costruttiva (anche le stuccature indispensabili per esigenze conservative dovevano, ad esempio, rispettare la separazione dei blocchi); studiare trattamenti di superficie delle stuccature per migliorarne l'integrazione con il contesto lapideo.

A dieci anni dall'ultimazione del restauro del Tempio di Cerere e a 5-6 anni da quello di Nettuno e Basilica, è stato possibile, in accordo con la Soprintendenza Archeologica di Salerno e con la collaborazione del CIBeC (Centro Interdipartimentale di Ingegneria per i Beni Culturali) dell'Università di Napoli "Federico II", avviare le attività necessarie per la messa a punto di un progetto generale di revisione del restauro e di programmazione della manutenzione dei templi. Tale studio si è basato su un'indagine comparativa delle alterazioni sui tre edifici, anche in funzione del diverso tempo trascorso dagli ultimi interventi conservativi. Il gruppo di lavoro, costituito per la fase di controllo ed elaborazione del piano, ha visto la presenza di tutti gli operatori e i tecnici che avevano partecipato alle fasi di restauro. Archeologi, biologi, architetti, restauratori si sono ritrovati per ripercorrere fasi ed esiti dei lavori effettuati tra il 1988 e il 2003.

Considerazioni conclusive

Sulla base delle varie osservazioni si è ipotizzata una scala di priorità dei trattamenti di manutenzione, la cui reale fattibilità è stata verificata con una serie di

sary to set a limit so as not to change the original significance, also taking into account the visual disturbance that the filling of *lacunae* may arise in a three-dimensional structure.

The criteria for reintegration were established by taking into account both conservation requirements and the need to preserve the marks left on the architectural elements by past events. The few essential guidelines for carrying out the mortar filling work can be summarised as follows: when filling gaps, avoid covering utensil marks; work as deeply as possible in the gaps when sealing cracks and lesions, ensuring that the edges of the stone remain clearly visible; limit the application of mortar along the points of contact between the blocks so as not to obscure important features of the construction technique (the separation of the stone blocks had to be respected even when the mortar was applied for essential conservation work); examine carefully the surface treatments of the mortar work in order to improve integration with the stone surroundings.

Ten years after the restoration of the temple of Ceres and five or six years after the temple of Neptune and the Basilica, the first steps were taken to start up an overall reassessment of the restoration work and maintenance plan of the temples, in agreement with the archaeological Superintendence of the city of Salerno and in collaboration with the CIBeC (Centro Interdipartimentale di Ingegneria per i Beni Culturali) and the University Federico II of Naples. The study is based on a comparative survey of the alterations on the three buildings, taking into account the time that has elapsed since the most recent conservation work.

The working group, set up for the checking phase and to draw up the plan, included all the operators and technicians who had taken part in the various phases of the restoration. Archaeologists, biologists, architects and restorers worked together to re-examine the results of the restoration carried out between 1988 and 2003.



Athenaion durante il restauro. Copertine sommitali realizzate con guaina elastomerica in fase di realizzazione. Athenaion during restoration. Top coverings made up of elastomeric sheet under realisation.



Tempio di Nettuno. Test di manutenzione delle copertine sommitali del tempio con l'uso di sistemi speditivi storici con l'intervento di rocciatori specializzati. Neptune temple. Maintenance test on the top coverings of the temple using expeditious traditional systems and employing specialists with climbing experience.

test di intervento: la risarcitura delle copertine, il trattamento dell'arenaria delle parti sommitali, il trattamento per accordare esteticamente le parti in cemento, la chiusura delle fughe sul pavimento, il trattamento delle parti metalliche. L'esecuzione di queste prove ha confermato la possibilità di utilizzare il carrello elevatore per eseguire le operazioni di manutenzione in quota e ha permesso di calibrare le metodologie operative da poter attuare in modo speditivo.

Le osservazioni e le informazioni ottenute nel corso dei controlli sono confluite in uno *schema di manutenzione*, che individua gli interventi manutentivi necessari per ciascun elemento architettonico dei templi e ne definisce una possibile tempistica in rapporto all'entità delle alterazioni riscontrate.

È necessario tenere in considerazione che i tempi individuati sono stati definiti sulla base di ricognizioni successive a un restauro completo dell'opera dove le operazioni erano state condotte in modo esteso, grazie alla presenza di un ponteggio. È verosimile comunque che in futuro, sulle superfici oggetto di speditive operazioni di manutenzione, si verifichi una progressione più rapida delle forme di degrado rispetto a quella riscontrata nel corso di questo studio. Inoltre, la tempistica indicata nello schema per contenere l'alterazione di tipo biologico si è basata sia su una valutazione del danno – che è funzione del biodeteriogeno e della sua velocità di crescita e diffusione – sia sulla sua localizzazione. I tempi individuati fanno riferimento ai risultati ottenuti con i formulati chimici utilizzati negli ultimi restauri, ma nella programmazione dei successivi interventi bisognerà verificare la loro disponibilità su un mercato che è in continua evoluzione. Ad esempio, il Metatin N58-10/101 – miscela di un sale di ammonio quaternario con sostanze organostanniche – che sui templi pestani aveva fornito ottimi risultati, negli ultimi anni è stato tolto dal commercio in Italia; analoga situazione si era verificata precedentemente per l'Arsenal, erbicida che si è potuto utilizzare solo nella prima fase del restauro del Tempio di Cerere. Le future scelte dovranno pertanto considerare l'efficacia dei biocidi a basse concentrazioni e i requisiti di non interferenza con il materiale

Conclusions

Based on the various observations, a scale of priorities for maintenance treatments was drawn up whose feasibility was verified through a series of test cases: repairing the coverings, protecting the sandstone, treating the concrete areas to harmonise the aesthetics, sealing the leaks between the paving stones, treating the metal parts. These test activities also confirmed the possibility of using an elevator truck to work high up on the columns and the roofing, helping to establish the effective timing of the maintenance schedule.

The observations and the information obtained during the control and checking phase were gathered into a *maintenance schedule* listing the operations required for each type of architectural element and setting out a possible timescale according to the entity of the effective alterations.

It is important to bear in mind that the timescales were defined on the basis of investigations following the complete restoration of the artwork, where conservation operations were carried out on a larger scale thanks to the presence of scaffolding. It is therefore possible that in the future the surfaces treated with smaller scale maintenance may undergo more rapid forms of deterioration compared to what was observed during this study. In addition, the timescale shown in the schedule to contain biological-type alteration is based not only on an evaluation of the damage – a function of the biodeteriogen and its speed of growth and diffusion – but also on its localisation. The timescales also refer to the results obtained with chemical substances used during recent operations, while future restoration and maintenance plans will need to check their availability in a constantly evolving market. For example, Metatin N58-10/101 – a quaternary ammonium salt mixed with organostannic substances – which had produced excellent results on the Paestum temples, is no longer available in Italy; a similar situation arose previously with Arsenal, a herbicide which was only used during the first phase of the restoration of the temple of Ceres.

Future decisions should consider the effectiveness of low concentration biocides



Tempio c.d. Cerere (Athenaion). Realizzazione dell'intervento di manutenzione con ponteggio e braccio mobile: mezzi a confronto. So called Ceres temple (Athenaion). Maintenance intervention using scaffolding and lift truck: means compared.



Tempio di Nettuno dopo il restauro. Neptune temple after restoration.

costitutivo dell'opera oltreché tener conto di valutazioni ecotossicologiche in continua definizione.

A conclusione di tale progetto, alcune questioni restano ancora oggetto di approfondimenti e riflessioni. A titolo esemplificativo si elencano gli interrogativi e le problematiche argomento di discussione:

- esiste un rapporto tra estensione e/o conformazione della copertina e il tempo in cui insorge il danno: dopo 7 anni ci sono molte più fessure e sollevamenti sugli spioventi del Tempio di Nettuno che sulla sommità dell'abaco dei capitelli o sulla cornice del Tempio di Cerere e di Basilica (verifica del prodotto usato e modifiche composizione);
- occorre definire un parametro che quantifichi la gravità della diffusione delle diverse forme di biodeterioramento;
- occorre definire come varierà nel tempo la colorazione del tempio per effetto della diffusione di patine biologiche e quale è il limite di accettabilità della variazione stessa;
- occorre stabilire criteri e modalità per gli interventi manutentivi (nuova applicazione di biocidi e di protettivi per l'arenaria, risarcitura delle copertine ecc.) con sistemi speditivi che non richiedano l'installazione di ponteggi (per il Tempio di Nettuno si sono messi sperimentalmente in opera sistemi storici con intervento di rocciatori specializzati).

Bibliografia

Per la metodologia e i materiali utilizzati nell'intervento vedi: P. COGHI, F. FERRUCCI, *La conservazione: metodologie e tecniche di intervento*, in *Il restauro dei templi di Poseidonia: un intervento di conservazione e valorizzazione*, Paestum (Museo Archeologico Nazionale) 27 giugno 2004-30 gennaio 2005, pp. 33-44; F. DI COSIMO, F. FERRUCCI, M. MILAZZI, *Il trattamento delle lacune relativamente ai materiali costitutivi dell'Athenaion di Paestum*, in *Lacune in architettura: aspetti teorici ed operativi*, Atti del Convegno di Studi di Bressanone, 1-4 luglio 1997, Padova (Edizioni Arcadia Ricerche) 1997, pp. 467-476; cfr. anche AA.VV., *L'Athenaion di Paestum tra studio e restauro: mostra documentaria*, 18 dicembre 1993, a cura di M. CIPRIANI e G. AVAGLIANO.

Per gli aspetti biologici vedi: A. Altieri, R. Piervittori, A.M. Pietrini, S. Ricci, A. Roccardi, *The temples of the archaeological area of Paestum (Italy): a case study on bio-deterioration*, in *Proceedings of 9th International Congress on Deterioration and Conservation of Stone*, Venice 19-24 June 2000, pp. 433-443.



L'Ysa
l'Equilibrio

LE TOMBE

Le tombeau de la famille de la...
Le tombeau de la famille de la...
Le tombeau de la famille de la...

TOMBS

The tombs of the...
The tombs of the...
The tombs of the...





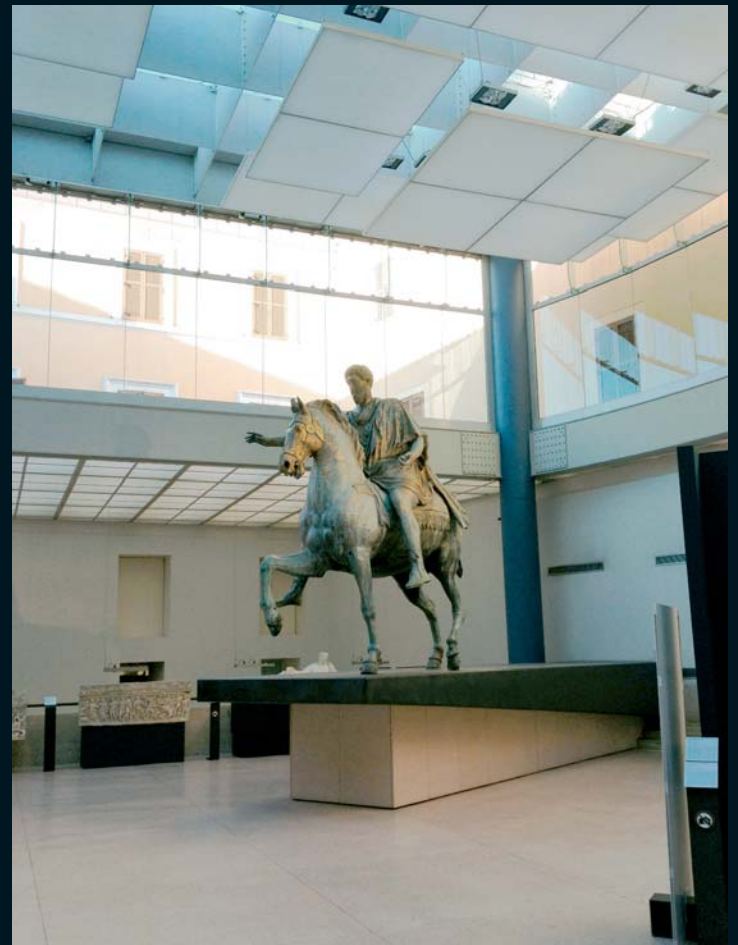
La conservazione e il restauro
dei manufatti mobili in rapporto
all'ambiente Museo

*Conservation and restoration
of artefacts in Museum environment*

La conservazione preventiva

Preventive Conservation

Elisabetta Giani, Annamaria Giovagnoli, Maria Pia Nugari



La *conservazione preventiva* è un termine generico che include un gran numero di concetti e azioni sulla prevenzione dei rischi del patrimonio culturale. Già negli anni Settanta Giovanni Urbani, allora direttore dell'Istituto Centrale per il Restauro (ICR), rifacendosi all'idea di *restauro preventivo* enucleata dal fondatore dell'ICR Cesare Brandi nel suo testo *Teoria del restauro* del 1963, sviluppa e articola il concetto di *conservazione programmata*, promuovendo una serie di ricerche finalizzate alla realizzazione di un sistema innovativo di tutela del patrimonio culturale, fondato sull'analisi dei rischi, naturali e antropici, ai quali le opere d'arte sono costantemente esposte. Successivamente, negli anni Novanta, venne affrontato dal Ministero per i Beni e le Attività Culturali (MIBAC) il tema della cura e della gestione delle collezioni museali. Fu a tal fine istituita una commissione tecnico-scientifica composta da funzionari del MIBAC, dell'Università e di altre istituzioni nazionali e internazionali con l'obiettivo di redigere un documento sotto forma di linee guida, nel quale venissero affrontati tutti gli aspetti della gestione delle collezioni, da quelli amministrativi e della sicurezza, a quelli delle acquisizioni, fino a quello assai complesso e articolato della conservazione e del restauro. Questa sezione, sviluppata in vari paragrafi dove ciascuno affronta una diversa problematica, costituisce una parte fondamentale del documento *Atto di indirizzo sui criteri tecnico-scientifici e sugli standard di funzionamento e sviluppo dei musei* pubblicato nella Gazzetta Ufficiale del 19 ottobre 2001. In questo breve testo si è cercato di illustrare sinteticamente alcuni temi principali per dare una panoramica di tutte le complesse, e spesso poco visibili, problematiche da affrontare e azioni da intraprendere per la conservazione e la protezione di una collezione museale. Per fare ciò si è seguito la struttura della *Scheda Ambientale*, un protocollo per il rilevamento di dati ambientali, messo a punto negli ultimi anni dall'Istituto Superiore per la Conservazione ed il Restauro (ISCR), dove i diversi temi sono analizzati e sviluppati in modo tale da guidare gli operatori dei musei nelle procedure di controllo ed elaborazione dei dati raccolti.

Preventive conservation is the current term that includes a large number of concepts and actions concerning risk prevention in the cultural heritage field.

However, in the 1970's Giovanni Urbani, then director of the Istituto Centrale del Restauro (ICR), took inspiration from the ideas of *preventive restoration* first put forward by the founder of the ICR, Cesare Brandi, in the text *Teoria del restauro* (1963). Based on this work, Urbani developed the concept of *planned conservation* and promoted a series of studies with the goal of realising an innovative system of cultural heritage protection, based on analysing the risks (both natural and anthropic) which works of art are exposed to.

In the 1990s, the Ministry of Cultural Heritage and Activities examined the subject of managing and supervising museum collections. A specific scientific commission with participants from the Ministry itself, from universities and national and international institutions was set up with the aim of preparing a set of guidelines. All the subjects of museum management, such as administration and safety aspects, conservation and restoration of objects, were examined in depth.

The complex subject of conservation and restoration of collections is one of the main chapters of the book *Atto di indirizzo sui criteri tecnico-scientifici e sugli standard di funzionamento e sviluppo dei musei*, issued in Gazzetta Ufficiale on 19th October 2001.

This paper sets out to examine some of the major themes, especially focusing on museums, in order to provide an overview of the problems, often barely visible, which must be resolved and actions to be taken to preserve objects forming the collections.

To do this, the *Environmental Data Sheet*, a protocol to collect chemical, physical and biological data, has recently been developed by the Istituto Superiore per la Conservazione ed il Restauro (ISCR) in order to guide museum operators in monitoring and analysing the collected data.



Fig. 1
Orvieto. Reliquario di Ugolino da Vieri.
Smalti translucidi su formelle d'argento
che presentano cadute di colore,
probabilmente causate da stress termici e
disomogeneità dei materiali.
Orvieto. Reliquary by Ugolino di Vieri.
Transparent enamels on silver plaques
showing enamel losses, probably caused
by thermal stress and material
discontinuities.

Le condizioni ambientali

Le condizioni ambientali hanno un forte impatto nella vita degli oggetti, e le opere d'arte sono innanzi tutto degli oggetti che possono essere parte di una collezione esposta in un museo, ma anche manufatti che si trovano in un'area archeologica, in aperta campagna. Per questa ragione, la protezione del patrimonio culturale può avere livelli differenti di difficoltà, infatti il controllo ambientale è meno complesso per ambienti interni che per i manufatti esposti all'aperto.

I principali parametri ambientali da studiare sono la temperatura, l'umidità relativa, i livelli di illuminazione e gli inquinanti chimici e biologici.

Materiali diversi reagiscono alla temperatura in maniera diversa, pertanto ogni deposito o area espositiva dovrebbe tenere in considerazione la temperatura ottimale di conservazione degli oggetti. Ad esempio, gli smalti su metallo sono molto vulnerabili al calore da un punto di vista meccanico per la diversa dilatazione dei materiali costitutivi (Fig. 1). Molti materiali organici sono invece a rischio maggiore di biodeterioramento se la temperatura cresce oltre i 24°C, in condizioni di valori di umidità relativa alta, intorno al 60%.

Infatti, oltre alla temperatura, anche l'umidità relativa ha un forte impatto su quasi tutti i materiali che costituiscono il patrimonio culturale, rivestendo un'importanza particolare per i materiali organici. I funghi si sviluppano con maggiore probabilità in condizioni di umidità elevata, danneggiando collezioni di dipinti su tavola, su tela, su carta, etc., mentre per i metalli cresce la probabilità di corrosione con l'aumento dell'umidità dell'aria. Per contro, valori troppo bassi di umidità possono causare rotture o deformazioni e molti materiali organici si infragiliscono se l'umidità relativa si abbassa sotto il 40%. In generale, anche le variazioni di umidità dovrebbero essere evitate, specialmente per i materiali come il legno, la carta, il cuoio, che sono molto reattivi, ma ancor più quando questi materiali sono accoppiati o montati su materiali inorganici, ad esempio su metallo. In questi casi, infatti, il metallo



Fig. 2a
Roma. Le collezioni dei Musei
Capitolini sono ospitate nel
palazzo cinquecentesco noto
come *Palazzo dei Conservatori*.
Rome. The collections of the Musei
Capitolini are housed in the 16th
century palace, named *Palazzo dei
Conservatori*.

Environmental conditions

Environmental conditions have a great impact on the life of objects and artworks are objects that may form part of a collection, or be displayed in museums, but they can also be part of an archaeological area outdoor exposed. For this reason, cultural heritage protection can have different levels of difficulty, as environmental conditions are controllable in most indoor situations, becoming much more difficult for outdoor items.

The main environmental parameters to be controlled are temperature (T), relative humidity (RH), light levels and chemical and biological contaminants. Different materials react to temperature in different ways, and therefore any storage or display location must take into account the temperature at which items can be best preserved. For example the enamel on metal is extremely vulnerable to direct heat on a mechanical level because of different dilatations of the constituent materials, while many organic materials are at greater risk of bio-deterioration if the temperature becomes too warm, exceeding 24°C, in conditions of high relative humidity, i.e. more than 60% (Fig. 1).

Together with temperature, as mentioned above, relative humidity has strong effects on nearly all cultural heritage materials, with a focus on organic materials. Mold growth is far more likely as humidity increases; it attacks and weakens items such as wood panels, canvas, paper, etc, while for metals the risk of corrosion increases with the level of relative humidity.

On the other hand, if the atmosphere is not humid enough, objects can crack or warp, and many organic materials become brittle below 40% RH.

Generally speaking, fluctuations in relative humidity should be always prevented, especially for materials such as wood, ivory, leather, highly responsive to humidity changes, but these fluctuations become particularly harmful if these materials are bonded to inorganic ones, such as a metal. In these cases, in fact, the metal acts as a restraint, hindering the organic materials'



Fig. 2b
Una sala climatizzata dei Musei Capitolini, realizzata per proteggere l'originale della statua equestre del Marco Aurelio da agenti inquinanti e condizioni climatiche non idonee. A museum hall with HVAC system to protect the original equestrian statue of Marcus Aurelius from pollutants and climate hazards.

impedisce al materiale organico di espandersi e dilatarsi come necessario. Per questo, molti manufatti realizzati con materiali compositi, costituiti da una combinazione di materiali organici e inorganici, esposti in museo o conservati in deposito, dovrebbero essere mantenuti in condizioni microclimatiche controllate. Un primo ostacolo alla realizzazione di impianti che mantengano un microclima controllato, specialmente in Italia, è costituito dal fatto che spesso le collezioni sono ospitate in edifici storici, dove l'installazione di sistemi per il trattamento dell'aria risulta particolarmente complicato ed oneroso dal momento che l'edificio stesso costituisce un bene culturale (Figg. 2a, b).

Un altro fattore di massima importanza nella conservazione delle collezioni è la luce. La luce visibile non può essere eliminata perché è necessaria per vedere gli oggetti ma, purtroppo, questo significa che gli effetti dannosi che la luce può causare non possono essere totalmente eliminati.

Gli effetti della luce visibile furono studiati già a partire dal XVIII secolo da artisti e produttori di colori, ma è solo a partire dalla metà del XX secolo che i danni chimico-fisici causati dai diversi tipi di illuminazione sono stati approfonditi e, sempre dopo la metà del XX secolo, l'effetto cumulativo della luce, in relazione alla conservazione di manufatti artistici, è stato compreso più a fondo. Studi interdisciplinari iniziarono a far emergere gli effetti di lungo termine e permisero di individuare diversi livelli di illuminazione, secondo le diverse necessità: visione standard, per anziani, per studio o per effettuare trattamenti, osservazione di dettagli con basso contrasto, tutti hanno necessità di illuminazione differente. Il compromesso tra proteggere gli oggetti e renderli pienamente visibili significa accettare un certo livello di rischio. Ma anche con questa flessibilità, l'interazione degli oggetti con la luce dovrebbe essere limitata al momento in cui un oggetto è esposto o studiato e il livello di luce dovrebbe essere sempre scelto attentamente. L'intensità di luce visibile normalmente raccomandata per materiali sensibili come tessuti, collezioni botaniche e zoologiche, pitture e tempere, lacche, acquarelli e materiali



Fig. 3
Vetrina contenente manufatti in tessuto, illuminata da radiazione solare diretta. Questa situazione è a massimo rischio di degrado da UV. Showcase with textiles. Sunlight is extremely destructive for these materials which are at very high risk of UV decay.

ability to expand and contract as needed. Thus, several objects composed of highly responsive materials or a combination of organic and inorganic materials, displayed in museums or stored in depots, should ideally be conserved under controlled atmospheric conditions. This can be a very difficult matter in Italy, since collections are often housed in historical buildings where there are problems with installing heating, ventilation and air conditioning systems (HVAC) to control the microclimate (Figs. 2a, b).

Light is another key factor in the conservation of collections. Visual light is required to view a collection but, unfortunately, this means that the works suffer from the harmful effects which visual light causes. The effects of visual light began to be studied by artists and colour manufacturers as early as the 18th century, but it was not until the mid-20th century that the chemical and physical damage caused by different lighting situations was analysed in depth. In recent decades the cumulative nature of light degradation has become better understood by conservation specialists. Comprehensive studies began to emphasise long-term effects and allowed to identify different light levels depending on the specific situation: standard viewing, viewing by elderly people, complex study or treatment, and observation of low contrast details, all may have different requirements. Practical compromise between protection of cultural heritage and allowing the artefacts to fulfil their visual purpose, means there is an allowance of some physical risk. Even with this flexibility, light interaction should be limited to moments when an object is on view or undergoing study, and the level of lighting should be chosen carefully.

The traditional recommended light levels for sensitive materials, including textiles, botanical and zoological specimens, pigmented objects, works on paper, and generally organic materials, is no more than 50 lux. Moderately sensitive materials, such as oils and acrylics on panels and composite inorganic objects, should be exposed to light levels of not more than 150 lux. The traditional



Fig. 4a
Statue esposte in un museo; alterazione della pietra causata da inquinanti chimici aerodispersi e da condizioni microclimatiche non idonee.
Statues displayed in a museum; stone decay caused by airborne chemical pollutants and critical microclimate.

organici in generale è di 50 lux, mentre materiali moderatamente sensibili come dipinti a olio, acrilici, materiali inorganici dovrebbero essere esposti con un livello luminoso non superiore a 150 lux. Per i materiali poco sensibili alla luce come lapidei, ceramiche, vetri e metalli, il livello consigliato non dovrebbe superare i 300 lux. Siccome gli effetti della luce sono cumulativi, ogni limitazione nell'esposizione, sia in durata che in intensità, previene il degrado del materiale e dunque un lungo periodo di esposizione dovrebbe essere bilanciato da un periodo di non esposizione o di esposizione con bassa illuminazione.

La componente UV della luce ha una maggiore energia della luce visibile, ma non contribuisce a una visione più dettagliata degli oggetti e, idealmente, dovrebbe essere completamente eliminata. La luce solare causa il massimo rischio di deterioramento da UV, ma anche alcuni tipi di luce artificiale possono emettere radiazioni UV assai dannose agli oggetti e per questo, negli ultimi anni, molte lampade e sistemi illuminanti hanno dei filtri per proteggere i materiali particolarmente vulnerabili (carta, tessuti, etc.) dai possibili danni quali l'ingiallimento, lo scolorimento e l'ingrassimento del materiale che la radiazione UV può causare (Fig. 3).

In passato, specialmente nelle collezioni private, erano utilizzati pesanti drappi, una precauzione semplice da applicare sui manufatti da mettere e togliere al momento appropriato, in presenza o assenza di persone o di ospiti. Oggi esistono molti sistemi di filtraggio degli UV, dalle pellicole acriliche da applicare sui vetri delle finestre alle pitture per le pareti e, tuttavia, anche questi materiali si degradano e devono essere periodicamente sostituiti.

Gli inquinanti aerodispersi possono essere un'ulteriore minaccia per le collezioni e per questo è necessario che gli oggetti che pervengono in una collezione siano attentamente studiati e documentati per prevenire contaminazioni accidentali e per creare condizioni di esposizione o deposito che inibiscano futuri sviluppi di contaminazione.



Fig. 4b
Particolare del degrado della pietra.
Detail of stone decay.

levels recommended for the least light-sensitive materials, such as stone, ceramics, metals, and glass, are not more than 300 lux.

Because lighting effects are cumulative, any limit in exposure – whether in time or in intensity – prevents material degradation. A period of intense or lengthy light exposure should be balanced with periods of no or low exposure.

The UV light component has a higher energy level than visible light, it does not contribute to the accurate viewing of collections and should be, ideally, completely eliminated. Direct sunlight holds the most potential risk for UV damage, but certain types of artificial light bulbs may also produce these harmful rays (Fig. 3). For this reason, several lamps and lighting systems have been developed in recent years with filters to protect materials that may be weakened by UV in a number of ways, ranging from yellowing to disintegration. Organic materials, especially textiles and paper, are particularly vulnerable to UV-caused decay. In the past, especially in private houses or collections, heavy drapes were employed, and a simple solution was to open and close them at appropriate times, based on the presence of guests and other people. Now, many filtration devices rely on materials that absorb the UV, such as acrylic films or painted wash walls that have been developed, but the substances themselves decay and must be periodically replaced.

Airborne pollutants in a collection can be a further threat, and for this it is necessary to ensure that all objects brought into a collection, are carefully examined and documented to prevent accidental contamination and to create display and storage conditions to reduce the potential for future contamination development.

Collections affected by contaminants will show signs of disintegration, discoloration, or corrosion, with porous materials being the most susceptible. Sulphur dioxide (SO₂), nitrogen dioxide (NO₂), and ozone (O₃) are among the most common types of gaseous pollutants and they can be harmful also in the catalysis of further chemical reactions (Figs. 4a, b).



Fig. 5a
Mantova.
Impianti per il trattamento dell'aria su una terrazza del Palazzo Ducale per il controllo della qualità dell'aria nella Camera Picta. Mantua. HVAC plant installed on a terrace for air quality control in the Camera Picta.



Fig. 5b
Mantova.
Palazzo Ducale
installazione del sistema di trattamento dell'aria nella Camera Picta di Mantegna. Mantua, Palazzo Ducale.
Installation of HVAC plant in the Camera Picta by Mantegna.

I manufatti a maggior rischio sono quelli costituiti da materiali porosi il cui degrado si può manifestare sotto forma di polverizzazione, scolorimento, corrosione, etc. Il biossido di zolfo (SO_2), l'ossido di azoto (NO_2), l'ozono (O_3) sono solo alcuni degli inquinanti gassosi più comuni che possono, inoltre, favorire la catalizzazione di altre reazioni chimiche (Figg. 4a, b).

Oltre agli inquinanti sopra elencati, molti materiali possono diventare, essi stessi, sorgenti di emissioni gassose dannose; i più comuni sono i materiali da costruzione per gli allestimenti, da imballaggio per le mostre, il legno stesso, nonché i prodotti utilizzati per le pulizie del museo, e per questa ragione è molto importante usare sempre materiali e prodotti testati a zero emissione. Il particolato chimico, le spore, i pollini, le fibre possono danneggiare gli oggetti, ma l'effetto di questi inquinanti può essere minimizzato grazie a un'attenta collocazione dei manufatti all'interno del percorso museale, in aree non comunicanti con l'esterno e a un corretto isolamento degli ambienti mediante finestre a tenuta e doppie porte, o per mezzo di sistemi di trattamento dell'aria. Purtroppo, come sopra accennato, questi sistemi necessitano di ampi spazi, di consistenti investimenti e di fondi regolarmente disponibili per le manutenzioni (Figg. 5a, b).

Un altro aspetto critico nella cura delle collezioni è il controllo dei biodeteriogeni. Biodeteriogeno è il termine che indica diverse categorie di viventi: insetti, microrganismi, roditori, uccelli, pipistrelli, tutti possono essere considerati una minaccia per il patrimonio culturale poiché lo possono danneggiare in modi diversi: nutrendosi dei materiali costitutivi, producendo sostanze che possono macchiare o sporcare gli oggetti, indebolendo le strutture, etc.

I danni più frequenti alle collezioni sono legati all'attività di microrganismi (batteri e funghi) e di insetti. L'approccio per prevenire le infezioni microbiche e le infestazioni da insetti è cambiato recentemente nella metodologia impiegata; in passato venivano effettuate prevalentemente fumigazioni e

In addition to the pollutants mentioned above, many materials contain intrinsic elements that may begin to break down over time causing a damaging condition known as *off-gassing*. The storage materials, the construction materials and museum housekeeping products may also be a source of gaseous pollutants. For this reason, it is very important to use tested materials and products, with off-gassing certificate.

Chemical particulates, spores, pollen, dust, fibres, etc. may cause soiling or blemishing of objects. These pollutants can be minimised by careful placement of objects in the museum setting, away from areas in communication with the outdoor environment, by using air-tight windows or double sliding doors, otherwise with high quality HVAC systems but, unfortunately, HVAC needs large spaces and high investments (Figs. 5a, b).

Another critical aspect in the care of collections is biodeteriogen control. Biodeteriogen is a general term which includes several categories of micro-organisms; in addition, insects, rodents, birds, bats must be considered a threat as well. Both factors can be a serious threat to cultural heritage as they can cause damage in several ways, through actively feeding on or consuming objects, staining or dirtying them, weakening the structures, etc. The most frequent damage in museum collections is caused by micro-organisms (bacteria and fungi) and insects.

The approach to prevent microbe infections and pest infestation has recently changed in the methodology employed; in the past, mainly fumigants and pesticides were applied, now more passive and less toxic means of pest management are favoured, using indirect methods and reducing the use of toxic products. These techniques, known as *integrated pest management* (IPM), are based on the fact that different materials are sensitive to different biodeteriogens, and that the microclimate selects the diffusion of different biological groups.

Generally speaking, in museum environmental management, the simplest way to prevent pests from entering areas of concern is to keep the space

trattamenti con pesticidi, ora nel controllo dei biodeteriogeni vengono preferiti metodi indiretti riducendo al minimo gli interventi con sostanze tossiche. Queste tecniche che vanno sotto il nome di *gestione integrata del biodeterioramento*, sono basate sulla conoscenza che materiali differenti sono soggetti ad attacchi di biodeteriogeni differenti e che le condizioni ambientali selezionano la diffusione dei diversi gruppi biologici.

In generale, nella gestione ambientale del museo, la maniera più semplice di prevenire le infestazioni e le infezioni delle aree di interesse, è quella di mantenere gli spazi ben organizzati e igienicamente controllati e inoltre aperture con l'esterno, danni nell'edificio e funzionamento degli impianti dovrebbero essere sempre verificati e monitorati attentamente. Si devono effettuare ispezioni visive regolari degli oggetti e degli ambienti, e i segni di infestazione o di infezione devono essere ben documentati per poter seguire i cambiamenti e valutare l'efficacia dei sistemi di prevenzione adottati. Tutti gli oggetti che vengono fatti entrare in una collezione dovrebbero essere messi in *quarantena*, tenuti cioè sotto osservazione e, se necessario, sottoposti a trattamenti di disinfezione o disinfestazione per essere certi che nessun agente di degrado biologico che ha viaggiato con loro possa contaminare gli altri oggetti. Inoltre, deve essere attuato un monitoraggio attento delle condizioni ambientali dell'edificio, così come sottolineato precedentemente, poiché lo sviluppo di biodeteriogeni, specialmente microrganismi, è strettamente dipendente dalle condizioni microclimatiche (Fig. 6).

Ogni qualvolta un oggetto viene movimentato possono capitare degli incidenti; alcune attività di *routine*, come la catalogazione e la manutenzione richiedono necessariamente una manipolazione degli oggetti; è importante, dunque, per prevenire questi eventi accidentali, che tutti coloro che lavorano sulle collezioni, seguano dei protocolli specifici.

In aggiunta alle movimentazioni all'interno del museo, soprattutto negli anni recenti, le mostre temporanee sono divenute sempre più frequenti e questo ha aumentato i rischi connessi al trasporto delle opere. D'altro canto, come detto, sono state sviluppate tecniche e materiali più idonei per una maggiore sicurezza degli oggetti durante il trasporto. Un *container* ideale per il trasporto, non solo garantisce un *guscio* che protegge l'oggetto da *shock*, vibrazioni ed errori nella movimentazione, ma è anche in grado di isolarlo da fluttuazioni microclimatiche e da inquinanti chimici e biologici.

Sistemi d'imballaggio, materiali di protezione e ammortizzanti, tipologia delle casse, mezzi di trasporto e sistemi di monitoraggio, sono tutti aspetti dai quali dipende il trasferimento sicuro delle opere (Figg. 7, 8).

Conclusioni

L'espressione *conservazione preventiva* ha dunque due significati: il primo esprime il controllo dell'ambiente per migliorare la conservazione degli oggetti, il secondo l'individuazione di sistemi, procedure e trattamenti per evi-



Fig. 6
Pastello su pergamena. Macchie dovute a sviluppo di funghi causati da condizioni microclimatiche non idonee.
Pastel on parchment. Mold stains due to an incorrect microclimate environment.

uncluttered and sanitary. Additionally, openings and damage to the building's structure should always be repaired; moreover the efficiency of all technical plant and equipment should be carefully controlled. Furthermore, regular inspections of objects and spaces for signs of infestation or infection should take place, and these should be well-documented to track any changes in problem areas and the effectiveness of the system in place. All objects brought into the collection should be put *in quarantine* until it can be confirmed that no pests have travelled with the object. Careful monitoring of environmental conditions within the building, such as those outlined above, should also be implemented, as the growth of biodeteriogens, especially micro-organisms, strictly depends on microclimate (Fig. 6).

Human interaction with objects can also be harmful and damage may also occur every time an object is handled; some *routine* activities such as cataloguing and housekeeping will often require work with collection objects.

In addition to routine activities, in recent years, temporary exhibitions are more and more frequent and this has increased the risks connected with transportation. On the other hand, proper packing techniques and materials have been developed to ensure the safety of objects during transit. An ideal shipping container not only provides a shell of protection from shock, vibrations, and mishandling, it also helps insulate the interior climate from fluctuating atmospheric conditions and defend against pests. Packing mounts, protective wrapping and cushioning, packing materials, crate size and layers, and means of transport are all variables to be taken into account to achieve a safe shipment (Figs. 7, 8).

Conclusions

The term *preventive conservation*, therefore, has two aspects: firstly, the control of the environment to minimise the decay of objects, secondly the identification of methodologies, procedures and treatments to arrest or to slow



Fig. 7
Dipinti in
viaggio da
Venezia a Roma
per una mostra
temporanea.
Paintings
travelling from
Venice to Rome
for a temporary
exhibition.



Fig. 8
Dipinti in
viaggio da
Venezia a Roma
per una mostra
temporanea.
Paintings
travelling from
Venice to Rome
for a temporary
exhibition.

tarne o rallentarne il danno, nonché per stabilizzarli rispetto a ulteriori processi di degrado. Infatti, molte delle cause di danno sopra illustrate sono controllabili e altre, almeno prevedibili; la protezione degli oggetti e delle collezioni può dunque essere migliorata conducendo campagne di monitoraggio e usando protocolli specifici che aiutino sia a organizzare ed elaborare i dati, sia ad individuare gli interventi più idonei. Lavorare nella conservazione preventiva significa proprio sviluppare ricerche e implementare procedure che aumentano la sicurezza del patrimonio culturale.

down the decay and stabilise objects against further deterioration. Indeed many of the damaging events mentioned above are controllable, and others are at least predictable; preservation of objects and collections can be improved by carrying out monitoring campaigns and using specific protocols which help to organise and process data and information to find the most suitable measures to be taken. Preventive conservation means working to develop research and implementation of procedures which improve the safety of cultural heritage items.

Bibliografia

- G. DE GUICHEN, *Climate in museums*, Roma 1980.
- G. THOMSON, *The Museum Environment*, London 1986.
- D. CAMUFFO, *Microclimate for Cultural Heritage*, Amsterdam 1998.
- M. CASSAR, *Environmental management. Guidelines for museums and galleries*, London 1995.
- AA.VV., *Atto di indirizzo sui criteri tecnico-scientifici e sugli standard di funzionamento e sviluppo dei musei*, D.M. 10 maggio 2001, G.U. il 19 ottobre 2001, n. 244, S.O.
- J. TETREAU, *Airborne pollutants in museums, galleries and achieves: risk assessment, control strategies and preservation management*, Ottawa 2003.
- G. ACCARDO, C. CACACE, E. GIANI, A. GIOVAGNOLI, M.P. NUGARI *Museum collections: data sheets for improved management*, in J.H. Townsend, K. EREMIN, A. ADRIANENS (eds.), *Conservation Science*, 39-43, Edinburgh (Scotland) 2002.
- C. CACACE, E. GIANI, A. GIOVAGNOLI, L. GORDINI, M.P. NUGARI, *The WEB Environmental Data Sheet for museums and temporary exhibitions*, Interim Meeting ICOM-CC, Rome 23-25 March 2010.

**Conservazione e restauro dei metalli:
il monumento equestre del Marco Aurelio**

Conservation and restoration of metals:
the equestrian statue of Marcus Aurelius

Maurizio Marabelli, Mario Micheli



Lo sviluppo metodologico tra Ottocento e Novecento

I metodi e le tecniche di restauro applicati ai metalli hanno subito radicali cambiamenti negli ultimi quarant'anni e l'Istituto Centrale del Restauro (ICR) ha avuto un ruolo centrale all'interno di questo processo di sviluppo metodologico.

Nei primi decenni dell'Ottocento era stato osservato che la corrosione del bronzo subiva un rallentamento se i manufatti erano posti in contenitori assieme a sostanze disidratanti. Le ricerche si muovevano sulla strada giusta che ha poi condotto alla comprensione dei processi elettrochimici di corrosione. L'aver determinato il meccanismo del degrado e l'aver identificato nel cloruro rameoso l'agente principale responsabile della corrosione attiva, che spesso è presente tra strati diversi di prodotti più stabili, spinse molti ricercatori verso sistemi di rimozione radicale della patina con metodi chimici, elettrochimici ed elettrolitici che, a partire dalla fine del secolo, si diffondevano in Europa e venivano recepiti e praticati anche in Italia. I sistemi elettrolitici eliminavano completamente la patina *nobile* danneggiando l'aspetto dei manufatti. I conservatori iniziavano a porsi domande di natura estetica e nel dibattito che si sviluppò, in particolare nel mondo anglosassone, erano prese in considerazione diverse possibilità: conservare lo strato di ossido rameoso conseguente ai trattamenti di decapaggio, mettere a nudo il metallo vivo sottostante, oppure ripatinarlo artificialmente la superficie imitando le patine verdi di scavo. Già negli anni '50 l'ICR, al tempo della direzione di Cesare Brandi, interveniva sulle porte di bronzo di epoca bizantina di Troia, Trani, Montecassino e di Santa Sofia a Istanbul in Turchia. Negli anni '60 nei laboratori dell'Istituto venne compiuto un pionieristico intervento sul Poseidon di Ugento, importante scultura realizzata attorno al 530 a.C. Sempre nel corso di quegli anni venne compiuto il restauro dei bronzi medievali, il Grifo e il Leone di Perugia. Nel decennio successivo la metodologia venne ulteriormente perfezionata nel corso dell'intervento compiuto sull'Efebo

Methodological development in the 19th and 20th centuries

Restoration methods and techniques used for metals have undergone radical changes during the last forty years, and the Istituto Centrale del Restauro (ICR) played an important role in this process of methodological development.

In the early years of the 19th century, people noticed that the corrosion of bronze alloys slowed down if the objects were placed in showcases together with dehydrating substances. Research was moving in the right direction leading to the explanation of the electrochemical processes of corrosion. Having determined the deterioration mechanisms and having identified cuprous chloride as the main agent responsible for active corrosion of copper alloys (often present between the various layers of stable compounds) convinced many researchers to try out radical systems for removing patinas with chemical, electrochemical and electrolytic methods; these techniques spread throughout Europe since the end of the 19th century, and were accepted and practised in Italy too.

The electrolytic systems eliminated completely the original patinas, frequently looking *noble*, damaging the appearance of the artefacts. Conservators began to ask questions of an aesthetic nature, and the discussion that ensued (especially in English-speaking countries) considered various possibilities: conserve the layer of cuprous oxide appearing after the pickling treatment, or expose the bare underlying metal, or artificially recreate the surfaces imitating the green patinas visible at the time of excavation.

Previously in the 1950s, under Cesare Brandi, the ICR had restored Byzantine-era bronze doors from Troia, Trani, Montecassino (Italy) and Santa Sofia in Istanbul (Turkey). In the 1960s, the Institute's laboratories carried out pioneering work on the Poseidon of Ugento, an important piece of sculpture of around 530 BC.

During those years, two notable medieval bronzes were also restored – the Griffin and the Lion from Perugia. In the following ten years, the



Roma, S. Maria sopra Minerva, Cappella Carafa. Filippino Lippi, *Trionfo di S. Tommaso*, affresco. Particolare raffigurante la statua equestre del Marco Aurelio.

Roma, S. Maria sopra Minerva, Cappella Carafa. Filippino Lippi, *Trionfo di S. Tommaso*, wall painting. Detail with the equestrian group of Marcus Aurelius.



Il monumento di Marco Aurelio prima del 1981.
The monument of Marcus Aurelius before 1981.

di Selinunte. Questa scultura, rinvenuta accidentalmente in Sicilia nel 1882, venne restaurata nel 1928 e successivamente trafugata negli anni '60. Dopo il ritrovamento, avvenuto nel 1968, venne trasportata a Roma presso i laboratori dell'Istituto. Gli storici dell'arte in precedenza avevano osservato singolari sproporzioni anatomiche in quest'opera. Giovanni Urbani, allora direttore dell'Istituto e il geniale restauratore Alberto Di Maio ebbero l'idea di esplorare le cavità interne di questa scultura. Si trattava della prima endoscopia effettuata su un'opera d'arte e ciò permise di scoprire che la scultura, forse in conseguenza di una fusione imperfetta, era stata tagliata in corrispondenza del torace e della parte superiore delle gambe e poi considerevolmente allungata mediante l'aggiunta di fasce in bronzo di collegamento tra le due parti.

Nel 1967 H.B. Madsen scopriva un inibitore denominato Benzotriazolo. Iniziava così il capitolo della moderna scienza della conservazione del bronzo, con lo spostamento dell'attenzione verso metodi di pulitura meccanica selettiva, sistemi di inibizione della corrosione e verso l'impiego di sostanze protettive che isolassero l'oggetto dall'ambiente circostante.

Ancora negli anni '70 l'Istituto era impegnato nel restauro dei Cavalli di San Marco a Venezia e anche questo importante intervento costituì l'occasione per un significativo balzo metodologico: la messa a punto delle tecniche di intervento preceduta da una fase preliminare di diagnosi condotta con una gamma sempre più ampia di metodologie chimiche e fisiche, unite a rilievi topografici e correlata a un'accurata indagine storica e a specifici test con materiali e metodi diversi per la pulitura, per il consolidamento e la protezione finale delle superfici.

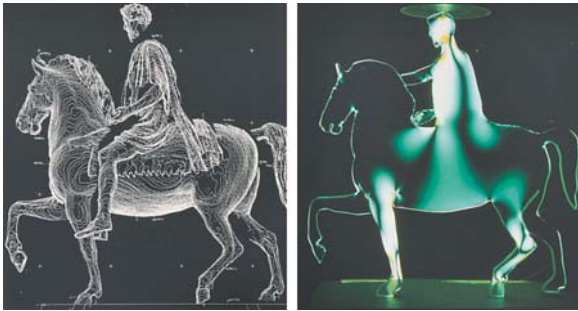
Gli interventi menzionati provocarono una sensibile crescita dell'interesse verso lo studio delle antiche tecniche metallurgiche, particolarmente sviluppate da Massimo Leoni, verso l'ideazione di sistemi di sostegno e assemblaggio di parti diverse di opere ridotte in frammenti con dispositivi

methodology was further perfected during the course of the activity carried out on the Ephebus of Selinunte. This statue, discovered by chance in Sicily in 1882, was restored in 1928 and subsequently stolen in the 1960s. After recovery in 1968, it was entrusted to the Institute's laboratories in Rome. Previously, art historians had pointed out notable disproportions in the anatomy of this bronze. Therefore Giovanni Urbani, then director of the Institute, together with master restorer Alberto Di Maio, had the idea of exploring the internal cavities of the statue. This was the first endoscopic survey conducted on a work of art, enabling them to discover that the sculpture, perhaps as a result of imperfect casting, had been cut at the level of the thorax and the upper part of the thighs, and then considerably lengthened by the insertion of bronze elements between the two sections.

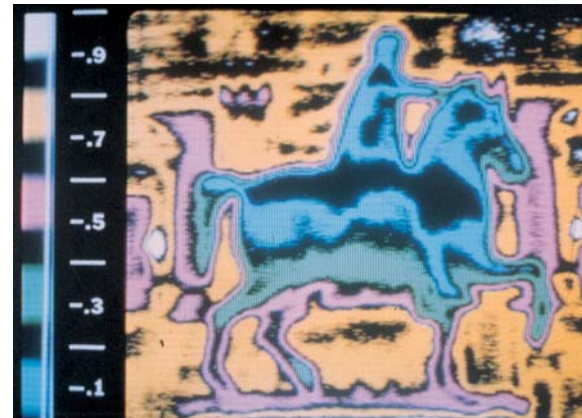
In 1967 H.B. Madsen discovered an inhibitor called benzotriazole, thus beginning the modern science of bronze conservation. Attention turned towards methods of selective mechanical cleaning, procedures of corrosion inhibition, and use of protective coatings to isolate the object from its surroundings.

Again in the 1970s, the Institute was involved in the restoration of the Horses of St Mark in Venice, and this project too was the occasion for a significant step forward in methodology – i.e. the development of restoration techniques preceded by a preliminary phase of diagnosis conducted with an ever-wider range of chemical and physical tests, together with topographic surveys and careful historical investigation, as well as specific tests on various products and methods for cleaning purposes, and for the final consolidation and protection of the surfaces.

The projects mentioned above led to a noticeable increase in the study of ancient metallurgical techniques, particularly carried out by the researcher Massimo Leoni, and the creation of supporting and mounting systems for the various parts of broken or dismantled artefacts, using non-invasive and



Fotogrammetria del monumento (a sinistra) e prove di fotoelasticità su un modello in scala (a destra). Photogrammetry of the monument (left) and tests of photoelasticity on a model of reduced dimension (right).



Termografia del monumento sulla piazza del Campidoglio. Thermography of the monument in Piazza del Campidoglio.

non invasivi e reversibili, il miglioramento e l'incremento delle tecniche di esame della struttura e del comportamento meccanico, lo studio degli effetti e dell'influenza dell'inquinamento sul degrado dei metalli esposti all'aperto e la ricerca nel campo dei protettivi e degli inibitori di corrosione.

Il restauro del monumento equestre del Marco Aurelio

Il gruppo equestre del Marco Aurelio, divenuto nel tempo il principale modello di riferimento per questa speciale categoria della scultura, è l'unica sopravvissuta delle 22 statue equestri note dalle descrizioni di età tardo imperiale. La scultura probabilmente non finì mai interrata divenendo un *reperito archeologico* ma ha conservato per tutta la sua lunga storia la funzione di *monumento* all'aperto. Sulla materia che lo compone sono pertanto riportati i segni del tempo e le azioni dell'uomo, sia quelle che arrecarono danni, sia quelle finalizzate a preservarlo. Possiamo quindi affermare che la statua equestre del Marco Aurelio, caso assolutamente unico nella storia dell'arte antica, rappresenta un *testo* di enorme rilevanza nel quale sono *scritte* informazioni preziose di natura storico-tecnica.

Il monumento venne innalzato in onore dell'imperatore-filosofo nel 176 d.C. In epoca tardo-antica potrebbe essere stato spostato in posizione centrale nei Fori Imperiali per poi essere collocato nella piazza del Laterano, dove ne è provata la presenza da numerosi documenti a partire dal X sec. d.C.

In epoca altomedievale era conosciuto come *caballus Costantini* e questa identificazione con l'imperatore che aveva fondato la basilica lateranense, avrebbe protetto, secondo alcuni eruditi del passato, il gruppo da danneggiamenti e dispersioni. Nel 1452 una testimonianza descrive il cavaliere steso a terra, forse per un incidente che doveva aver causato gravi

reversible techniques, so improving their structural and mechanical behaviour; finally studies on the effects and influence of pollution on the deterioration of metals exposed outdoors were carried out, and also research in the field of protective coatings and corrosion inhibitors.

Restoring the equestrian statue of Marcus Aurelius

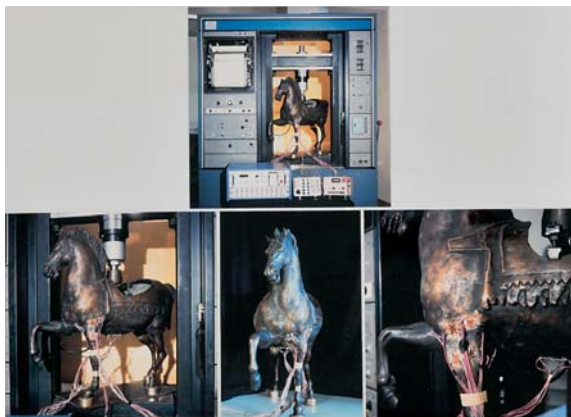
Over the years, the equestrian statue of Marcus Aurelius became the main reference model for this special category of sculpture. It is the only survivor of the 22 equestrian statues known from descriptions of the imperial age. The sculpture was probably never buried; instead it became an *archaeological item* and throughout its long history conserved its function as a *monument* in the open air.

The materials of which the statue is made carry the marks of time and many human actions, not only those that caused damage but also those intended to preserve it. So we can say that the equestrian statue of Marcus Aurelius, a unique case in the history of ancient art, represents a *text* of enormous significance on which are *written* valuable information of a historical and technical nature.

The monument was raised in honour of the emperor and philosopher Marcus Aurelius in 176 AD. Some years later it may have been moved to a central position in the Imperial Forums and much later to piazza del Laterano where its presence in front of the Basilica is noted in many documents starting from the 10th century AD.

In the late Middle Ages, it was known as *caballus Costantini* (Constantine's horse) and, according to some chroniclers, this identification with the emperor who had founded the Lateran Basilica may have protected the statue from damage and dispersion.

In 1452 a witness describes the statue of the rider lying on the ground, perhaps due to an incident that must have caused serious damage to the two



Misura delle deformazioni eseguita su un modello del cavallo in scala ridotta.
Measurement of deformations performed on the horse's model made on a reduced scale.



Operazioni di pulitura sulle superfici del monumento.
Cleaning treatments on the surfaces of the monument.

danni alle due parti del gruppo. Un primo restauro venne compiuto tra il 1466 e il 1468 da Cristoforo di Geremia da Mantova. Qualche anno più tardi, nel 1473, papa Sisto IV affidò agli *aurifabres* Nando Corbolini e Leonardo Guidocci l'esecuzione di altri interventi.

Nel 1538, al tempo di Paolo III, il monumento equestre venne trasferito in Campidoglio dove assunse la funzione di fulcro simbolico e visivo della piazza all'interno del progetto complessivo di Michelangelo.

È verosimile che la doratura originaria – eseguita con lamine di oro senza mercurio – fosse andata perduta ben presto e che, a partire dal medioevo, il gruppo equestre avesse subito nuove dorature, applicate successivamente agli interventi di riparazione più estesi. Il monumento equestre subì un nuovo restauro nel 1834-36 a causa di una pericolosa inclinazione sul lato destro. L'intervento venne guidato dalla Commissione Generale Consultiva di Belle Arti composta da Carlo Fea, Vincenzo Camuccini, Bertil Thorvaldsen e Giuseppe Valadier e affidato al fonditore Tommaso Spagna. Erano presenti numerose discontinuità e mancanze che favorivano la penetrazione di acqua all'interno con conseguente corrosione dei perni di ferro originali posti all'interno delle zampe del cavallo. Thorvaldsen realizzò l'integrazione della parte mancante della criniera, fusa dallo Spagna, il quale colò nelle zampe 3860 libbre di *metallone* (una lega stagno-piombo) allo scopo di migliorare la condizione statico-strutturale del monumento.

Infine nel 1912 lo scultore Adolfo Apolloni, divenuto successivamente sindaco di Roma, coordinò un nuovo restauro, l'ultimo prima dell'intervento dell'Istituto Centrale del Restauro, nel corso del quale vennero inseriti, in fori appositamente realizzati e filettati – con evidente perdita di enormi quantità di materia originale dell'opera – 1972 perni sul cavaliere e 178 sul cavallo, oltre a decine di nuovi tasselli e altre elementi di riparazione.

statues of the group. The first restoration, between 1466 and 1468, was carried out by Cristoforo di Geremia from Mantua. A few years later, in 1473, pope Sixtus IV commissioned the *aurifabres* (goldsmiths) Nando Corbolini and Leonardo Guidocci to carry out further work.

In 1538, at the time of Pope Paul III, the equestrian group was moved to the Campidoglio where its role was to be the symbolic and visual focus of the piazza del Campidoglio, as part of the overall project by Michelangelo.

It is highly likely that the original gilding – using gold leaf without mercury (simply applied by heating and hammering) – was partially lost quite early, and that the equestrian group, in medieval times, was given new gilding, applied after extensive repairs.

The monument underwent a new restoration in 1834-36 due to a dangerous tilt on the right side. The project was headed by the Fine Arts Consulting Commission whose members were Carlo Fea, Vincenzo Camuccini, Bertil Thorvaldsen and Giuseppe Valadier, and the work was entrusted to the Tommaso Spagna bronze foundry. There were many gaps and missing parts allowing water to penetrate inside the statue with consequent corrosion of the original iron pins fitted inside the horse's hooves. Thorvaldsen reconstructed the missing part of the horse's mane, cast by the Spagna foundry, who also filled the hooves with 3860 pounds of *metallone* (a tin-lead alloy) in order to improve the static and structural behaviour of the monument.

Finally, in 1912 the sculptor Adolfo Apolloni, who later became mayor of Rome, coordinated a new restoration project – the last before that of the Istituto Centrale del Restauro – during which hundreds of reinforcing pins were inserted in carefully drilled and threaded holes, with evident loss of large quantities of original material: 1,972 pins on the rider and 178 on the horse were applied, as well as dozens of new *tasselli* (plugs) and other repair elements.

L'intervento dell'Istituto Centrale del Restauro

A seguito di un attentato compiuto sulla Piazza del Campidoglio il 19 aprile del 1979, l'Istituto Centrale del Restauro ebbe l'incarico dal Comune di Roma di valutare eventuali danni subiti dal monumento equestre. I primi esami (analisi delle patine di corrosione, analisi microstrutturali della lega, radiografie delle zampe del Cavallo ed esami degli spessori del bronzo con Ultrasuoni) rilevarono uno stato di forte degrado delle superfici dell'opera, aggravato dalla notevole discontinuità strutturale, frutto delle riparazioni e dei danneggiamenti a cui si è fatto cenno.

In occasione del trasferimento avvenuto nel gennaio del 1981 presso il laboratorio allestito dall'ICR nel Complesso di S. Michele a Ripa, per la manovra di sollevamento e trasporto del Cavallo fu realizzato un telaio di travi di ferro vincolato agli zoccoli, completato da strutture elevate fino a creare una gabbia attorno alla statua. La fase dinamica del trasporto venne monitorata con il metodo dell'Emissione Acustica per rilevare eventuali fenomeni di deformazione in campo elastico e plastico.

I primi quattro anni furono dedicati alla conoscenza del gruppo bronzeo seguendo un piano organico impostato da Giovanni Urbani. Le ricerche storiche erano coordinate da Alessandra Melucco Vaccaro, quelle sulla conformazione del monumento, sulla struttura e sulle superfici erano inizialmente coordinate da Maurizio Marabelli, (Laboratorio di Chimica) al quale si affiancò poi Giorgio Accardo (Laboratorio di Fisica e controlli ambientali). Oltre quaranta specialisti parteciparono a questa importante fase. Paola Fiorentino coordinò l'intervento di restauro.

A partire dalla metà degli anni '70 del Novecento per la diagnosi dei grandi bronzi sono state applicate in maniera sistematica le cosiddette *Prove non Distruttive*, cioè indagini che non richiedono prelievi e che non danneggiano il manufatto artistico. La prima fase conoscitiva attuata sul gruppo bronzeo era mirata alla documentazione della forma. Una seconda fase prevedeva esami non distruttivi come la radiografia, la misura dello spessore della parete metallica con ultrasuoni e con il metodo del Eddy Current Testing (ECT), al fine di mappare in modo completo le eterogeneità presenti nel materiale metallico, sia quelle da attribuirsi ai processi costruttivi, sia quelle derivanti da fenomeni di deterioramento di origine meccanica o provocati da precedenti interventi di restauro.

Una terza fase prevedeva l'individuazione di differenti morfologie della patina di corrosione su cui poi venivano eseguite analisi di caratterizzazione mediante diffrazione dei raggi X (XRD). Lo studio delle patine del Marco Aurelio rivelò estesi fenomeni di solfatazione. Le aree protette dallo scorrimento dell'acqua piovana apparivano più scure per l'accumulo di sostanze carboniose e di altri componenti del particolato atmosferico (gesso e feldspati). Le linee di scorrimento dell'acqua, al contrario, apparivano chiare per l'assenza di particelle carboniose. L'alternanza delle linee

Action by the Istituto Centrale del Restauro

Following an explosion - due to terrorism - in Piazza del Campidoglio on 19 April 1979, the Istituto Centrale del Restauro was commissioned by the Rome City Council to evaluate any damage caused to the equestrian statue. The first examinations (analysis of the corrosion patinas, micro-structural analyses of the alloy, X-ray radiographies of the horse's hooves, and measurements of the thickness of the bronze walls with an ultrasonic equipment) showed a state of marked deterioration of the surfaces, enhanced by serious structural discontinuities resulting from repairs and damages as mentioned above.

For the transport on January 1981 to the laboratory set up by the ICR in the complex of San Michele a Ripa, a type of cage with a framework of iron bars connected to the horse's hooves was assembled around the statue up to the full height. The actual transport was monitored by Acoustic Emission in order to pick up any sign of deformation in the structure.

The first four years of the restoration project focused mainly on a detailed examination of the bronze group following a plan drawn up by the Director Giovanni Urbani.

Historical research was coordinated by Alessandra Melucco Vaccaro, research on the structure and surfaces of the monument was initially coordinated by Maurizio Marabelli (Chemistry Laboratory), then together with Giorgio Accardo (Physics Laboratory and Environmental Controls). More than forty specialists took part in this important phase, with Paola Fiorentino coordinating the restoration.

In the field of restoring large bronze statues, it became common practice in the mid-1970s to carry out diagnostic surveys by means of systematic *non-destructive testing*, that is without taking samples and without removing any original material.

While part of the first phase was to document the form and appearance of the whole equestrian group, a second phase involved a series of non-destructive tests such as radiography of the structure, ultrasonics, measuring the thickness of the metal walls, and Eddy Current, exploring differences in alloy composition, in order to fully map the heterogeneities and defects of the metal elements, not only those dating back to the original casting and assembling processes, but also those due to extensive repairs, following damages caused by mechanical actions.

A third phase involved X-ray diffraction (XRD) analysis of the different types of corrosion patinas. Further examination showed extensive areas affected by sulphate deposits. The areas protected from rainwater runoff were dark in colour due to the accumulation of carbon-based particles and other components of atmospheric SPM - suspended particulate matter - (as gypsum and feldspars). By contrast, the water runoff areas were clean thanks to the absence of scavenged SPM. The alternating lines of clean (anodic) and dark

chiare (anodiche) e scure (catodiche) costituisce uno speciale pattern denominato "zebratura". Successivamente vennero eseguite prove di lavaggio per la caratterizzazione del contenuto di sali solubili attraverso l'applicazione di frazioni successive di acqua demineralizzata. L'estrazione dei sali solubili totali veniva misurata con un conduttimetro. Il test era condotto fino a raggiungere un valore di conducibilità contenuto, indice di sufficiente stabilità della patina di corrosione. La minore presenza di sali solubili all'esterno era spiegata con l'azione della pioggia che svolge una funzione dilavante. Gli ioni solubili estratti erano caratterizzati mediante cromatografia ionica (IC). Una quarta fase prevedeva l'esecuzione di analisi per l'individuazione della composizione delle leghe in piccole aree della superficie da cui era stata rimossa la patina. A tale scopo venne impiegata la tecnica della fluorescenza a raggi X (XRF), una metodologia tra le più versatili e utili per la determinazione degli elementi presenti. Su piccoli campioni venne eseguita la metallografia ottica (OM) e l'esame con microscopia elettronica a scansione (SEM+EDS) finalizzato allo studio morfologico, oltre alla spettroscopia di fotoelettroni a raggi X (XPS) eseguita con il medesimo strumento per lo studio degli inclusi, di particolari fasi della lega e per la determinazione dei profili di concentrazione degli elementi significativi. Le informazioni ottenute permisero di definire le prove di pulitura chimica o meccanica e la progettazione dell'intervento sulle superfici che venne completato nel 1988. Le ricerche sul rapporto ambiente-monumento, avviate precedentemente, alimentarono un acceso dibattito sulla ricollocazione del gruppo. L'estrema fragilità della superficie dorata, a rischio di andare perduta, spingeva nella direzione della copia. Nel 1986 iniziarono le prime sperimentazioni per la realizzazione di una replica del monumento attraverso la restituzione della fotogrammetria ed evitando così i pericoli di un calco diretto. Il giorno 11 aprile 1990 il monumento faceva ritorno in Campidoglio ed era provvisoriamente collocato nel cortile del Museo Capitolino, in un ambiente climatizzato, in attesa del completamento della sala ricavata attraverso la sistemazione del Giardino Romano nel Palazzo dei Conservatori, curata da Carlo Aymonino e nel quale oggi il monumento è esposto al pubblico. La copia definitiva venne realizzata in collaborazione con la Scuola dell'Arte della Medaglia della Zecca dello Stato e venne eretta sul basamento michelangiolesco il 19 aprile del 1997.

areas (cathodic) created a special pattern known as "zebra striping" (*zebratura*). Then a series of wash tests were carried out in order to determine the content of superficial soluble salts by means of applying successive known volumes of demineralised water. The total amount of extracted soluble salts was measured with a conductivity instrument. The extraction was carried out until a conductivity value was reached, indicating sufficient stability of the corrosion patina. The lower presence of soluble salts externally was due to the cleaning action of rainwater. The soluble ions extracted were examined also by means of ionic chromatography.

A fourth phase involved analyses to identify the composition of the alloys in microsamples taken from the interior surfaces. For this purpose, the technique of X-ray fluorescence spectroscopy (XRFS), one of the most versatile methods for determining the concentration of metallic elements of the alloys, was adopted. Small samples were also examined by optical metallography (OM) and with the scanning electron microscopy (SEM+EDS) in order to study the morphology, as well as the composition of the different phases of the alloys and to establish concentration profiles of the most significant elements.

Another important technique was also applied, in order to measure the wet corrosion rate of the metal, i.e. the polarization resistance measurement.

The obtained complex information made it possible to define composition, structure, methods of fabrication, processes of deterioration of the monument and to draw up the project for cleaning the surfaces, which was completed in 1988.

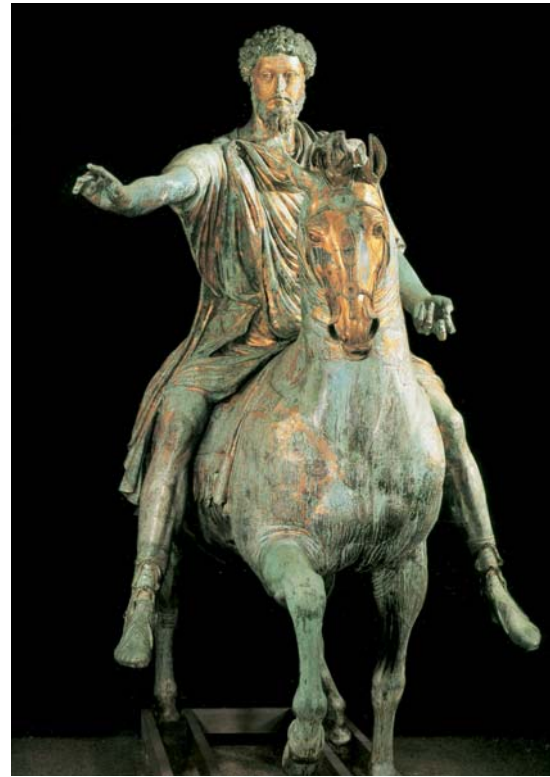
Previous research into the relationship between the monument and its surroundings led to a fierce discussion on where the statue should be located. The extreme fragility of the of the gilded surfaces and the risk of losing it, led to the conclusion that recovery of the statue at the interior was compulsory and therefore a copy was required. The first experiments for making a copy began in 1986, by means of a photogrammetric survey, thereby avoiding the danger of making a direct casting mold.

On 11 April 1990 the monument returned to the Campidoglio and was provisionally housed in the courtyard of the Capitoline Museum, in an air-conditioned space, while waiting for the new hall to be completed in the museum complex (the Roman Garden in the Palazzo dei Conservatori, designed by Carlo Aymonino). This hall is where the monument is now on permanent display.

The definitive copy of the equestrian statue was produced in collaboration with the School of the Art of Medal of the Italian Mint (*Zecca dello Stato*) and was erected on the original base in piazza del Campidoglio, on 19 April 1997.



Il cavallo del Marco Aurelio esce dal laboratorio di restauro al termine degli interventi.
The horse of Marcus Aurelius leaves the restoration laboratory at the end of the intervention.



Il Monumento del Marco Aurelio dopo il restauro.
The monument of Marcus Aurelius after restoration.

Bibliografia

- A. DI MAIO, in *Il restauro dell'Efebo di Selinunte*, Mostra didattica, Roma (ICR) 1979.
- N. DEGRASSI, *Lo Zeus stilita di Ugento*, Roma 1981, pp. 135-152.
- G. ACCARDO, M. MICHELI, *Assemblaggio reversibile di manufatti in bronzo: l'interferometria olografica come test di controllo delle deformazioni*, in Atti della I Conferenza Internazionale *Le Prove non Distruttive nella Conservazione delle Opere d'Arte*, Roma 1983, pp. III/1.1-23.
- M. LEONI, *Elementi di metallurgia applicata al restauro delle opere d'arte*, Firenze 1984.
- AA.VV., *Marco Aurelio. Mostra di cantiere*, Roma (ICR) 1984.
- A. MELUCCO VACCARO, *Il monumento equestre di Marco Aurelio: restauro e riuso*, in A. MELUCCO VACCARO, A. MURA SOMMELLA (a cura di), *Marco Aurelio. Storia di un monumento e del suo restauro*, Milano 1989, pp. 211-252.
- G. ACCARDO, G. VIGLIANO, *Strumenti e materiali del restauro. Metodi di analisi e controllo*, Roma 1989.
- P. FIORENTINO, *Restoration of the Monument of Marcus Aurelius: Facts and Comments*, in D. SCOTT, J. PODANY, B. CONSIDINE (eds.), *Ancient and Historic Metals: Conservation and Scientific Research*, Getty Conservation Institute, 1994, pp. 21-31.
- M. MARABELLI, *The Monument of Marcus Aurelius: Research and Conservation*, in D. SCOTT, J. PODANY, B. CONSIDINE (eds.), *Ancient and Historic Metals: Conservation and Scientific Research*, Getty Conservation Institute, 1994, pp. 1-19.
- M. MARABELLI, *Conservazione e restauro dei metalli d'arte*, Roma 1995.
- C. BARTULI, R. CIGNA, B. COLOMBO, M. MARABELLI, *Valutazione dei fenomeni corrosivi in corso sulla superficie del Marco Aurelio*, in *Materiali e Strutture*, VI, 3, 1996, pp. 127-136.

**I Bronzi di Riace e le nuove frontiere
del restauro e dell'archeometria**

**The Riace Bronzes: new frontiers
of restoration and archeometry**

Mario Micheli, Massimo Vidale



I due Bronzi di Riace, – uno denominato A e datato da gran parte degli studiosi intorno al 460 a.C., l'altro noto come statua B, risalente al 430 a.C. – furono casualmente recuperati tra il 21 e il 22 agosto 1972 al largo di Riace Marina, in Calabria.

Presso le statue non si trovarono tracce evidenti di relitti, e le vicende collegate all'affondamento della nave che li trasportava sono probabilmente destinate a rimanere un mistero. Le statue, colme dell'originaria terra di fusione, nel 1975 vennero condotte a Firenze per il restauro. Nel corso dell'intervento (1976-1981) i restauratori della Soprintendenza per i Beni archeologici della Toscana, dopo aver trattato le superfici esterne liberandole dalle incrostazioni marine, si resero conto che le terre interne, intrise di sali, causavano intensi processi di corrosione sulle pareti interne dei bronzi.

Venne tentato a quel punto uno svuotamento delle cavità senza attribuire particolare rilevanza alle terre interne poiché si riteneva che le due statue fossero state realizzate con il metodo della fusione a cera persa nella sua variante indiretta (e cioè mediante l'esecuzione di impronte su un prototipo dell'opera modellata dall'artista e con l'immissione all'interno dell'insieme mantello e strato di cera applicato al suo interno, di miscele di argilla in forma liquida o semiliquida, prive dopo la solidificazione di informazioni di rilievo e di stratigrafie utili per la ricostruzione del processo costruttivo delle sculture. Pertanto lo svuotamento delle due statue procedette dalle piccole aperture poste in corrispondenza delle teste e della pianta dei piedi da cui erano stati rimossi i tenoni in bronzo. Per questa operazione venne utilizzata l'azione meccanica prodotta da barre e tubi di acciaio a cui seguirono bagni in acqua ossigenata e getti d'acqua compressa che disgregavano i nuclei terrosi. A causa delle difficoltà incontrate, i restauratori di Firenze decisero di interrompere l'operazione e lasciarono ancora in posto circa il 40% della terra di fusione originaria.

Nel 1981 i bronzi lasciarono Firenze e il viaggio si concluse in quella che sarebbe diventata la sede espositiva definitiva, il Museo Archeologico Nazionale di Reggio Calabria.

The two Riace Bronzes— one labeled A and dated on stylistical grounds by most experts to around 460 BC, the other known as statue B, dating from about 430 BC – were discovered by chance in August 1972 off the coast near the town of Riace Marina in Calabria. There was no trace of a wreck anywhere near the statues, and the events linked to the sinking of the ship that carried them are probably destined to remain a mystery.

The statues, still filled with their original clay core material, were sent to Florence in 1975 for restoration. During the work (1976-1981) the restorers of Archaeological Superintendence of Tuscany, after having cleaned the external surfaces of marine encrustations, realised that the internal core material, steeped in mineral salts, caused destructive corrosion of the internal walls of the bronzes. An attempt was made to empty the cavities of the interior, without giving much importance to the core material since it was thought that the two statues had been cast with the lost wax process in its indirect form (in other words, by pouring clay in liquid or semi-liquid form into hollow wax casts taken from an original model). By examining the solidification of relief patterns and stratigraphic layers, restorers were able to reconstruct, in general terms, the casting process of the two masterpieces.

The emptying of the two statues proceeded using the small holes on the heads and the soles of the feet, through which the bronze tenons had been removed. Cleaning continued with the mechanical action of steel rods and tubes followed by soaking the sculptures in a hydrogen peroxide solution and high pressure water jets to disintegrate the mass of the inner core material. Due to the difficulties encountered, the restorers decided to interrupt the operation leaving about 40% of the core material in its original position. In 1981 the bronzes were moved from Florence towards their definitive exhibition site at the Reggio Calabria National Archaeological Museum.

A few years later, in 1984, not long after the end of the restoration carried out in Florence, the Istituto Centrale del Restauro, then directed by Umberto Baldini, was commissioned to carry out a check-up on the state of conser-



La statua di Riace A (sinistra) e di Riace B (destra) (da Bollettino d'Arte).
The statue of Riace A (left) and of Riace B (right).



Il *microscavo* archeologico con metodologie laparoscopiche. The *archaeological micro-excavation* using laparoscopic methods.



La statua B sulla speciale struttura di sostegno con impianti per l'aspirazione e l'illuminazione interna delle sculture. The statue B on the special support structure equipped to suck the samples and illuminate the interior of the sculptures.

Pochi anni dopo, nel 1984, l'Istituto Centrale del Restauro (oggi ISCR), allora diretto da Umberto Baldini, venne incaricato dell'esecuzione di un *check up* sullo stato di salute dei due capolavori a pochi anni dal termine del restauro eseguito a Firenze. Il progetto diagnostico comprendeva una vasta serie di indagini chimiche e fisiche e il controllo del microclima della sala. Il 6 febbraio 1986 i Bronzi di Riace vennero sottoposti a una ricognizione completa degli interni mediante un video endoscopio, da poco impiegato in Italia nel campo della medicina e dell'industria. L'esame evidenziò la presenza di estese e attive corrosioni interne. Si decise quindi di completare la rimozione delle terre di fusione attraverso il controllo endoscopico dell'operazione. Nasceva in quel momento il progetto *Restauro come Conoscenza*, realizzato dall'ICR e sponsorizzato da Finmeccanica e con il coordinamento di Alessandra Melucco Vaccaro e Giovanna De Palma. Presso il Museo Archeologico Nazionale di Reggio Calabria venne allestito uno speciale laboratorio per l'esecuzione dell'intervento. Furono ideati complessi bracci articolabili a controllo remoto, provvisti di *microtelecamere* con ottica intercambiabile e di strumenti per l'ablazione delle argille.

Le sorprese non tardarono: i primi frammenti estratti dalla statua B mostravano una struttura interna composta da strati concentrici sovrapposti, incompatibile con la teoria della colata liquida e quindi della tecnica di fusione a cera persa nella variante indiretta. La rarità delle statue che conservano le terre di fusione all'interno attribuiva a queste stratigrafie appena scoperte il valore di indicatori preziosi, utili per meglio comprendere gli antichi processi metallurgici. Si decise perciò di trasformare lo *svuotamento* in *microscavo archeologico* e di proseguire con l'utilizzo delle metodologie endoscopiche. Fonte di ispirazione fu la chirurgia mini-invasiva endoscopica che da pochissimo era entrata nella routine medica ospedaliera. Per capire quanto queste ricerche fossero innovative nel momento in cui vennero impiegate sui Bronzi di Riace (1992-1995), si pensi che solo pochi anni prima, nel 1987 a Lione,

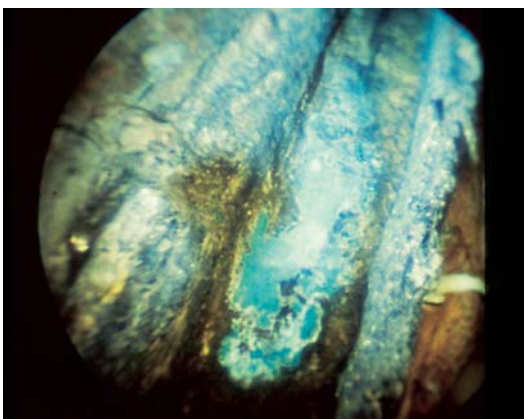
viene avviata la diagnostica e la rimozione delle terre di fusione delle due statue. The diagnostic project included a wide range of chemical and physical surveys, together with controls on the microclimate of the display area.

On 6 February 1986 the inner cavities of the Riace Bronzes were thoroughly examined using a video endoscope, a technology that had only recently applied in Italy in the medical and industrial fields. The surveys showed extensive corrosion inside the two statues. Therefore, it was decided to complete the removal of the core material monitoring the intervention with the new endoscopes.

At that time, the project *Restauro come Conoscenza* (Restoration as Knowledge) was set up by the ISCR, supported by Finmeccanica and coordinated by A. Melucco Vaccaro and G. De Palma. A customised laboratory for the project was set up at the Reggio Calabria National Archaeological Museum. Technicians invented and produced special swivelling and remote-controlled arms fitted with *micro video cameras* and interchangeable lenses, as well as tools for the removal of clay core layers.

The results were surprising – the first pieces extracted from statue B showed an internal structure of concentric overlaid layers, incompatible with the theory of liquid casting and the lost-wax process in its indirect form. The rarity of statues containing core material inside made these newly discovered stratigraphic feature crucial for understanding the ancient metallurgical processes. So the decision was taken to transform the *emptying process* into a careful *archaeological micro-excavation* and to continue the inspection using the endoscope.

The inspiration had come from the technique of mini-invasive endoscopic surgery which had been just introduced as a routine technology in hospitals. To understand how innovative this research was when it was used on the Riace Bronzes (1992-95), we should remember that only a few years earlier, in 1987 at Lyons (France), Philippe Mouret had carried out the first gallbladder removal using an endoscopic equipment. So the work on the Riace Bronzes



L'immagine endoscopica mostra gli estesi fenomeni di corrosione presenti sulla superficie interna, a contatto con il materiale argilloso che costituisce la struttura interna.
The endoscopic picture shows the extensive corrosion phenomena of the inner surface, in contact with the clay material that constitute the core structure.



Statua di Riace B, gamba destra. Struttura interna costituita di strati concentrici.
Statue of Riace B, right leg. The internal structure made up of concentric overlaid layers.

Philippe Mouret aveva compiuto la prima ablazione della cistifellea per via endoscopica. Con l'intervento sui Bronzi di Riace nasceva la nuova metodologia del *restauro laparoscopico*.

Vennero ideati e realizzati prototipi di strumenti sempre più complessi: bracci meccanici a doppio snodo, con movimentazione continua attraverso cavi d'acciaio interni azionati da un sistema di comando posto sull'impugnatura, in grado di consentire l'azione simultanea, graduale e fluida delle due articolazioni. Partendo dai fori posti sotto i piedi delle due statue si poteva così accedere a zone lontane come le cavità delle ascelle e la parte superiore delle braccia.

Le operazioni di microscavo e di documentazione richiesero circa due anni. Man mano che il microscavo procedeva dal basso verso l'alto, venivano tagliate delle vere e proprie sezioni a intervalli di 5 centimetri l'una dall'altra (vennero registrate in totale 80 sezioni sulle due statue che ne documentano l'anatomia interna). Le operazioni erano integralmente filmate e le immagini e le altre informazioni acquisite erano inserite in una speciale banca dati al fine di compensare il carattere inevitabilmente distruttivo dell'intervento. Per la prima volta nella storia dell'archeologia venivano studiati in maniera approfondita la composizione e l'assetto interno delle anime di fusione: nella ricostruzione esse appaiono come due vere e proprie sculture di terra cruda, dopo averle liberate del guscio bronzeo. L'operazione ebbe una durata totale di 290 giorni. Dalla statua B vennero estratti 678 campioni di terra di fusione per un peso complessivo di 56,1 Kg; nel caso della statua A i campioni furono 296 per 72 Kg complessivi di terra di fusione.

La tecnica costruttiva che era stata impiegata dagli antichi scultori prevedeva una sovrapposizione graduale di lastre concentriche. Le lastre erano preformate appiattendolo con un *matterello* una mistura di argilla limosa e alte percentuali di peli animali, che probabilmente agivano da rinforzo strutturale, un po' come le fibre di vetro nella moderna vetroresina. I campioni estratti indicano che le la-

introduced a totally new methodological approach, that we came to call *laparoscopic restoration*.

Prototypes of more complex instruments were designed and created, such as mechanical arms with double swivelling action and continuous movement via internal steel cables controlled by commands on the handle, which enabled simultaneous action, gradually and smoothly, of the two articulations. Starting from the holes on the soles of the feet of the two statues, endoscopic operators were able to reach distant areas such as the armpits and the upper arms. The operations of micro-excitation and documentation took about two years. As the micro-excitation proceeded from below to above, cross-sections were taken at intervals of five centimetres from each other (a total of 80 sections were taken on the two statues in order to document their internal anatomy). All the operations were recorded on video; the images and other information acquired were inserted into a special database as a way of compensating for the destructive nature of the operation. For the first time in the history of archaeology, it was possible to closely examine the composition and internal layout of the core materials; in the reconstruction, they appear as two sculptures of soil-like material, freed from their bronze shells. The operation lasted for a total of 290 days. From statue B were extracted 678 samples of core material for a total weight of 56.1 kg; for statue A, the samples were 296 for a total weight of 72 kg of the same.

The construction technique used by the ancient sculptors involved the gradual overlaying of concentric layers. The pieces were preformed using a sort of *rolling pin* to flatten a mixture of clay and lime with a high proportion of animal fur which probably acted as structural reinforcement, much like glass fibres in today's fibreglass. The samples extracted show that the sheets were joined together with a coat of liquid clay. The modellers probably followed strictly defined geometric rules and proportions; counting the number of sheets was a good way of checking the increasing volumes. Layers of semi-

stre erano fatte aderire l'una sull'altra con stesure di argilla liquida. Probabilmente i modellatori seguivano regole geometriche e proporzioni rigidamente definite: il conto del numero delle lastre era un espediente efficace per il controllo dei volumi in fase di crescita. Strati di argilla semi liquida erano probabilmente applicati a formare anche una *pelle* esterna, per regolarizzare le forme. Un altro dato che è emerso chiaramente dal microscavo è la diversità stilistica del modellato interno delle due statue. Nella statua A, che risente ancora degli echi dello stile *severo*, il torace è piatto e poco articolato. Buona parte della muscolatura e il delicato rilievo delle costole evidentemente erano stati modellati solo in cera. Al contrario, nella statua B, che molti accostano allo stile del grande bronzista Policleteo, sono in grande evidenza la muscolatura dell'inguine, realizzata con masserelle regolarmente accostate e quella del ventre, realizzata con sfoglie sovrapposte. In questa statua, l'anima fu accuratamente modellata seguendo precisi criteri anatomici, e la cera fu applicata sotto forma di lastre preformate ai rilievi del torace, quasi come una pelle.

L'ipotesi formulata dagli autori è che due strutture così complesse potessero essere costruite non inserendo la terra entro forme cave di cera, come richiede il metodo indiretto, ma modellando liberamente l'anima delle varie membra intorno ai perni in ferro, secondo la tecnica diretta. Le conseguenze di questa ipotesi sono importanti: a differenza degli scultori moderni, Fidia e Policleteo non lavoravano su modelli rifiniti in argilla che sopravvivevano alla fusione della statua, ma su originali in cera che venivano distrutti con la fusione a cera perduta. Le loro opere, in altre parole, non erano replicabili. Più che *artisti*, questi grandi scultori ci appaiono *artigiani capi*, coordinatori dei responsabili di vari compiti. Solamente il microscavo dell'interno di altre statue della stessa epoca potrà permettere le necessarie ulteriori verifiche.

Le indagini scientifiche e la ricollocazione nella sala espositiva al termine dell'intervento

Il progetto *Restauro come Conoscenza* prevedeva anche un complesso programma di esami e di controlli finalizzati ad assicurare alle due statue condizioni di conservazione ottimali.

La composizione chimica e mineralogica delle terre, studiata da G. Lombardi e P.L. Bianchetti, è risultata abbastanza simile per le due statue e la provenienza viene identificata in un unico bacino geologico, quasi sicuramente in territorio greco, con l'esclusione di alcune aree come ad esempio le isole dell'Egeo. Per la terra della statua B si è registrata una compatibilità con l'area di Argos. Andrebbe verificata la compatibilità con bacini dell'Attica, regione priva di cartografie geologiche dettagliate.

Lo studio dei nanofossili condotto da A. Fiorentino ha riscontrato, per quanto riguarda la statua B, la provenienza delle terre da affioramenti di età paleocenica o basso eocenica, presenti nel Peloponneso e in particolare nelle adiacenze di Argos. Il contenuto di nanofossili delle terre della statua A non ha

liquid clay were probably applied to form a sort of external skin, following the shapes and contours.

The micro-excavation also revealed the stylistic diversity of the internal clay models of the two statues. In statue A, which harks back to the *severe* classical style, the chest of the clay model is flat, with few contours. A large part of the muscle tissue and the delicate relief of the ribs was evidently modelled only in wax. In contrast, in statue B – where many experts see the style of Polyclitus, the great sculptor in bronze – much in evidence are the muscles of the groin, made with small ridges side by side and the muscles of the stomach, made with overlaid sheets. In this statue, the core was accurately modelled following precise anatomical criteria, and the wax was applied in the form of preformed sheets to the contours of the chest, like a sort of skin. The hypothesis formulated by the authors is that two such complex structures could be constructed not by pouring core material into wax molds, as required by the indirect method, but by freely modelling the core with the various limbs supported by iron rods, according to the direct technique. The consequences of this hypothesis are important – compared to modern sculptors, Phidias and Polyclitus did not work on finished models in clay which survived the casting process, but on originals in wax that were destroyed during the lost wax process. Their works, in other words, were not replicable. Rather than today's *artists*, these great sculptors seem more like artisans responsible for coordinating the various tasks. Only micro-excavation inside other statues of the same period will provide the necessary confirmation.

Scientific surveys and relocation of the statues in the display area after restoration

The project *Restauro come Conoscenza* also involved a complex programme of tests and controls aimed at ensuring optimal conditions of conservation for the two statues. The chemical and mineralogical composition of the core material, analysed by G. Lombardi and P.L. Bianchetti, was quite similar in both statues and it correspond to a single geological basin, almost certainly on Greek territory, excluding some areas such the Aegean islands. The core material in statue B seems to be compatible with the area of Argos. Compatibility needs to be verified with the Attic basin, a region that lacks detailed geological maps.

The analysis of nano-fossils, conducted by A. Fiorentino on the core material of statue B, suggested a provenience from the Palaeocene or lower Eocene deposits of the Peloponnese, in particular near Argos. In the case of statue A, it was not possible to establish where the nano-fossils in the core material came from.

Other aspects linked to the conservation of the two statues were closely examined. Research was conducted by E. Mello on the origin of the lesions that had been found – a few on statue A but several on statue B. Tests were

consentito di formulare fondate ipotesi di provenienza. Altri aspetti legati alla conservazione delle due statue andavano approfonditi. E. Mello ha condotto accurate ricerche sulla genesi delle lesioni che erano state rilevate, presenti in minor quantità nella statua A ma di considerevole entità nel caso della statua B. Sono stati condotti esami con l'ausilio di sofisticate metodiche analitiche quali la spettrofotometria di assorbimento atomico (AAS), la spettrografia (AES), la spettrometria di massa (SSMS). Queste lesioni, probabilmente risalenti al momento della fusione, sono state interessate da fenomeni di corrosione abbastanza modesti, indotti dall'ambiente marino. Le barre di ferro poste all'interno delle anime di fusione dagli antichi artefici hanno collaborato al contenimento di tali fenomeni di corrosione comportandosi come *anodi sacrificali*, in particolare nella gamba sinistra della statua B, dove, per un errore costruttivo, la barra entrava in *contatto elettrico* con la parete di bronzo. Infine, con l'aiuto delle metodologie spettroscopiche di elettroni (AES e XPS) sono state esaminate le patine di corrosione, ricostruendone in parte la genesi. Ancora di grande rilievo sono state le misure di micro-condensazione capillare e i controlli elettrochimici propedeutici ai trattamenti conservativi finali che dovevano essere attuati alla fine del microscavo delle terre di fusione. Tali misure, eseguite con il nuovo metodo della resistenza di polarizzazione, messo a punto proprio per quella occasione da M. Bartolini, R. Cigna, B. Colombo, G. D'Ercoli, M. Marabelli e A. Marano, avevano lo scopo di valutare l'efficacia dei trattamenti di inibizione della corrosione e di definire il *campo di benessere microclimatico*, informazione fondamentale per la conservazione dei due capolavori in una condizione di stabilità che venne fissata attraverso questa campagna di misure a un valore di umidità relativa (UR) controllata di $\leq 70\%$. I necessari controlli sull'inquinamento atmosferico nel Museo Nazionale di Reggio Calabria furono eseguiti da A. Giovagnoli, M. Marabelli e S. Barcellona.

Le necessarie revisioni e modifiche all'impianto di condizionamento della sala dei Bronzi di Riace vennero definite da D.M. Fontana. In vista del trattamento finale di inibizione della corrosione F. Zucchi, V. Grassi e G. Trabanelli eseguirono prove sperimentali preliminari di inibizione della corrosione del rame con Benzotriazolo. Le due statue al termine delle operazioni conoscitive e conservative dovevano tornare al loro posto nella sala espositiva del museo. Nell'ambito del progetto era stata prevista un'altra importante ricerca finalizzata alla progettazione di nuove basi antisismiche di maggiore efficienza rispetto a quelle predisposte nel 1981. Infatti, a conclusione del primo intervento di restauro le statue furono installate su basi antisismiche composte da una coppia di cubi di lamiera di ferro, il primo posto dentro il secondo, dotati di zavorre e di un elastomero cellulare nell'intercapedine tra il cubo esterno e quello interno allo scopo di smorzare l'energia derivante da un eventuale sisma. Inoltre il vincolo tra le statue e le basi era realizzato mediante un perno di acciaio inserito nella gamba destra di ciascuna delle due opere, che proseguiva nel torace fino a giungere a contatto della spalla con l'estremità superiore. La ca-

conducted by means of sophisticated analytical methods such as atomic absorption spectro-photometry (AAS), spectrography (AES), and mass spectrometry (SSMS). These lesions, probably dating back to the time of casting, were only slightly affected by corrosion phenomena, caused by sea water. The iron rods within the core of the castings helped to contain such corrosion by acting as *sacrificial anodes*, in particular for the left leg of statue B where, due to a construction error, one of the rods was in *electrical contact* with the bronze wall.

Finally, with the aid of spectroscopic methods (AES and XPS) the corrosion patinas were examined, reconstructing in part their origin. Also important were the measurements of capillary micro-condensation (cmc) and the electrochemical tests during the final conservation treatments which were carried out once the micro-excavation of the core material had been completed. These measurements, carried out respectively with a prototype for the cmc and a special equipment measuring the polarisation resistance (optimized for this task by M. Bartolini, R. Cigna, B. Colombo, G. D'Ercoli, M. Marabelli and A. Marano), were planned to evaluate corrosion rate and effectiveness of the inhibition treatments and finally to define the *field of microclimatic welfare*, basic information for the conservation of the two statues under proper environmental conditions, which were established, after a series of tests and measurements, at a level of controlled R.H. $\leq 70\%$.

Checking the atmospheric pollution in the Reggio Calabria National Museum was carried out by A. Giovagnoli, M. Marabelli and S. Barcellona. Servicing and overhauling the air conditioning equipment in the display area for the Riace Bronzes was entrusted to D. M. Fontana. In view of the final treatment of corrosion inhibition, F. Zucchi, V. Grassi and G. Trabanelli carried out preliminary experiments on benzotriazole efficiency. Once the operations of study and conservation were completed, the two statues returned to the display area in the museum.

Another phase of the project was an important research for the design of new anti-seismic plinths, to make them more efficient than those used since 1981. In fact, after the first restoration project, the statues were mounted on anti-seismic bases made up of two cubes in steel sheeting, one inside the other, filled with ballast and cellular elastomer composites in the space between the external cube and the inner one, in order to dampen the energy deriving from an earthquake. Moreover, the statues were mounted on their bases by means of a steel rod inserted into the right leg of each statue, which passed through the thorax up to the shoulder level where the top of the rod met the bronze wall. The internal cavity, obtained after partially removing the core material, was filled with synthetic rubber spheres to better immobilize the mounting system.

In 1995, after the new restoration project by the ISCR, the whole mounting system was replaced. New anti-seismic plinths were designed by A.

vità interna che era stata ottenuta dopo la parziale rimozione della terra, venne riempita con sfere di gomma sintetica che assicuravano l'immobilizzazione del sistema di vincolo. Nel 1995, al termine del nuovo intervento condotto dall'ICR, l'intero sistema di vincolo venne sostituito. Si realizzò una nuova base antisismica messa a punto da A. Corsanego e S. D'Agostino e progettata da C. Mazzieri e S. Pastorino della società Ansaldo Ricerche del Gruppo Finmeccanica. Il nuovo sistema sostegno-base antisismica fu sottoposto a prove di simulazione di eventi sismici di considerevole entità. La fase di sperimentazione consentì di selezionare il sistema di vincolo più efficace per la particolare conformazione geometrica dei due bronzi.

A distanza di 14 anni dalla conclusione del progetto *Restauro come Conoscenza*, nel 2009 sono stati avviati nuovi controlli e indagini sullo stato di conservazione delle due statue, al fine di verificare la stabilità delle superfici esterne ed eseguire le necessarie operazioni manutentive. Parallelamente, in concomitanza con il nuovo progetto espositivo del Museo, che prevede lo spostamento delle statue in una nuova ala dell'edificio, è stato necessario ripensare alle basi espositive antisismiche.

I 27 anni di impegno ininterrotto dell'ISCR sui Bronzi di Riace hanno costituito un caso senza precedenti, non solo per la salvaguardia dei due capolavori, ma per gli sviluppi sul piano metodologico e scientifico che hanno stimolato.

Corsanego and S. D'Agostino working with C. Mazzieri and S. Pastorino of the Ansaldo research company of the Finmeccanica Group. The new anti-seismic plinths and the mounting system were thoroughly tested by exposure to laboratory seismic events of considerable entity. The testing phase enabled engineers to choose the most effective mounting system suited to the particular geometric conformation of the two bronzes.

New surveys and controls on the state of conservation of the two statues, particularly aimed to verify the stability of the different pattern of external corrosion layers, were carried out in 2011, during the new setting up of the Reggio Calabria National Archaeological Museum.

Fourteen years after the completion of the project entitled *Restoration as Knowledge*, in 2009 new controls and surveys on the state of conservation of the two statues were undertaken with the scientific support of the ISCR, in order to check the stability of the external surfaces and to carry out required maintenance operations. At the same time, coinciding with the museum's new exhibition layout which involved moving the statues to a new wing of the building, it was necessary to rethink the design of anti-seismic display bases. The 27 years of ISCR's uninterrupted commitment to the Riace Bronzes constitute a case without precedent, not only for the conservation and protection of the two masterpieces, but also for the methodological and scientific techniques that have been developed.

Bibliografia

- M. MICHELI, M. VIDALE, *I Bronzi di Riace, Restauro come conoscenza*, vol. 2 *Scavo dell'interno delle due statue*, Roma 2003.
- G. LOMBARDI, P.L. BIANCHETTI, M. VIDALE, *Le terre di fusione dei Bronzi di Riace*, in A. MELUCCO VACCARO, G. DE PALMA (a cura di), *I Bronzi di Riace. Restauro come conoscenza*, Roma 2003, pp. 131-172.
- A. FIORENTINO, *Nanofossili calcarei nelle terre di fusione dei Bronzi di Riace*, in A. MELUCCO VACCARO, G. DE PALMA (a cura di), *I Bronzi di Riace. Restauro come conoscenza*, Roma 2003, pp. 173-180.
- E. Mello, *Studio metallografico, analitico, microanalitico e mediante tecniche spettroscopiche di analisi delle superfici di due campioni prelevati dalle statue di Riace*, in A. MELUCCO VACCARO, G. DE PALMA (a cura di), *I Bronzi di Riace. Restauro come conoscenza*, Roma 2003, pp. 185-202.
- M. BARTOLINI, R. CIGNA, B. COLOMBO, G. D'ERCOLI, M. MARABELLI, A. Marano, *Misure di micro-condensazione capillare e controlli elettrochimici per il restauro dei Bronzi di Riace*, in A. MELUCCO VACCARO, G. DE PALMA (a cura di), *I Bronzi di Riace. Restauro come conoscenza*, Roma 2003, pp. 203-214.
- F. ZUCCHI, V. GRASSI, G. TRABANELLI, *Prove preliminari di inibizione della corrosione del rame con Benzotriazolo*, in *I Bronzi di Riace. Restauro come conoscenza*, in A. MELUCCO VACCARO, G. DE PALMA (a cura di), *I Bronzi di Riace. Restauro come conoscenza*, Roma 2003, pp. 215-220.
- A. CORSANEGO, S. D'AGOSTINO, *I dispositivi di protezione antisismica dei Bronzi di Riace: metodo ed obiettivi*, in *I Bronzi di Riace. Restauro come conoscenza*, in A. MELUCCO VACCARO, G. DE PALMA (a cura di), *I Bronzi di Riace. Restauro come conoscenza*, Roma 2003, pp. 221-226.
- C. MAZZIERI, S. PASTORINO, *Sperimentazione ed attuazione dei supporti antisismici*, in *I Bronzi di Riace. Restauro come conoscenza*, in A. MELUCCO VACCARO, G. DE PALMA (a cura di), *I Bronzi di Riace. Restauro come conoscenza*, Roma 2003, pp. 227-238.
- A. GIOVAGNOLI, M. MARABELLI, S. BARCELLONA, *Misure di inquinamento atmosferico nel Museo Archeologico di Reggio Calabria per la salvaguardia dei Bronzi di Riace*, in A. MELUCCO VACCARO, G. DE PALMA (a cura di), *I Bronzi di Riace. Restauro come conoscenza*, Roma 2003, pp. 239-244.
- D.M. FONTANA, *Impianto di condizionamento per la sala di esposizione dei Bronzi di Riace*, in *I Bronzi di Riace. Restauro come conoscenza*, in A. MELUCCO VACCARO, G. DE PALMA (a cura di), *I Bronzi di Riace. Restauro come conoscenza*, Roma 2003, p. 245.

Il pronto intervento sullo scavo e il microscavo

Conservation on archaeological excavation

Giovanna De Palma, Paola Donati, Maria Rita Giuliani



Dagli inizi del XX secolo una serie di fattori ha determinato una decisa evoluzione del concetto di archeologia. Questi cambiamenti hanno avuto, a loro volta, un forte riflesso sul concetto di restauro archeologico.

Si deve giungere alla fine degli anni '60 perché, grazie ad Andrea Carandini (negli scavi delle Terme del Nuotatore a Ostia), si applicasse e si teorizzasse la metodologia dello scavo stratigrafico, l'unica in grado di acquisire informazioni sulla cultura materiale quale elemento fondamentale di conoscenza della storia della società antica e della sua produzione artistica.

Ricordiamo che non a caso questo movimento rinnovatore nasce nella cerchia degli allievi di Ranuccio Bianchi Bandinelli, profondo rinnovatore del pensiero storico critico sull'arte romana, concepita come prodotto di classi sociali ben definite.

La battaglia di Bianchi Bandinelli per emancipare l'archeologia italiana dal filologismo e definirla come una scienza storica dotata di un suo specifico strumento, lo scavo archeologico, quindi con propri procedimenti e fonti proprie, ha creato una nuova generazione di archeologi e una impostazione del tutto nuova della disciplina, affrancata dalla matrice antiquaria storico-artistica che a lungo ha prevalso nella cultura italiana. In questo nuovo incentrarsi sulla cultura materiale, nell'attenzione portata al suolo e ai materiali, si è venuto a realizzare un terreno di riflessione e una integrazione tra la disciplina archeologica e le tematiche conservative nate dalla riflessione brandiana, che hanno lievitato nella prassi operativa dell'ICR (Istituto Centrale del Restauro, oggi ISCR).

L'accresciuta attività di scavo delle soprintendenze negli anni '60-70 insieme con l'avvento dell'archeologia stratigrafica mutuata dall'ambiente anglosassone comportò una maggiore attenzione per le problematiche della conservazione dei manufatti fragili in corso di scavo e per l'archeologia materiale. L'occasione dello scavo di importanti necropoli protostoriche nel Lazio a Decima e all'Osteria dell'Osa (fine anni '60 e anni '70), e di grandi complessi arcaici a S. Omobono e a Pratica di Mare (metà anni '70 e anni '80) consentì

In the early 20th century a series of factors led to a marked evolution in the concept of archaeology. These changes caused strong repercussions in the field of archaeological conservation.

Then in the late 1960s, thanks to A. Carandini, during the excavations of the so called *Terme del Nuotatore* (Swimmer *Thermae*) in Ostia, the theory and practice of stratigraphic excavation began to take hold, as the best way of obtaining information on the material culture, a basic element for understanding the history of ancient societies and their artistic production.

Not by chance this movement arose amongst the disciples of Ranuccio Bianchi Bandinelli who was a profound innovator in critical thinking on Roman art which he viewed as a product of well-defined social classes.

Bianchi Bandinelli struggled to free Italian archaeology from philological debate and to consider it as a historical science based on a specific instrument – archaeological excavation – with its own procedures and reference sources. A new generation of archaeologists was trained with this approach to the discipline, freed from the historical and artistic antiquarian constraints which had prevailed for so long in Italian culture.

This new focus on material culture with close attention paid to the ground and the materials, helped to create an interdisciplinary link between archaeology and the conservation methods put forward by Cesare Brandi, on which the operational activities of the Istituto Superiore per la Conservazione ed il Restauro (ISCR) are based.

Increased excavation activity by the local Superintendencies in the 1960s and 1970s together with the emergence of stratigraphic archaeology on the British model, involved closer attention to material culture and to conservation problems during the excavation.

The new trends in archaeology, with more attention to managing the territory and the context, were reflected in ISCR's activities not only in the research field but also in the training of restorers with the start of a new course on restoring ancient metals and artifacts in 1969-70. The excavation



Prelievo in pane sullo scavo con schiuma poliuretana e sciabole da stacco.
Field conservation: lifting the block using polyurethane foam and large chisels to detach it



Tomba 594: messa in luce degli elementi costituenti la decorazione del gonnellino.
Tomb 594 Preliminary cleaning to bring in light the decoration of the short skirt.

di impostare una proficua collaborazione con l'Università le soprintendenze di Roma e Ostia, affiancando agli archeologi sullo scavo i restauratori e gli allievi del nuovo Corso di restauro dei metalli e suppellettili antiche (avviato nel 1969-70) per interventi diretti sui manufatti e per il recupero delle tombe. Si affermò infatti la consapevolezza che il problema conservativo sorge nel momento stesso dello scavo. Lo scavo archeologico costituisce un momento traumatico ed essenzialmente distruttivo nella storia del reperto e del suo contesto. Ogni materiale sepolto, dopo una fase iniziale di degrado, tende a raggiungere un equilibrio con l'ambiente di giacitura. Questo equilibrio ne permette la sopravvivenza. L'improvviso impatto con l'ambiente esterno, cioè lo scavo, interrompe bruscamente tale stato, creando una nuova situazione ambientale alla quale il reperto tenderà ad adattarsi, modificando la sua struttura chimico-fisica. Fino a pochi decenni fa il restauro archeologico era concepito come un intervento che aveva inizio sul tavolo di un laboratorio, spesso decenni dopo il rinvenimento. L'evolversi dell'archeologia stratigrafica, grazie alla sua particolare attenzione al suolo e ai materiali, ha sottolineato un dato essenziale: per la sopravvivenza del reperto è decisivo quanto si fa o non si fa al momento in cui il manufatto comincia a emergere nello strato archeologico. Il pronto intervento sullo scavo è quindi l'insieme di metodologie conservative da applicare sul campo per evitare i danni che potrebbero verificarsi nelle fasi successive allo scavo e durante l'immagazzinamento. Esso comprende sia le operazioni di recupero e stabilizzazione di reperti fragili sul terreno sia i primi interventi da condurre *in situ* sulle strutture per limitare i fenomeni di degrado conseguenti al cambiamento di *status* chimico-fisico legati alla loro messa in luce. Esso costituisce un momento di riflessione comune tra la disciplina archeologica e quella della conservazione. L'acquisizione di una maggiore consapevolezza conservativa da parte dell'archeologo e la reciproca comunicazione di informazioni ed esperienze sono alla base della filosofia del *minimo intervento*. Crollato il mito dell'onnipo-

of proto-historic necropolis in Latium (Decima and Osteria dell'Osa) and archaic sites of Sant'Omobono and Pratica di Mare involved close collaboration with the local Superintendences and universities, with restorers and students from the ISCR working alongside the archaeologists on site. Field archaeologists and conservators began to realise that conservation problems start at the same time of excavation which constitutes a traumatic and essentially destructive event in the history of the archaeological object and its context. Every buried material, after an initial phase of deterioration, tends to reach an equilibrium with its underground environment. And this equilibrium enables it to survive.

The sudden impact with the external environment – that is, the excavation – brusquely interrupts the state of equilibrium, creating a new environmental situation which the item tends to adapt to by modifying its chemical and physical structure. Up until quite recently, archaeological conservation was viewed as something that began – sometimes many years after the find – on the specimen table in a laboratory.

The development of stratigraphic archaeology, thanks to its particular attention to the ground and the materials, highlighted an essential fact – the chances of an object surviving are determined by whatever is done or not done at the moment when the find begins to emerge from the archaeological stratum.

On-site conservation is therefore the set of conservation activities to be applied on the field to avoid the damage that might occur immediately during excavation and storage.

It includes not only recovery and stabilisation operations of fragile objects on the field but also the first actions to be taken *in situ* to limit deterioration of the objects resulting from the change in the chemical and physical state due to their being brought to light. It constitutes a moment of mutual communication between archaeological and conservation disciplines. More awareness



Recupero del
pendente
destro.
Lifting of the
right bronze
pendant.



Riposizionamento
sul grafico dei
reperti pertinenti
al primo strato.
After preliminary
clearing the items
from the first
layer are
positioned
temporarily on a
1/1 drawing on
acetate sheet.

tente consolidante miracoloso da utilizzare sul campo ci si è resi conto che la prima regola del pronto intervento è una precisa individuazione del limite tra le operazioni che possono essere eseguite da un archeologo e quelle che richiedono, per la raffinatezza delle tecniche specifiche, l'intervento di uno specialista della conservazione. Per quanto possa sembrare banale sottolinearlo, è la manualità del restauratore, insieme alla sua capacità diagnostica, il dato che garantisce un corretto recupero.

L'asportazione in blocco di reperti o strutture archeologiche è un caso molto frequente. La scelta è spesso determinata da situazioni di giacitura di grande complessità, con numerosi materiali strettamente connessi tra loro, spesso rilevabili solo in tracce. Tale metodologia consente di ottenere informazioni su materiali ed elementi che rischierebbero di andare irrimediabilmente perdute nei tempi necessariamente più rapidi di uno scavo sul campo. Il problema della conservazione dei pani di terra è molto complesso, non essendo possibile stabilizzarli. La correttezza e l'utilità di questa metodologia di prelievo sono strettamente subordinate alla tempestiva esecuzione del microscavo e delle conseguenti operazioni conservative. Infatti all'interno del blocco i fenomeni di degrado continuano a progredire senza possibilità di controllo. La terra inoltre, disidratandosi, subisce un ritiro dimensionale, con formazione di crepe o fratture che possono dislocare o danneggiare i materiali contenuti. Con il termine *microscavo* si intende la serie di operazioni di scavo stratigrafico e conservazione che si effettuano in laboratorio sui reperti contenuti in una porzione di deposito archeologico asportata in blocco dal terreno di giacitura. Si tratta quindi di un'operazione complessa nella quale i principi della stratigrafia archeologica si coniugano con le esigenze conservative e l'applicazione di metodologie specifiche.

L'elevato numero di ritrovamenti di complessi tombali orientalizzanti provenienti dai siti di Alianello (MT) e Chiaromonte (PZ) effettuati negli anni '80 post-terremoto Irpinia, (circa 500 tombe staccate in blocco per la loro com-

of conservation issues and reciprocal communication of information and experience are the basis of the *minimum intervention* approach.

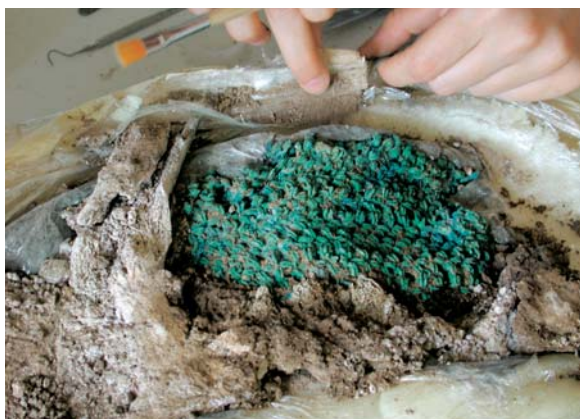
Having discovered that there is no miraculous consolidating agent to be used on site, we realised that the first rule of emergency action is setting the limit between operations that can be conducted by an archaeologist and those that require the intervention of a conservation specialist, due to the complexity of specific techniques. However banal the statement might seem, it is the manual skill of the conservator, together with the diagnostic ability, that is the most important factor to ensure correct recovery.

Lifting archaeological materials in a block on site is a very frequent case. The decision is often determined by highly complex on-site situations, with numerous items closely linked to one another, often only identifiable in traces. This method makes it possible to obtain information on materials and elements that would risk being irremediably lost during the more rapid timing of a field excavation. The problem of conserving the lifted blocks is very complex since it is not possible to stabilise them.

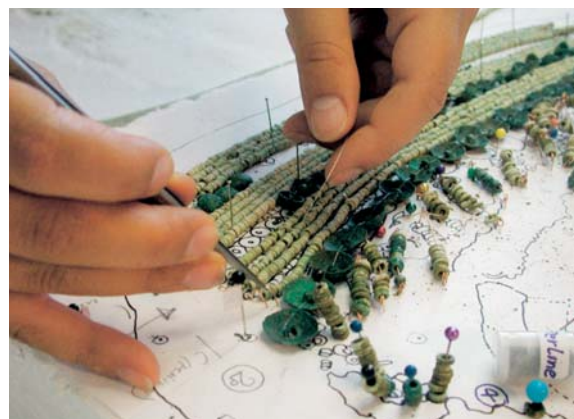
The usefulness of this method depends on prompt micro-excavation in the laboratory accompanied by conservation actions. Inside the block, the deterioration continues to take place without any possibility of control. Furthermore, the dirt begins to shrink through a process of dehydration, leading to the formation of cracks or fractures that may dislodge or damage the objects concealed inside.

The term *micro-excavation* refers to a series of operations involving stratigraphic excavation and conservation carried out in the laboratory on the archaeological materials contained in a lifted block. This is a complex operation in which stratigraphic principles are allied with the needs of archaeological conservation and the application of specific methodologies.

In the 1980s after the earthquake in Irpinia, a large number of burial complexes, belonging to the Orientalizing period, were discovered in Alianello



Pulitura della parte interna del cinturone dopo il ribaltamento. Cleaning of the belt after the block was turned over.



Rimontaggio provvisorio degli elementi in faience del cinturone. Temporary replacement of the belt faience elements.

plexità e ricchezza) ha indotto l'ICR a individuare una standardizzazione delle metodologie per le indagini preliminari, la documentazione, lo scavo, le operazioni conservative, al fine di fornire una prassi operativa uniforme a interventi compiuti da operatori differenti.

Questa metodologia, messa a punto nei cantieri didattici dell'ICR, è stata poi applicata a situazioni complesse provenienti da altri siti della Basilicata (Guardia Perticara, Latronico, Santa Maria d'Anglona) e italiani (Tomba della regina da Sirolo) con situazioni di giacitura e numero di reperti di estrema complessità.

MICROSCAVO

Alianello (MT) - tomba 594 (VII secolo a.C.)

La tomba 594 proveniente da Alianello (MT) era stata recuperata dalla Soprintendenza Archeologica della Basilicata in un blocco di terra rinforzato con gesso. La tomba è stata oggetto di un cantiere didattico diretto dalla dottoressa Giovanna De Palma, coordinato dalle restauratrici Paola Donati, Elisabeth Huber e Maria Elisabetta Prunas con la partecipazione degli allievi dei corsi dell'ICR.

Le fasi dell'operazione di microscavo possono essere così schematizzate:

- documentazione preliminare grafica e fotografica;
- prima pulitura per mettere in evidenza i materiali del corredo e le connessioni più evidenti tra i vari elementi. La pulitura viene eseguita con specilli, pennelli ed alcool etilico. Questa pulitura preliminare evidenzia gli elementi del corredo che costituiscono il primo strato;
- documentazione e prelievo: dopo la prima pulitura i reperti costituenti il primo strato vengono documentati graficamente e posizionati provvisoriamente su un grafico 1/1 su fogli di acetato che vengono aggiornati con il proseguire delle operazioni;
- consolidamento: la presenza di elementi di raccordo presenti solo in tracce

(Matera) and Chiaromonte (Potenza). About 500 elaborate burials were lifted individually in blocks. The need to preserve all these items led ISCR to identify methodologies for preliminary investigation, documentation, excavation, conservation operations, in order to provide a uniform procedure for activities carried out by different operators.

This methodology, verified by the means of didactic worksites of the ISCR, was then applied to complex situations not only on other sites in Basilicata (Guardia Perticara, Latronico, Santa Maria d'Anglona) but also in the rest of Italy (Tomba della regina from Sirolo) on a large number of extremely complex burial items.

MICRO-EXCAVATION

Alianello (Matera), tomb 594 (VII century BC)

Tomb 594 from Alianello (Matera) was recovered by the Basilicata Archaeological Superintendence as a block reinforced with plaster. The tomb was the focus of a training worksite directed by Giovanna De Palma, coordinated by conservators Paola Donati, Elisabeth Huber and Maria Elisabetta Prunas with the participation of students from ISCR's courses.

The phases of the micro-excavation operation can be summarised as follows:

- initial graphic and photographic documentation;
- preliminary cleaning to bring to light the grave goods and the most evident links between the elements. The work was carried out with probes and brushes using ethyl alcohol. This step highlights the elements of the first layer;
- documentation and recording: after preliminary cleaning, the items in the first layer are documented graphically and positioned temporarily on a 1/1 drawing on acetate sheets that are updated stage by stage;
- consolidation: the presence of linking elements only in traces or the extremely precarious state of preservation of many items, made it necessary to lift small blocks of single objects from the main block. This method was



Rimontaggio degli elementi del cinturone sul grafico.
Replacement of the belt elements on the drawing.



Ricostruzione di parte degli elementi del corredo su supporti idonei
Reassembly of grave goods on adequate support.

o lo stato di conservazione estremamente precario spesso suggeriscono di procedere effettuando piccoli recuperi in blocco di singoli reperti complessi all'interno del pane. Tale modalità è stata applicata al cinturone. Esso era costituito da una maglia di bronzo alternata a file di *faïence* e borchie metalliche e risultava essere indossato. È stato necessario consolidare la maglia del cinturone per separare la terra del reperto dalla terra del pane principale. Il blocco distaccato è stato poi ribaltato con l'uso di un supporto in schiuma poliuretana e *microscavato* dal retro per non perdere nessuna informazione.

L'operazione di ribaltamento è stata eseguita più volte per permettere un'efficace pulitura.

Un'analogha procedura è stata applicata per molti degli altri reperti come i due pendagli costituiti da lamine in bronzo con decorazioni incise e catenelle pendenti di bronzo.

Trattamenti di pulitura, incollaggi e integrazioni formali:

- le operazioni di pulitura sono state finalizzate alla rimozione dei prodotti di corrosione instabili e dei depositi incoerenti e indirizzate alla conservazione delle tracce sia di tessuto che di filati. Nel caso in cui tali materiali organici sono a diretto contatto con i manufatti metallici è possibile una mineralizzazione delle fibre;
- le operazioni di incollaggio dei frammenti sono state effettuate con resina epossidica pigmentata per i manufatti metallici e con resina acrilica per quelli in pasta vitrea, *faïence* e ambra;
- le integrazioni hanno contribuito a restituire la coesione strutturale ai reperti. Esse sono state realizzate con resina epossidica pigmentata per i manufatti metallici in pasta vitrea e *faïence*, con cera microcristallina pigmentata per quelli in ambra. I vaghi di *faïence* mancanti, che avrebbe reso difficile la lettura del cinturone, sono stati integrati con vaghi in resina e uniti alla parte in maglia di bronzo.

used for the belt which encircled the waist. The belt was made up of bronze mesh alternating with rows of *faïence* and metal studs. The mesh of the belt had to be consolidated to lift the object in block.

The detached block was then inverted onto a supporting layer of polyurethane foam, and micro-excitation took place from the back so as not to lose any information.

The block was turned over several times during the cleaning process.

A similar procedure was used for many other objects such as the two pendants made up of bronze laminas with incised decorations and fine bronze chains.

Treatments for cleaning, gluing and formal integrations:

- cleaning operations were designed to remove unstable corrosion products and loose deposits, and to conserve the traces of textiles and threads. In cases where organic material was in direct contact with metal items, it was possible a mineral replacement of the textile fibres;
- gluing the fragments together was carried out with coloured epoxy resin for the metal items and with acrylic resin for those in vitreous paste, *faïence* and amber;
- integrations helped to recreate the structural cohesion of the remains. They were carried out with coloured epoxy resin for the metal items, vitreous paste and *faïence*, and with coloured micro-crystalline wax for those in amber. The missing *faïence* beads were integrated with resin new elements joined to the part in bronze mesh. to help the readability of the artifacts.

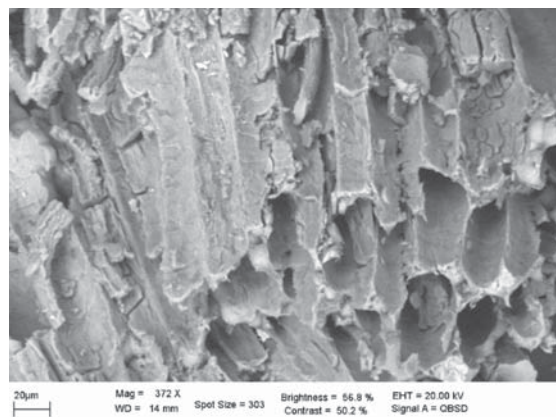
Mounting and supports

The complexity of the belt and the short skirt or tunic, consisting of different elements and materials, made it necessary to use two different types of support:

- a synthetic cloth support to connect the various elements originally sewn



Immagine allo stereo microscopio di un tessuto mineralizzato realizzato con un articolato intreccio di filati (saia spezzata capovolta).
Image by stereo-microscope of mineralised cloth made with a complex twist of threads (herringbone twill weave).



Impronte di fibre di lana al microscopio elettronico a scansione.
Imprint image of wool fibres by scanning electronic microscope.

Montaggio e supporti

La complessità del cinturone e del gonnellino, manufatti costituiti da elementi e materiali diversi, ha reso necessaria la realizzazione di due differenti dispositivi di supporto:

- un tessuto sintetico per collegare i diversi elementi originariamente cuciti sul cuoio del cinturone e sul tessuto della veste;
- una lastra in metacrilato, sagomata a caldo sul calco del reperto, a riproporre la conformazione della giacitura anche nell'esposizione.

Indagini conoscitive su materiali tessili archeologici recuperati da scavo

Le indagini relative allo studio di reperti archeologici composti di materiale organico vengono generalmente svolte su piccoli frammenti di materiale che, per determinate condizioni ambientali, non sono stati completamente degradati da processi biologici e chimico-fisici che si svolgono nel sottosuolo in presenza di umidità. Il caso più frequente ha luogo quando il materiale organico si trova a contatto con oggetti metallici. Complessi fenomeni di combinazione e/o sostituzione del materiale organico con prodotti minerali consentono una pseudo-conservazione del reperto organico.

Nel caso di resti tessili, con l'ausilio di uno stereomicroscopio, è possibile eseguire una lettura delle caratteristiche tecnologiche di manifattura che, oltre a costituire un'importante testimonianza storica, aiuta a ipotizzare la funzione che poteva avere il manufatto. Inoltre, con osservazioni condotte al microscopio elettronico a scansione (SEM) è possibile anche identificare il tipo di fibra tessile utilizzato.

onto the leather of the belt and the fabric of the clothing;

- a sheet of metacrylate, cut to match the shape of the objects, to recreate the layout of the remains in the display.

Examining archaeological textiles from the excavation

Examining archaeological remains of organic material usually takes place on small fragments which, due to environmental conditions, have not been completely destroyed by biological, chemical and physical processes that take place underground in the presence of humidity. The most frequent case is when organic material is in contact with metal items. Complex phenomena of combination and/or replacement of organic material with mineral products lead to the pseudo-conservation of organic remains.

In the case of textiles remains, a stereo-microscope can be used to investigate the technological features of the cloth which, besides being an important historical trace, help towards discovering what purpose it served. Moreover, observation under scanning electronic microscope (SEM) makes it possible to identify the type of fibre used.



Tomba 594 al termine del microscavo e restauro.
Tomb 594. Grave goods after microexcavation and restoration.

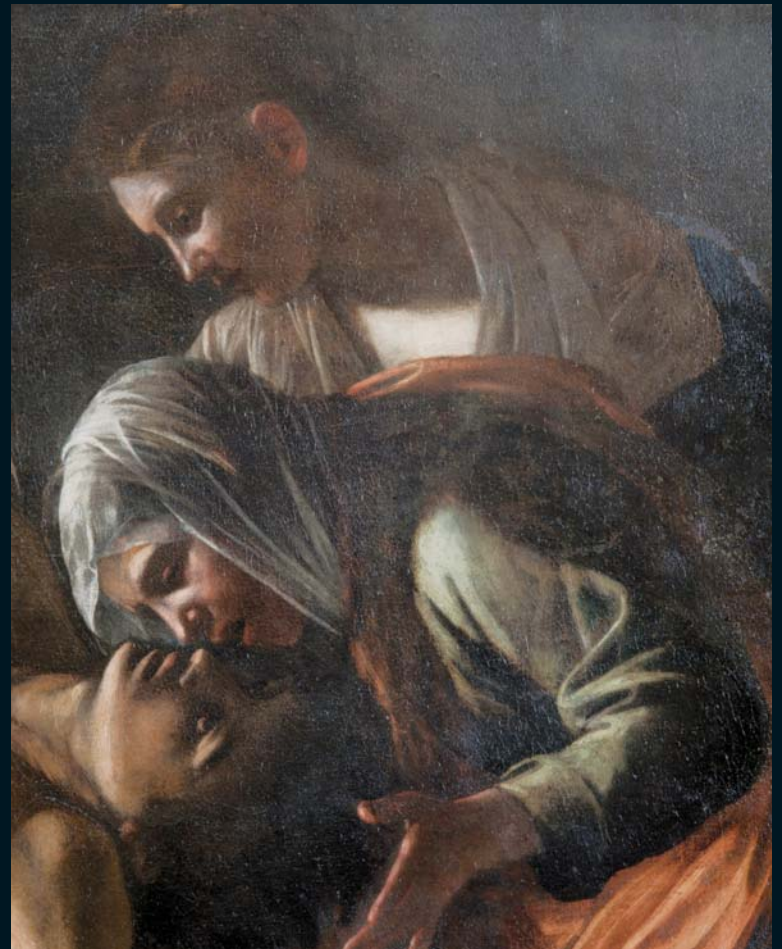
Bibliografia

- G. DE GUICHEN, *L'oggetto interrato, l'oggetto disinterrato*, in *La Conservazione sullo scavo archeologico*, Roma 1986, pp. 25-34.
- C. SEASE, *Pronto intervento sui reperti di scavo*, in *La Conservazione sullo scavo archeologico*, Roma 1986, pp. 35-56.
- G. DE PALMA, *Museo Nazionale della Siritide, Policoro. Interventi e contributi metodologici al microscavo della tomba 110 di Chiaromonte*, in *Atti del XXVII Convegno di Studi sulla Magna Grecia*, Taranto 1988, pp. 690-695.
- G. DE PALMA, *Il pronto intervento sullo scavo*, "Archeo", VII, 1, 83, gennaio 1992, pp. 62-66.

I dipinti su tela di grande formato

Large format paintings on canvas

**Anna Maria Marcone, Daila Radeglia, Carla Zaccheo,
Fabio Talarico, Mauro Torre, Fabio Aramini,
Maria Rita Giuliani**



Supporti e vernici

La lunga storia dell'ICR è contrassegnata, in tutta la sua evoluzione, dal restauro di opere di Caravaggio. Esaminando gli interventi eseguiti, a partire dal 1942 fino a ora, si possono rintracciare tutti i passi compiuti in filoni cardine della ricerca e metodologia dell'Istituto. Dall'attenzione per la correlazione tra ambiente e opera, all'individuazione delle cause di degrado per prevenirne il ripetersi, allo sviluppo delle tecniche analitiche e radiografiche in particolare. Sono state accolte complessivamente diciassette opere, di cui sei solo per indagini e undici per un intervento di restauro completo.

Nel campo dei dipinti su tela l'Istituto si è particolarmente concentrato sui problemi di tensionamento del supporto e dello studio dei materiali per la reintegrazione e la verniciatura.

Tensionamento del supporto

Un dipinto su tela è essenzialmente costituito da materiali (tessuto in fibra tessile naturale, telaio ligneo, strati preparatori contenenti spesso colla, strati pittorici) fortemente reattivi alle variazioni termoisometriche ambientali e soggetti a restringimento o rilassamento. È quindi particolarmente importante lo studio dell'ambiente di collocazione e di strutture di sostegno che possano assecondare eventuali movimenti del supporto. Una tela non correttamente tensionata è soggetta a numerose forme di degrado che si ripercuotono su tutti i suoi strati ed elementi costituenti; deformazioni del telaio, ondulazioni e grinze nel supporto, perdita di adesione e caduta degli strati pittorici, per citare solo i danni più diffusi. Nell'ambito dei telai si è passati dalle prime strutture lignee con la possibilità di espansione manuale delle opere siciliane, al tensionamento continuo lungo tutto il perimetro del dipinto regolabile tramite molle delle opere di Malta e di S. Luigi dei Francesi, fino ad arrivare a strutture metalliche sempre a tensionamento continuo tramite molle azionabili manualmente o automaticamente in uso attualmente.

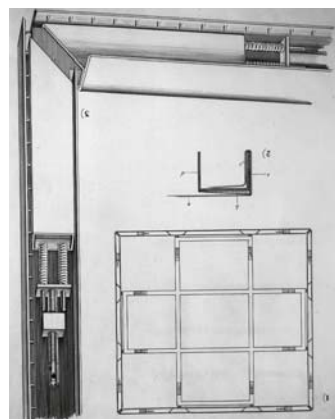
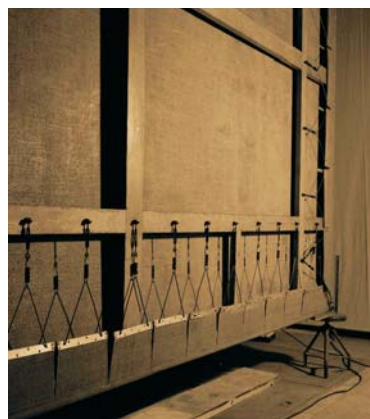
Supports and varnishes

The long history of the ICR, throughout its evolution, is marked by the restoration of Caravaggio's works. Examining the projects, starting from 1942 up to the present day, we can trace in detail all the stages in the development of the Institute's research and methodology. For example, the attention given to the correlation between a work and its surrounding environment, to identifying the causes of deterioration in order to prevent their repetition, to the development of analytical techniques especially radiography. Overall, seventeen works have been handled by the Institute, of which six only for study and eleven for complete restoration.

In the field of canvas paintings, the Institute has concentrated in particular on problems of tensioning the support as well as studying materials to be used for reintegration and varnishing.

Tensioning the support

A painting on canvas is basically made up of organic materials (textiles in natural fibres, wooden stretcher, preparatory layers often containing glue, paint layers) which are highly sensitive to changes in temperature and humidity, hence subject to shrinking and sagging. Therefore it is particularly important to examine where a work is housed and see whether its stretcher is capable of accompanying movements of the support. A canvas that is not correctly tensioned is subject to many forms of deterioration which have an effect on all its layers and constituent elements: warping of the stretcher, undulations and wrinkles in the support and loss of adhesion and detachment of the paint layers, to mention only the most widespread damage. Looking at the stretchers, we have moved from early wooden structures capable of manual adjustment – used on Caravaggio's works in Sicily – to continuous tensioning along the whole perimeter of the painting regulated by springs – used on the works in Malta and in the church of S. Luigi dei Francesi in Rome – up to the current use of metal structures which also have continuous tensioning, using springs which can be operated manually or automatically.



Reintegrazione e verniciatura

Gli studi sui materiali per la reintegrazione e la verniciatura costituiscono uno dei primi obiettivi dell'attività di ricerca dell'ICR fino dal momento della sua fondazione.

La riflessione sul trattamento delle vernici, originali e non, ebbe il suo apice intorno alla metà del Novecento in occasione della cosiddetta *cleaning controversy* contro le eccessive puliture praticate dalla National Gallery di Londra. Le linee guida dell'ICR furono enunciate da Cesare Brandi nel celebre articolo apparso sul *Burlington Magazine* nel 1949.

La riflessione su queste problematiche, legate in modo quasi inscindibile con la definizione del concetto di *patina*, indusse a una grande prudenza nelle puliture e a un approfondimento delle indagini scientifiche sulla materia.

La durabilità dei materiali impiegati nella presentazione estetica è fondamentale per evitare alle opere di subire un nuovo intervento in un arco di tempo relativamente breve. Nel corso degli anni, oltre a mettere a punto sistemi di pulitura molto meno tossici e in grado di solubilizzare solo vernici relativamente recenti, si sono studiati prodotti più stabili per la reintegrazione. Sulla base delle ricerche effettuate, i colori a vernice impiegati inizialmente, soggetti ad alterazioni cromatiche, sono stati sostituiti con pigmenti con legante di natura aldeidica. Lo studio delle vernici, partendo da quelle naturali, adottate nei primi interventi di restauro e facenti spesso parte dello strato finale originale, per poi passare ai prodotti di sintesi usati dal 1952, ha portato alla sperimentazione, in questi ultimi anni, di vernici alifatiche. Queste sono state formulate con l'aggiunta di additivi per stabilizzare il prodotto agli UV, di elastomeri per ottenere un film più flessibile e di agenti opacizzanti per ottenere gradazioni di lucidità. L'interferenza con la superficie pittorica è minima, lo strato svolge la funzione estetica associata a una finitura superficiale di protezione.

Retouching and varnishing

The studying of materials to be used for retouching and varnishing has always been one of the prime objectives of ICR's research activities from its foundation. Discussions about the treatment of varnishes, original and otherwise, reached a peak in the mid-twentieth century during the *cleaning controversy* concerning criticism of excessive cleaning carried out by the National Gallery in London. The ICR guidelines on this subject were set out by Cesare Brandi in a celebrated article which appeared in the *Burlington Magazine* in 1949.

The discussion of these problems, linked inextricably to the definition of the concept of *patina*, led to great care being taken over cleaning and deeper scientific study of materials.

The durability of the materials used for retouching purposes is fundamental to ensure that the work does not require further restoration in a relatively short space of time.

Over the years, apart from devising cleaning systems which are much less toxic and able to selectively dissolve only relatively recent varnishes, studies have been carried out on more stable products to be used for retouching. On the basis of this research, the varnish-based colours used initially – which were prone to colour changes – were replaced by paints using aldehyde binders.

The study of varnishes started with natural varnishes, used both in early restoration work and often forming part of the original final layer of a painting. It then moved on to synthetic products used since 1952, and then in recent years, it has led to experiments with aliphatic varnishes. These are formulated with additives to stabilise the product against UV radiation, with elastomers to obtain a more flexible film, and with opaque-making agents to obtain gradations of gloss. Interference with the paint surface is minimal, and the layer exercises the aesthetic function associated with a superficial protective finish.

Figg. 1, 2, 3, 4.

Telaio con tenditori angolari regolabili.
Telaio con tensionamento continuo
tramite molle.

Telaio a tensionamento continuo
regolabile manualmente.

Telaio con tensionamento continuo
automatico.

Stretcher with angular adjustable
turnbuckles.

Stretcher with continuous tensioning
using springs.

Manual expansion stretcher with
continuous tensioning.

Stretcher with continuous automatic
tensioning.



Fig. 5

Caravaggio, l'*Annunciazione di Nancy*,
foto a luce ultravioletta durante la
rimozione delle vernici alterate.

Caravaggio, the Nancy *Annunciation*, UV
image during cleaning of varnishes.

Fig. 6

Caravaggio, *Annunciazione di Nancy*,
dopo il restauro (2010).

Caravaggio, the Nancy *Annunciation*,
after restoration.

Il restauro del restaurato

Nell'ultimo decennio, seguendo le linee guida di una conservazione programmata, l'Istituto ha effettuato una verifica degli interventi eseguiti in passato al fine di valutarne la durevolezza. Sono stati finora *rivisitati* dipinti di differenti autori ed epoche, limitandosi alla sostituzione dei materiali alterati che compromettono l'integrità strutturale e l'istanza estetica dell'opera.

È apparso evidente che gli interventi effettuati sul supporto appaiono ancora perfettamente efficienti, mentre la fase di intervento che presenta più problemi è quella relativa alla presentazione estetica, caratterizzata quasi sempre da notevoli alterazioni delle reintegrazioni pittoriche e delle vernici finali.

Le indagini scientifiche inoltre, beneficiando dello sviluppo di nuove tecnologie, hanno fornito ulteriori elementi alla comprensione delle tecniche esecutive e dello stato di conservazione delle opere.

Recentemente sono stati revisionati tre grandi dipinti su tela; l'*Annunciazione* del Musée des Beaux-Arts di Nancy e la *Resurrezione di Lazzaro* del Museo Regionale di Messina di Caravaggio e la *Madonna con Bambino, sant'Andrea e san Gerolamo* di Lorenzo Lotto in collezione privata romana.

Caravaggio. L'*Annunciazione di Nancy*

Il dipinto, che aveva subito un traumatico intervento di trasporto da tela a tela agli inizi dell'Ottocento in Francia, era già stato restaurato dall'ICR nel 1967-69 e, a distanza di circa quaranta anni, il tensionamento del supporto e l'efficienza del telaio metallico a tensione continua erano ottimali ma richiedevano un controllo scientifico, mentre si evidenziava un ingiallimento delle vernici e un viraggio cromatico delle zone ritoccate con colori a vernice. Le parti reintegrate a tratteggio con colori ad acquerello erano invece ancora ottimamente conservate. Sono stati quindi rimossi i materiali di restauro alterati; il livello di pulitura è stato costantemente verificato tramite

Restoring the restored

Over the last ten years or so, following the guidelines of planned conservation, the Istituto has conducted checks on work carried out in the past in order to evaluate its durability. To date, a number of works by different artists and from different periods have been examined, limiting treatments to replacing altered materials that affect the structural integrity and the work's aesthetic appearance. It was clear that past work carried out on supports was still perfectly efficient, while the final aesthetic treatments have more problems, nearly always due to significant alterations in the retouching and in the final varnish layer.

In addition, progress in scientific methods of investigation, benefitting from the development of new technologies, have improved our understanding of artists' techniques and the works' condition.

Recently, the earlier restorations of three large paintings on canvas have been reviewed: these are the *Annunciazione* (Annunciation) from the Musée des Beaux-Arts in Nancy (France) and the *Resurrezione di Lazzaro* (*Resurrection of Lazarus*) from the Museo Regionale di Messina, both by Caravaggio, and the *Madonna con Bambino, sant'Andrea e san Gerolamo* (*Virgin and Child with Saints Andrew and Jerome*) by Lorenzo Lotto from a private collection in Rome.

Caravaggio. The Nancy *Annunciation*

This painting, which had undergone a traumatic transfer from canvas to canvas in the early 19th century in France, was restored by the ICR in 1967-69. Forty odd years later, the tensioning of the support and the efficiency of the continuous tension metal stretcher were optimal, but required a scientific control, while there was yellowing of the varnish and a colour change in the areas retouched using varnish paints. The parts which had been reintegrated a *tratteggio* with watercolours were still in excellent condition. Thus only the altered materials were removed, constantly verifying the level of cleaning by means of



Figg. 7, 8, 9
Caravaggio, la *Resurrezione di Lazzaro*, foto a luce ultravioletta durante la pulitura.
Caravaggio, the *Resurrection of Lazarus*, UV image during the cleaning treatment.
Caravaggio, la *Resurrezione di Lazzaro*, particolare prima del restauro.
Caravaggio, the *Resurrection of Lazarus*, particolare dopo il restauro.
Caravaggio, la *Resurrezione di Lazzaro*, particolare dopo il restauro.
Caravaggio, the *Resurrection of Lazarus*, detail after restoration.

controlli colorimetrici e fluorescenza ultravioletta (UV). Sono state anche impiegate nuove metodiche di ispezione riflettografica all'infrarosso (IR) della condizione subsuperficiale del dipinto.

Le nuove reintegrazioni sono state eseguite con colori rivelatisi stabili sulla base delle sperimentazioni scientifiche. In occasione del recente intervento sono state inoltre riesaminate tutte le sezioni stratigrafiche eseguite nel 1969, con l'intento di approfondire le conoscenze sulla tecnica di esecuzione dell'artista.

Sul dipinto è stato applicato un protocollo di analisi che prevede l'uso di tecniche analitiche non invasive (fluorescenza ai raggi X, EDXRF) e micro-invasive su sezioni stratigrafiche mediante microscopia ottica in luce visibile e ultravioletta (OM), ed elettronica con microanalisi (SEM-EDS). Le analisi hanno permesso di caratterizzare i materiali pittorici utilizzati da Caravaggio e di studiare le cause del degrado dei materiali di intervento utilizzati nei precedenti restauri.

L'indagine meccanica ha avuto la finalità di valutare i livelli raggiunti dal tensionamento e il suo andamento nel tempo in risposta alle variazioni termoigrometriche ambientali. Sono stati applicati sensori di spostamento allo scopo di rilevare il movimento relativo di due elementi perimetrali adiacenti e di controllare il livello di tensionamento del dipinto. Il rilevamento ha dimostrato che il telaio metallico è attivo, interagisce con il dipinto e modifica la propria geometria, in modo da mantenere nella giusta tensione il dipinto.

Caravaggio. La *Resurrezione di Lazzaro di Messina*

L'opera era già stata restaurata dall'Istituto nel 1951 in vista della grande mostra milanese di Caravaggio curata da Roberto Longhi. Gli interventi eseguiti sul supporto anche in questo caso erano ancora validi ma sono stati scientificamente controllati, mentre la superficie pittorica era scarsamente

colorimetric controls and UV fluorescence. New IR reflectographic techniques were also used to inspect the condition of the painting's sub-surface.

The new retouching was carried out using paints that had been scientifically tested for stability. In addition, during the restoration all the cross-sections taken in 1969 were re-examined, with the aim of finding out more about the artist's techniques.

An analysis protocol was applied to the painting which involved using non-invasive (X-ray fluorescence, EDXRF) analyses, while micro-invasive analyses were carried out on the cross-sections samples using optical microscope (OM) under visible light and UV, and electron microscope with microanalysis, (SEM-EDS). The analyses enabled us to identify the painting materials used by Caravaggio and to examine the causes of the deterioration of materials used in the previous treatment.

Mechanical studies were conducted to evaluate the level of tensioning and its performance over time in response to temperature and humidity changes in the surroundings. Movement sensors were applied to the stretcher in order to detect the relative motion of two adjacent elements on the perimeter and to check the tensioning of the painting. The results showed that the metal stretcher is active, interacting with the painting and modifying its shape so as to maintain the correct level of tension.

Caravaggio. The *Resurrection of Lazarus from Messina*

The painting was previously restored by the Institute in 1951 for the important Caravaggio exhibition in Milan curated by Roberto Longhi. Examination showed that the work carried out on the support at that time was still sound, but the painted surface was in poor condition due to the presence of whitening and micro-cracking of the thick layers of varnish, as well as alterations in the retouched areas. The painting was cleaned using a solvent mixture incorporated into a rigid gel to avoid excessive penetration and to reduce evapo-

leggibile per la presenza di sbiancamenti e microfratturazione degli spessi strati di vernice e alterazione dei ritocchi.

La miscela solvente scelta per la pulitura è stata supportata in un gel rigido, per evitarne l'eccessiva penetrazione e ridurre l'evaporazione. L'assottigliamento dello spesso strato di vernice ha fatto riaffiorare numerosi elementi della tecnica originale (incisioni, crettatura).

Terminata questa prima fase di pulitura, costantemente controllata tramite colorimetria e fluorescenza UV, si notavano ancora sbiancamenti localizzati nelle leggere depressioni create dalla deformazione delle scaglie della pelli-cola pittorica. Le analisi di laboratorio hanno evidenziato la natura organica dei residui probabilmente dovuti a un ravnivante o un adesivo impiegato in un precedente intervento. Il metodo che ha consentito di raggiungere i risultati più soddisfacenti per la rimozione, ha previsto l'impiego di gel acquosi ad alta viscosità a base di acido poliacrilico neutralizzato.

Nell'ambito dell'intervento sono state eseguite sia indagini per l'approfondimento conoscitivo della tecnica di esecuzione che sperimentazioni sulla durabilità dei materiali impiegati per la verniciatura.

È stato effettuato anche lo studio del supporto tessile che nel caso di opere dipinte viene condotto sia tramite indagini visive, eseguite direttamente sull'opera con l'ausilio di una lente tecnica, che attraverso indagini di laboratorio compiute su campioni non invasivi prelevati dai singoli teli del supporto. Le prime consentono l'individuazione dei parametri tecnologici dei tessuti componenti il supporto medesimo mentre le indagini di laboratorio, che vengono condotte con microscopio ottico a luce trasmessa (OM), sono finalizzate all'identificazione micromorfologica delle fibre tessili costitutive. Sulla base degli studi eseguiti il supporto originale dell'opera appare formato da sei teli che presentano le medesime caratteristiche tecnologiche e risultano realizzati con fibre di canapa. I teli sono assemblati tramite cuciture, cinque sono disposti in senso longitudinale e uno in senso trasversale, quest'ultimo nella parte bassa del dipinto. Il telaio ligneo è del tipo a espansione manuale, richiede l'intervento di un operatore per modificarne la geometria e applicare una nuova tensione al dipinto. Lo studio del tensionamento è stato condotto con sensori di spostamento applicati sul verso per misurare in modo *indiretto* i valori di deformazione della tela rispetto al telaio, e del telaio rispetto a una struttura metallica di sostegno assunta come riferimento indeformabile. All'aumentare della UR si rilevano l'espansione del dipinto e la diminuzione del tensionamento; al contrario per la diminuzione di UR, avviene il ritiro del dipinto e conseguente aumento del tensionamento. L'indagine ha evidenziato l'elevata reattività dei materiali che obbliga il dipinto a inseguire continuamente le nuove condizioni di equilibrio *dinamico* al variare delle condizioni ambientali.

È stata inoltre utilizzata la tecnica di misura non invasiva mediante il metodo ottico del *phase measurement profilometry*. Tale analisi ha mostrato

ration. After reduction of the thick layer of varnish several features of the original technique (incisions, craquelure) became visible.

Once this first phase of cleaning – which was constantly checked using colorimetry and UV fluorescence – had been completed, there were still some whitish spots in the slight depressions created by cupped flakes in the paint layer. Laboratory analysis of these residues showed them to be organic in nature, probably due to an adhesive or some saturating agent used in a previous restoration. The method that gave the best results removing the spots involved using an aqueous gel with high viscosity containing neutralised polyacrylic acid.

The project also involved conducting in-depth investigations of the artistic technique as well as experiments on the durability of the materials used for varnishing.

The textile support of the painting was also examined. Such examinations of paintings involve both direct visual inspection with the aid of a magnifying glass together with laboratory tests on non-invasive samples taken from individual canvases of the support. The former enables identification of the technical parameters of the textiles employed, while the laboratory investigations, carried out by transmitted light optical microscope (OM), aim to identify the micro-morphology of the textile fibres making up the canvas.

From the studies it appears that the work's original support consisted of six pieces of canvas with the same technical characteristics, and made of the hemp fibre. The pieces of canvas are sewn together, five longitudinally and one transversally in the lower part of the painting.

The wooden stretcher used the manual expansion method and required a technician to modify the size in order to apply a new level of tension to the painting. The study of the tensioning was conducted with movement sensors mounted on the back of the stretcher in order to *measure indirectly* the deformation of the canvas with respect to the stretcher, and of the stretcher with respect to a metal supporting structure acting as a non-deformable point of reference.

As the relative humidity increased, the canvas expanded and the tension diminished; conversely, as the humidity decreased, the canvas shrunk and the tension increased.

The study showed the high reactivity of the materials which force the painting to continuously follow the new conditions of *dynamic* equilibrium caused by changes in the environmental conditions. In addition, the non-invasive measuring technique of optical *phase measurement profilometry* was used and showed that the lower part of the right-hand side of the canvas was more ductile, due to lower tensioning.

A further investigation involved setting up a FEM model, in other words, a numeric simulation of the finite elements of the painting-stretcher system, characterised by identical sizes and shapes, together with other material properties. For the evaluation of the chemical and physical stability of the materials being used in the current restoration, the pigments and varnishes were exposed to

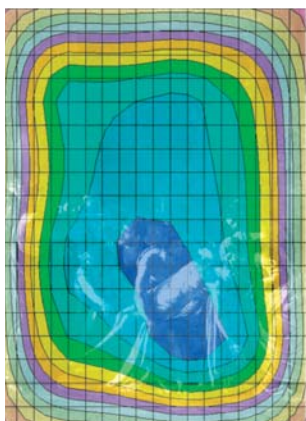


Fig. 10
Caravaggio, la *Resurrezione di Lazzaro*, mappa della cedevolezza.
Caravaggio, the *Resurrection of Lazarus*, phase measurement profilometry: map of ductility.

che la parte inferiore ha una maggiore cedevolezza sul lato destro conseguenza di un minore tensionamento.

Un approfondimento ulteriore è consistito nella predisposizione di un modello (FEM), una simulazione numerica agli elementi finiti del sistema dipinto-telaio, caratterizzato da identiche dimensioni e geometria, vincoli e proprietà reologiche dei materiali.

Per la valutazione della stabilità chimica e fisica dei materiali da impiegare nell'attuale restauro i pigmenti e le vernici di restauro sono stati sottoposti a invecchiamento artificiale ottenuto in camere climatiche con lampade che simulano la radiazione solare e con lampade UV. La risposta dei materiali è stata monitorata con tecniche di analisi di controllo fisico e chimico. La spettrocolorimetria è stata impiegata per controllare i materiali, seguendo l'andamento delle curve di riflettanza. Le alterazioni chimiche sono state monitorate mediante micro-FTIR. A seguito delle valutazioni eseguite è emersa la necessità dell'uso di stabilizzanti per rallentare il deterioramento delle vernici causato dalla radiazione UV. Sono stati individuati come idonei stabilizzanti UV appartenenti alle classi degli HALS (*Hindered Amine Light Stabilizer*) e degli *UV absorbers*. L'efficacia dei prodotti e la formulazione più idonea è stata sperimentata in laboratorio.

La verniciatura finale pertanto è stata eseguita con una resina sintetica stabilizzata.

Lorenzo Lotto. *Madonna con Bambino, Sant'Andrea e San Gerolamo*

Il dipinto di Lorenzo Lotto, firmato e datato, dato per disperso e rinvenuto da Pietro Zampetti negli anni Ottanta del Novecento, era già stato restaurato da privati. Le vernici e i ritocchi erano fortemente alterati e le lacune trattate ad *astrazione cromatica* presentavano una tonalità troppo calda e intensa, tanto da prevalere visivamente sulle parti originali.

artificial aging carried out in climatic chambers with lamps that simulate solar radiation and UV lamps. The response of the materials was monitored with techniques that analyse physical and chemical properties. These included spectro-colorimetry analyses, generating reflectance curves. Chemical alterations were monitored by means of micro-FTIR. These tests showed the need for stabilising agents to slow down the deterioration of the varnishes due to UV radiation. UV stabilisers belonging to the class of the HALS (*Hindered Amine Light Stabilisers*) and of the UV absorbers were selected as suitable for use. Laboratory tests were conducted to determine the effectiveness of the products and the most suitable formulation.

Consequently, the final varnishing was carried out using a stabilised synthetic resin.

Lorenzo Lotto. *Virgin and Child with Saints Andrew and Jerome*

This painting, signed and dated by Lorenzo Lotto, had been lost for many years and was rediscovered by Pietro Zampetti in the 1980s. While in private hands, it had undergone major restoration work.

The varnish and retouching were strongly discoloured, and the losses which had been treated with the retouching technique of *astrazione cromatica* were so warm and intense in tone that they stood out sharply from the parts with original colours.

Preliminary examination under high definition UV fluorescence clearly showed extensive losses in the protective varnish, especially in the sky and the lower part of the painting, caused by abrasions and previous restoration work. Extra information was obtained from examination using IR reflectography which showed traces of the preparatory drawings, some changes in the dimensions of St Andrew's cross, and the lowering of the figure of St Jerome, as well as many signs of the abrasions and lacunae left by the painting's conservation history. Removal of the altered materials, using a highly volatile solvent mix, brought to light the original colours which essentially employed cool tones, as well as details of Lorenzo Lotto's refined painting techniques. The work was painted on damasked canvas, with a preparation of gesso and glue like that used for painting on wooden panels. The actual painting involves laying warm lacquer glazes over cooler under layers providing the rich use of colour typical of the mature Venetian style. but the paint layer contains veiled lacquer hints combining warm and cold tones, overlaid with the rich hues typical of the mature Venetian style. The losses, previously treated with technique of *astrazione cromatica*, were reconstructed in watercolours using the *tratteggio* technique. Much of the reconstruction of the losses was based on a 19th century copy of the work, now in the town of Fermo. In the large loss on the lower border, a small piece of the precious original canvas was left visible; biological analyses carried out on micro-samples of the cloth showed that it was woven from thin, silvery linen fibres.



Figg. 11, 12
Lorenzo Lotto, *Madonna con Bambino, Sant'Andrea e San Girolamo* (Collezione privata), particolare dopo il restauro con la tela lasciata a vista.

Lorenzo Lotto, *Virgin and Child with Saints Andrew and Jerome*, detail after restoration with canvas left in view.
Lorenzo Lotto, *Madonna con Bambino, Sant'Andrea e San Girolamo* (Collezione privata), particolare prima del restauro con ritocchi alterati.

Lorenzo Lotto, *Virgin and Child with Saints Andrew and Jerome*, detail before restoration with altered retouching.

L'esame preliminare in fluorescenza UV ad alta definizione ha messo in evidenza forti discontinuità della vernice protettiva, in particolare nel cielo e nella parte inferiore del dipinto, causata da abrasioni e precedenti interventi di restauro. Informazioni supplementari sono emerse dall'esame riflettografico IR che ha evidenziato tracce di disegno preparatorio, alcune modifiche nelle dimensioni della croce di Sant'Andrea e l'abbassamento della figura di San Girolamo, nonché numerosi segni delle abrasioni e delle lacune lasciate dalla storia conservativa del dipinto.

La rimozione dei materiali alterati, con miscela solvente molto volatile, ha messo in luce la cromia originale dell'opera basata essenzialmente su tonalità freddi, particolari della raffinata tecnica di esecuzione di Lorenzo Lotto. L'opera è eseguita su tela damascata, con preparazione a gesso e colla come per la pittura su tavola, ma la stesura pittorica sovrappone velature di lacche di tonalità calda a basi cromatiche più fredde con esiti di ricco colorismo tipico della pittura veneta matura. Le parti mancanti, prima eseguite ad astrazione cromatica, sono state reintegrate con colori ad acquerello a tratteggio servendosi come ausilio per la ricostruzione delle lacune di una copia ottocentesca dell'opera conservata a Fermo. Nella grande lacuna del margine inferiore è stata lasciata in vista la preziosa tela originale che risulta, dalle indagini biologiche eseguite su microcampioni di materiale tessile, tessuta con sottili e lucenti fibre di lino.

Bibliografia

- C. BRANDI, *The Cleaning of Pictures in Relation to Patina, Varnishes and Glazes*, "Burlington Magazine", 1949. La traduzione italiana è stata pubblicata in C. BRANDI, *Teoria del restauro*, Torino 1977.
- D. RADEGLIA (a cura di), *L'Annunciazione di Nancy di Michelangelo Merisi da Caravaggio*, "Bollettino ICR - Nuova serie", 2011, 5-84.
- D. RADEGLIA (a cura di), *Caravaggio La Resurrezione di Lazzaro*, Roma 2012.
- FABIO ARAMINI, MARIA RITA GIULIANI, ANNA MARIA MARCONE, FABIO TALARICO, MAURO TORRE, *La Pala di Fermo di Lorenzo Lotto*, "Bollettino ICR - Nuova serie", 2012, 25-26.

Fig. 13
Lorenzo Lotto, *Madonna con Bambino, Sant'Andrea e San Girolamo* (Collezione privata), insieme dopo il restauro.

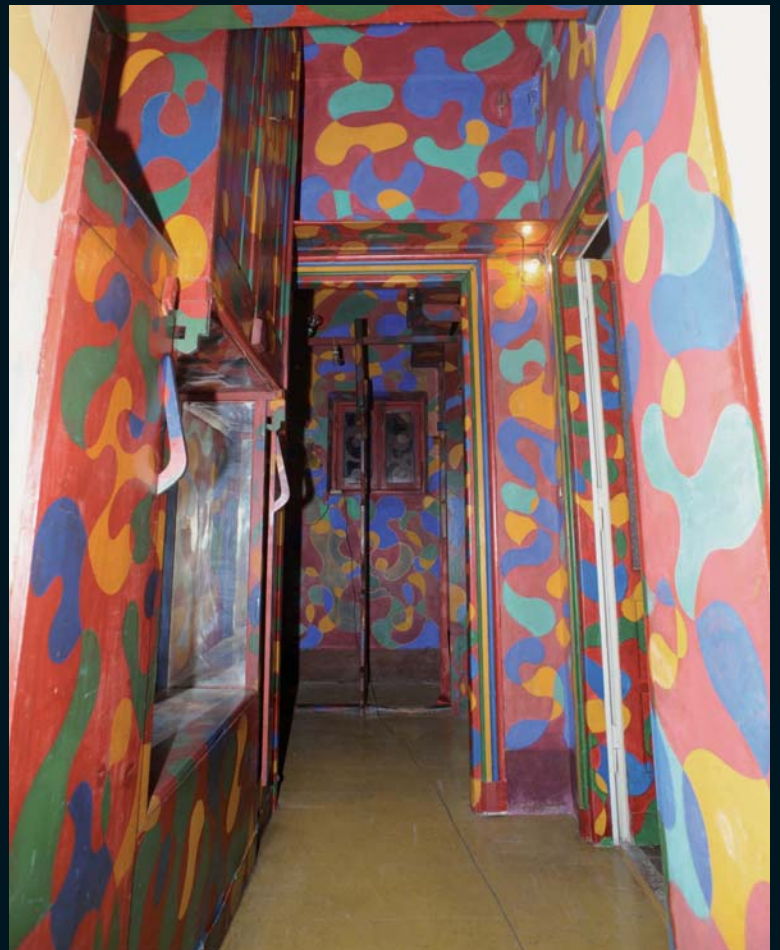
Lorenzo Lotto, *Virgin and Child with Saints Andrew and Jerome*, the whole after restoration.



Il restauro dell'arte contemporanea

Restoring contemporary art

Grazia De Cesare, Patrizia Miracola, Paola Iazurlo,
Giancarlo Sidoti



Perché? Un approccio di metodo

Parlare di salvaguardia, restauro, conservazione dell'arte contemporanea può sembrare, a un vasto pubblico, una contraddizione, in quanto un'opera fisicamente *nuova* sembrerebbe non aver bisogno di restauro, anche perché la parte più rappresentativa della produzione artistica contemporanea ha una sua limitata temporalità legata all'uso, da parte degli artisti, di materiali non durevoli in tempi molto lunghi, o comunque atipici e quindi dal comportamento poco conosciuto (a differenza di quelli tradizionali, sui quali ci sono secoli di letteratura). L'artista contemporaneo è espressione del tempo in cui vive, e si rivolge ai materiali disponibili sul mercato che sperimenta liberamente, senza porsi spesso il problema della loro durabilità.

Talvolta vi sono artisti che utilizzano il deterioramento del materiale come espressione del loro messaggio artistico, come Burri ad esempio nel *Grande Rosso*; in questo senso le nuove alterazioni di modesta entità che si possono verificare nel tempo, sicuramente non provocano una perdita della qualità estetica dell'opera, e possono pertanto essere oggetto di limitati interventi conservativi.

D'altronde fin dalle prime avanguardie del Novecento gli artisti hanno iniziato a sperimentare materiali nuovi per le loro creazioni, e il concetto stesso di una temporalità dell'opera, di limitata durabilità, è stato spesso parte essenziale della loro espressione artistica; Braque nel 1912 realizzerà il suo primo collage a carboncino su carta *Piatto di frutta*, dove utilizzerà anche inserti di tappezzeria per evidenziare particolari significativi della composizione.

Il quesito che si pone diventa quindi non se restaurare o no, ma come garantire la salvaguardia e la conservazione dell'arte contemporanea, nel rispetto dell'impostazione della *Teoria del Restauro* di Cesare Brandi, espressione di un metodo di approccio al restauro valido per più ambiti di ricerca e applicabile pertanto anche a problematiche nuove.

Why restore? A methodological approach

To the general public the restoration of contemporary art could appear a contradiction since it might seem an art work that is physically *new* would not have the same need of restoration as an older work. However, the most representative works by contemporary artists have a limited life span due to the use by the artists of materials which do not survive very long or whose use is in any case atypical, and thus have unknown long-term behaviour (unlike traditional materials and technique about which we have centuries of writings). Contemporary artists are an expression of the time they live in, and they use whatever materials are available, experimenting freely with them without often worrying about their durability.

There are also some artists who use the deterioration of material as expression of their artistic message, such as Burri in his *Grande Rosso*; in these cases, any small new deteriorations that may occur over time certainly do not lead to a loss of the work's aesthetic quality, and can therefore be the subject of limited conservation work.

On the other hand, since the early avant-garde of the 20th century, artists began to experiment with new materials, and exactly this concept of an artwork's temporality, limited in time, has often been an essential part of their artistic expression: in 1912, Braque made his first collage *Fruit dish* using charcoal on paper and pieces of coloured wallpaper to highlight significant details of the composition.

The doubt is therefore not whether to restore or not, but how to ensure the protection and conservation of contemporary artworks, respecting the ideas put forward in Cesare Brandi's *Teoria del Restauro*, the expression of a method of approach to restoration valid for many fields of study and thus also applicable to new problematic situations.

Therefore, even more so than for traditional works, the conservation of contemporary artworks should be viewed in the widest sense as a complex sys-

Pertanto, ancor più che per le opere tradizionali, la conservazione dell'arte contemporanea va intesa nel senso più ampio di sistema complesso di studi, indagini, progetti, sperimentazioni, interventi indiretti di prevenzione e ricerche sui materiali.

Sinteticamente i principi fondamentali a cui richiamarsi sono: l'assoluta individualità di ogni opera d'arte sotto l'aspetto sia materico che formale; la necessità di un approccio interdisciplinare, sicuramente indispensabile quando si ha a che fare con materiali e tecniche senza precedenti; la conservazione preventiva, come unica soluzione in presenza di *realità artistiche* di complessa e non durevole consistenza fisica.

L'Istituto Superiore per la Conservazione ed il Restauro ha avvertito da tempo la necessità di ampliare il proprio tradizionale campo di interessi, includendo tra gli obiettivi lo studio e la ricerca sul restauro delle opere d'arte contemporanea, facendone al tempo stesso oggetto di specifica formazione per gli allievi della Scuola di Alta Formazione.

Il laboratorio di restauro dei materiali dell'arte contemporanea nasce appunto nella seconda metà degli anni '90 dall'esigenza di approfondire la conoscenza dei materiali artistici di produzione industriale, con particolare attenzione al campo pittorico, e dei problemi conservativi ad essi connessi. Gli studi affrontati sulle opere d'arte contemporanea si indirizzano sulle forme d'espressione artistica caratterizzate dall'introduzione di materiali nuovi, come i leganti pittorici industriali – con formulazioni chimiche non ancora conosciute nell'ambito della conservazione – e i relativi supporti sia tradizionali che atipici, includendo tra questi anche le plastiche.

Punto di partenza per ogni intervento è l'acquisizione dei dati forniti dall'artista o dalla sua memoria più diretta, sul messaggio dell'opera, la tecnica d'esecuzione e i materiali utilizzati, da interpretarsi però sempre criticamente. A seguire, lo studio della tecnologia dei materiali costitutivi, spesso formulati per un tempo-vita relativamente breve, diviene un campo nuovo di ricerca, da affrontare recuperando la letteratura industriale. A queste informazioni risulta fondamentale unire il riscontro sull'opera tramite indagini diagnostiche, molto più complesse che nel campo dell'arte tradizionale, proprio per la grande novità dei materiali, la loro variabilità e la mancanza di standard di riferimento: fondamentale in tal senso la collaborazione con i laboratori di chimica e prove sui materiali, di biologia, di fisica e controllo ambientale, oltre che con gli storici dell'arte. Per progettare l'intervento, la creazione di modelli che riproducono la tecnica dell'opera da trattare diventa strumento di routine, indispensabile per verificare il comportamento del manufatto e sperimentare i trattamenti ipotizzati.

Rispettando tale impostazione di metodo, in continuità con il principio brandiano del restauro, secondo il quale «si conserva solo la materia dell'opera d'arte» che è portatrice della rivelazione artistica, nel corso degli ultimi quindici anni, il laboratorio mira ad approfondire la conoscenza dei

tem of studies, analyses, experimentation, indirect preventive treatments and materials research.

Briefly, the main principles involved are: the absolute individuality of every work of art both formally and in terms of its materials, the need for an interdisciplinary approach, especially indispensable when dealing with materials and techniques without precedent and preventive conservation as the only solution to the *artistic realities* made of complex materials which do not last.

The ISCR has long been aware of the need to expand its traditional fields of interest to include the study and research on restoration of contemporary artworks and at the same time making the field part of the specialised training for students at the Advanced Training School.

The conservation studio for contemporary art materials was set up in the second half of the 1990s due to the need to extend knowledge of artistic materials produced industrially, with particular attention to the field of painting and the conservation problems linked to it. The studies of contemporary artworks focus on forms of artistic expression characterised by the introduction of new materials, such as industrial paint binders – with chemical formulas still unknown in the conservation field – and their supports both traditional and atypical, which may include plastics.

The starting point for each project is the acquisition of information provided by the artist or by someone who had direct contact with the artist concerning the work's message and the techniques and materials used. Such information should always be examined critically. The next step is the study of the technology of the constituent materials, often formulated for a relatively short life-span. This has become a new field of research to be conducted by uncovering the industrial literature. To this information must be added information about the work from diagnostic analyses. These are often much more complex than those for traditional artworks, because they concern totally new materials which may be highly variable in behaviour and lack standards of comparison. It is thus essential to collaborate with chemical and materials testing laboratories as well as, biological, physical and environmental control laboratories, in addition to art historians.

In order to plan the conservation treatment, the creation of models to reproduce the techniques of the artwork becomes a routine tool, indispensable for verifying the behaviour of the artwork and for testing possible treatments.

In respect of this methodology, in line with Brandi's principle of restoration, according to which "one can only conserve the material of a work of art" – where it is the material which reveals the work's artistic message – over the last fifteen years, the studio has worked to increase knowledge of new materials in order to prevent and resolve their deterioration. It has carried out a

nuovi materiali per prevenire e curarne i fenomeni di degrado, e ha affrontato una serie di casi-studio su oli, tempere, acrilici, vinilici, smalti alchidici, olio-resine e nitrocellulose, cere, alcune plastiche che costituiscono una nuova banca dati di riferimento, sempre accessibile tramite pubblicazioni e partecipazioni a convegni nazionali e internazionali.

Il restauratore può inserirsi nel presente storico dell'opera: attraverso il restauro della materia può recuperare l'idea dell'artista, per evitare che nella perdita o nella trasformazione del materiale costitutivo o della sua funzione nell'opera d'arte, questa non si trasformi in un relitto irrecuperabile.

Materiali per l'arte contemporanea

I materiali dell'arte contemporanea sono prevalentemente di tipo organico, sebbene materiali inorganici come metalli, leghe e pigmenti possano essere impiegati. In genere i materiali organici sono polimeri sintetici usati come leganti, adesivi e, per le opere tridimensionali, schiume, gomme o plastiche. Si può affermare che non vi è materiale di nuova concezione che non sia stato impiegato nell'arte contemporanea. Come leganti, i più usati sono i polimeri acchidici, acrilici e vinilici, formulati anche come adesivi, ai quali possono essere addizionati resine siliconiche, epossidiche, poliuretatiche e tutti gli ultimi tecnopolimeri prodotti.

Questi materiali, di natura organica e di solito miscelati a numerosi additivi dall'industria e/o dall'artista stesso, nonchè non sempre conservati in modo corretto, sono spesso facilmente degradabili e suscettibili di alterazione delle loro proprietà chimico-fisiche, che si manifestano nell'alterazione dei colori e nella perdita delle proprietà meccaniche. Tali prodotti presentano caratteristiche molto diverse tra loro e del tutto nuove rispetto ai materiali artistici usati nell'arte antica: per tale motivo essi necessitano di un approccio conservativo mirato e consapevole.

Attività di restauro: casi-studio

Otto Dix realizza *Il marinaio Fritz Muller da Pieschen* nel 1919, conservato presso la GAM di Torino. Si tratta di una pittura a olio con applicazioni di *glitter*, carta e bottoni su tela. L'opera presentava problemi meccanici dovuti alla deformazione del supporto: con il risanamento del supporto si è provveduto alla rifunzionalizzazione del telaio mediante un sistema elastico a molle per un tensionamento continuo. L'estesa campagna di indagini multispettrali ha consentito di approfondire la tecnica esecutiva dell'artista, che associa a elementi tradizionali come il legante a olio materiali del tutto nuovi e insoliti come la foglia di alluminio e la *porporina*. Intervento di restauro realizzato nel 2009.

Giacomo Balla esegue *Le mani del popolo italiano* nel 1926, un trittico in carta, foderata su tela dipinta a smalto, tensionata su telaio ligneo, tut-



Otto Dix, *Il marinaio Fritz Muller da Pieschen*, 1919, GAM Torino. Pittura ad olio e applicazioni di glitter, carta e bottoni su tela. Otto Dix, produced *Mariner Fritz Muller from Pieschen* in 1919, an oil painting with the application of glitter, paper and buttons on canvas, now kept at Turin's Modern Art Gallery (GAM).

number of case studies on oils, temperas, acrylics, polyvinyls, alkyd enamels, oil-resins and nitrocellulose, wax and several plastics, which go to form a new reference database which is available through publications and participation in national and international conferences.

Restorers can become part of the present of a work. By restoring the materials they can recover the artist's idea, thus avoiding the loss or transformation of the constituent materials or of their function in the work of art, so that it is not transformed in an irretrievable wreck.

Materials used for contemporary art

The materials used for contemporary art are mostly organic, even if some inorganic ones are used such as metal alloys and pigments. Generally speaking, the organic materials are synthetic polymers used as paint binding media, adhesives and, for three-dimensional artworks, foams, gums or plastics. There is hardly a single new material which has not been used in contemporary art. The most common materials used as binding media are alkyd, acrylic and vinyl based polymers. These are also used as adhesives, as are silicone, epoxy and polyurethane resins. Many different polymers are used for three-dimensional art works, above all polymethyl methacrylate, polyvinyl chloride, polyethylene, polypropylene, polyurethane, and all the latest techno-polymers.

These materials, being organic and usually mixed with additives – either during production and/or by the artist – and not always stored and applied correctly, often deteriorate rapidly, leading to chemical and physical alterations with colour changes and loss of mechanical properties.

These materials have chemical and physical properties that are very different from one another, and are completely different compared to traditional materials. Consequently they need a new approach to their conservation, with a new philosophy and new conservation materials.



Giacomo Balla, *Studiolo rosso* - Casa Balla, 1929, via Oslavia, Roma. Pittura murale idrosolubile su carta da parati e intonaco; pittura a smalto su legno, di natura oleoresinosa.

Giacomo Balla *Studiolo Rosso* painted in 1929, forms part of *Casa Balla* in via Oslavia, Rome. Wall paper and plaster painted with hydrosoluble paint, oleo-resin based enamel paint on the wooden furniture.



Giacomo Balla, *Studiolo rosso* - Casa Balla, particolare durante il restauro.
Giacomo Balla *Studiolo Rosso* - Casa Balla during restoration.

tora conservato in *Casa Balla*. Le pitture a smalto, nate in base oleosa, vengono elaborate in molte formulazioni, che vanno dalle oleoresine, alle fenolo formaldeide, alla nitrocellulosa, alle alchidiche. Nel caso del dipinto di Balla, il legante a base oleoresinosa ma difficilmente identificabile nei suoi componenti, ha prodotto un cretto a maglia larga tipica degli smalti. Data la sua particolare insolubilità in alcuni solventi organici polari e apolari, è stata eseguita una ricerca con la realizzazione di alcuni provini, che ha portato a riformulare possibili composizioni, seguendo la letteratura tecnologica e confrontandola con le analisi chimiche effettuate in Pirolosi Gas Massa (Py-GSM) e Spettrografia a Infrarosso con Trasformata di Fourier (FTIR) sull'originale e sui campioni. Intervento di restauro realizzato nel 2009.

Lo Studiolo Rosso dipinto nel 1929, è parte di *Casa Balla*, in via Oslavia a Roma. L'artista ha usato *medium* differenti a seconda dei diversi supporti: si riscontra pertanto sulla carta da parati e sull'intonaco una pittura murale idrosolubile, mentre sul mobilio in legno è presente una pittura a smalto di natura oleoresinosa a base di resina colofonia e stand oil (olio prepolimerizzato industrialmente), per favorire una più rapida asciugatura. La varietà delle tecniche ha consentito di approfondire una ricerca sulla natura dei diversi leganti pittorici impiegati dall'artista. Intervento di restauro realizzato nel 2009.

Pino Pascali esegue *La Gravida* nel 1965, conservata presso il MACRO di Roma. Appartiene alla serie delle opere tridimensionali dell'artista: è realizzata su tela dipinta montata su una struttura di sostegno, mentre l'elemento che conferisce la tridimensionalità è un pallone da spiaggia contrastato a pressione da un pannello sul retro. La tela è stata fissata al telaio bagnata, affinché la forma restasse impressa dopo l'asciugatura; tuttavia, a seguito dello sgonfiamento del pallone e del conseguente

Restoration case studies

Otto Dix produced *Mariner Fritz Muller from Pieschen* in 1919. It is held at Turin's Modern Art Gallery. It is an oil painting on canvas, with applications of glitter, paper and buttons. The work had mechanical problems due to warping of the support. After restoring the support, the stretcher was modified for re-use employing a flexible system with springs to provide continuous tensioning of the canvas. Extensive study using multispectral analysis provided further information on the artist's techniques which combined traditional materials such as oil binders with totally new and unusual materials such as aluminium leaf and glitter. (Restored 2009)

Giacomo Balla realized *Le mani del popolo italiano* (The hands of the Italian people) in 1926. Still hanging in *Casa Balla*: it is a triptych on paper lined on canvas, mounted on a wooden stretcher and painted with enamel. Enamel paints, initially oil-based, are prepared with various components such as oleo-resins, phenol formaldehyde, nitrocellulose and alkyds. In the case of Balla's triptych the binder was an oleo-resin but it proved difficult to identify its components. The paint had the widely spaced cracks typical of enamels. Given its particular insolubility in organic solvents (polar and non-polar), a study was carried out with the creation of test samples, which led to reformulating possible compositions, an examination of the technological literature and comparing it with chemical analyses carried out by Pyrolysis gas mass spectrometer Py-GSM and FTIR on the original and on the samples. (Restored 2009)

Lo Studiolo Rosso (The Red study) painted in 1929, is in *Casa Balla* in via Oslavia, Rome. The artist used different media according to the various types of support: on the wall paper and plaster there is a water-soluble wall paint, while the wooden furniture has an oleo-resin enamel paint, using rosin and stand oil (an industrially pre-polymerised oil) to hasten



Pino Pascali *La Gravida*, 1965, MACRO Roma. Opera tridimensionale in tela dipinta e struttura di sostegno, con pallone da spiaggia come elemento che conferisce la tridimensionalità. Pino Pascali. *La Gravida* (1965), held at the Museum of Contemporary Art in Rome (MACRO), belongs to a series of three-dimensional works by the artist, consisting of painted canvas mounted on a supporting structure, while the three-dimensional element is provided by a beach ball held in place by a panel on the back of the support.



Peter Lubarda *Lamento per il poeta*, Belgrado, durante il restauro. Peter Lubarda *Lament for the poet*, Belgrade, during restoration.

schacciamento della tela, l'opera venne considerata perduta dallo stesso artista. La pittura è in emulsione vinilica e smalto lucido a creare i volumi a contrasto lucido e opaco. Il restauro ha permesso di recuperare perfettamente l'opera, dopo un attento lavoro di recupero delle forme ottenuto riplasticizzando la pellicola pittorica a solvente senza solubilizzarla. Lo studio di tale tecnica di esecuzione è stata quindi approfondita nel restauro dei *Seni*, di collezione privata. Intervento di restauro realizzato nel 1999.

Peter Lubarda esegue *Lamento per il poeta* nel 1970 impiegando una pittura a smalto a base di nitrocellulosa su faesite, sostenuta da un telaio ligneo. L'opera del pittore serbo era conservata nella casa dell'artista, oggi acquisita dal Comune di Belgrado. Con l'abbandono della casa, la forte umidità a cui il manufatto era stato sottoposto aveva provocato la deformazione del supporto e il grave distacco della pellicola pittorica: la pellicola in smalto, molto rigida e fragile, si era quindi spaccata e sollevata su tutta la superficie. Con il restauro è stato possibile riflessibilizzare il film pittorico a solvente, senza solubilizzarlo, con una miscela di acqua e alcool etilico, per farlo riaderire al supporto con adesivo a base di etere di cellulosa ed emulsione acrilica. Il telaio è stato rinforzato da un controtelaio in alluminio per impedire ulteriori deformazioni del pannello in faesite, molto sensibile alle variazioni termo igrometriche. Intervento di restauro realizzato nel 2011.

Alberto Burri dipinge *Bianco e Nero* nel 1971, ora conservato presso i depositi degli Ex Seccatoi del Tabacco di Città di Castello. L'opera è una pittura vinilica, in parte combusta, su cellotex, secondo la tecnica tipica di Burri, che predilige il Vinavil per legare i pigmenti da stendere su un pannello di agglomerato di fibra di cellulosa, usato in edilizia per isolamento. Al momento del restauro la superficie bianca monocroma appariva detur-

drying. The variety of techniques made it possible to carry out further research into the different types of paint binders used by the artist. (Restored 2009)

Pino Pascali painted *La Gravida* (The pregnant women) in 1965. It is held at MACRO, Rome. It belongs to a series of three-dimensional works by the artist and consists of painted canvas mounted on a supporting structure, while the three-dimensional element is provided by a beach ball held in place by a panel on the back of the support. The wet canvas was fixed to the stretcher so that the shape remain impressed after drying; however, following the deflating of the ball and the consequent flattening of the canvas, the work was considered lost by the artist himself. The painting is vinyl-based emulsion and gloss alkyd enamel to create contrasting shiny and opaque volumes. Restoration has made possible to recover the work perfectly, after careful recovery of the shapes using a solvent for re-plasticising the paint layer without dissolving it. The artist's technique was further studied in the restoration of *I Seni* from a private collection. (Restored 1999)

Peter Lubarda produced *Lamento per il poeta* (Lament for the poet) in 1970 using a nitrocellulose enamel on a *faesite* (fibreboard) panel supported by a wooden stretcher. This work by the Serbian artist was kept in his home which has now been purchased by the City of Belgrade. When the building was abandoned, the damp that the work absorbed caused the warping of the support and severe detachment of the paint layer – the enamel was very rigid and fragile, and thus cracked and detached over the whole surface. The conservation treatment softened the paint film without dissolving it using a mixture of water and ethyl alcohol solvent and re-adhered it to the support with an adhesive based on cellulose ether and acrylic emulsion. The original wooden stretcher was reinforced with a sec-



Alberto Burri, *Bianco e Nero*, 1971, Ex Seccatoi del Tabacco di Città di Castello (PG). Pittura vinilica con combustioni su Cellotex.
Alberto Burri made *Bianco e Nero* in 1971, now preserved in the storage of the former tobacco-drying sheds in Città di Castello (Perugia). The painting is a vinyl-based work, partly burnt on Cellotex.



Carla Accardi, *Bianco Arancio*, 1968, Museo di Gibellina (TP). Pittura fluorescente e alchidica su fasce di acetato di cellulosa, montate su telaio.
Carla Accardi created *Bianco Arancio* in 1968, now held at the Museum of Gibellina (Trapani). The work is made up of six bands of cellulose acetate, painted with a fluorescent orange colour and a white alkyd, interweaved and mounted on a fixed stretcher.

pata per la presenza di macchie brune diffuse, imputabili a un attacco biologico di natura fungina. Tale degrado, spesso riscontrato su pitture viniliche esposte a forte umidità, presenta alcune criticità: la difficile individuazione del biodeteriogeno, adattato a un substrato diverso dai tradizionali terreni colturali; il trattamento biocida da effettuarsi con prodotto in solvente tale da non interferire con il legante pittorico; la pulitura della pellicola pittorica, in grado di rimuovere le macchie prodotte dalle ife fungine. Intervento di restauro realizzato nel 2008.

Carla Accardi esegue nel 1968 l'opera *Bianco Arancio*, conservata nel Museo di Gibellina (TP). Il lavoro si compone di 6 fasce di acetato di cellulosa, dipinte con pittura fluorescente per l'arancione e resina alchidica per il bianco, intrecciate e montate su telaio. L'acetato di cellulosa è una plastica semisintetica, molto igroscopica e suscettibile a contrazione, irrigidimento e deformazione: tali fenomeni hanno prodotto nell'opera in questione lacerazioni lungo i bordi, distacchi e cadute del colore arancione fluorescente, particolarmente fragile. Una sperimentazione in camera umida su campioni nuovi e artificialmente invecchiati di acetato, messi a confronto con l'acetato originale tramite analisi termogravimetrica, ha consentito di indagare le trasformazioni del materiale costitutivo originale. La scelta degli adesivi sintetici utili alla foderatura dei bordi in vista del rimontaggio e dell'ancoraggio delle fasce, sono il risultato di tale ricerca, che ha anche l'obiettivo di ritenzionare l'opera in maniera elastica con la rifunzionalizzazione del telaio originale. Intervento di restauro realizzato negli anni 2011-2012.

Domenico Bianchi in *Senza titolo* del 2005, conservata presso il Macro di Roma, si esprime nei suoi materiali tipici: cera e foglia di palladio su supporto rigido realizzato Aereolam rivestito tela incollata. La superficie, frutto di una ricerca estetica volta alla perfezione del dettaglio, risultava

ond stretcher in aluminium applied on its back to prevent further warping of the *faesite* panel in which is very sensitive to changes in temperature and humidity. (Restored 2011)

Alberto Burri painted *Bianco e Nero* (White and Black) in 1971, now held in storage at the Ex Seccatoi del Tabacco in Città di Castello. The painting is a vinyl-based, partly burnt, on Celotex, using Burri's typical technique, which employs Vinavil adhesive to bind the pigments on a panel of cellulose-fibre agglomerate, used for building construction. Before the treatment, the white monochrome surface appeared disfigured by widespread brown spots, caused by a fungi. This phenomenon is often found on vinyl-based paint exposed to high humidity and creates several problems: it is difficult to identify the micro-organism as it is adapted to growth on synthetic substrates not traditional culture mediums, the biocide treatment requires a product in a solvent which does not interfere with the paint binder the cleaning of the paint layer needs to completely remove the brown spots produced by the fungal hyphae. (Restored 2008)

Carla Accardi created *Bianco Arancio* (White Orange) in 1968, now held at the Museo di Gibellina (Trapani). The work is made up of six bands of cellulose acetate, painted with a fluorescent orange colour and a white alkyd resin, interweaved and mounted on a stretcher. Cellulose acetate is a semi-synthetic plastic, very hygroscopic and susceptible to contraction, stiffening and warping, leading in this painting to lacerations along the edges and detachment and losses of the particularly fragile fluorescent orange colour. An experiment in a humidity chamber on new and artificially-aged samples of acetate, compared with the original acetate using thermo-gravimetric analysis, made it possible to investigate the transformations of the original constituent materials. This research led to the choice of a synthetic adhesive



Domenico Bianchi in visita al laboratorio di restauro.
Domenico Bianchi visiting the restoration laboratory.

completamente alterata a causa dei segni dovuti alle percolazioni di acqua sulla superficie, dovute a un guasto del sistema dell'aria condizionata del deposito. La pulitura chimica è stata eseguita dopo accurate prove, volte a individuare un solvente tale da non interferire con il supporto ceroso, né otticamente, né in termini di solubilità, al fine di ripristinare i valori originali della superficie. Intervento di restauro realizzato nel 2009.

Loris Cecchini in una serie di opere chiamate *Stage Evidence* riproduce deformando oggetti quotidiani. La *Fotocopiatrice* del 2002, appartiene alla collezione del Museo del Novecento di Milano ed è composta da un corpo centrale e sei elementi liberi realizzati in gomma poliuretana. Il materiale costitutivo, probabilmente a causa di errori di formulazione e concause ambientali, aveva perso in consistenza strutturale, liquefacendosi, fessurandosi e incollandosi ai materiali d'imballaggio. Le analisi chimiche con FTIR, hanno permesso l'individuazione dei materiali costitutivi, dei plasticizzanti e dei prodotti di imballaggio fusi alla plastica come pellicole lucide, quali il polistirene. Il restauro ha permesso di recuperare la consistenza strutturale del materiale costitutivo, dopo prove di consolidamento e invecchiamento su provini, effettuati con diversi prodotti dati a pennello. Il miglior risultato, valutato con misure colorimetriche e di resistenza meccanica a *peeling*, si è raggiunto somministrando a pennello per cicli ripetuti, di-isocianato di esametilene al 5% in acetone, capace di penetrare rigonfiando il materiale originale. La pulitura chimica a solvente ha seguito il metodo selettivo delle aree di solubilità del triangolo dei solventi. Intervento di restauro realizzato negli anni 2009-2010.

for the relining of the borders, which would allow the bands to be remounted. The final aim is to develop a system to re-tension the work in an elastically re-using the original stretcher. (Restored 2011-2012)

Domenico Bianchi in *Senza titolo* (Untitled) (2005), on display at MACRO Rome. This work used the artist's typical materials: wax and leaves of palladium on a rigid Aereolam support, covered with a glued canvas. The surface is the result of aesthetic research aimed at the perfection of detail. Before restoration, it was completely discoloured by stains caused by leaking water due to a fault in the air-conditioning of the storage. Chemical cleaning was carried out after careful testing, aimed at finding a solvent that would not change the appearance nor dissolve the wax support so as to restore the original colours of the surface. (Restored 2009)

Loris Cecchini in a series of works called *Stage Evidence* reproduces everyday objects, but deforms them. His *Fotocopiatrice* (2002) belongs to the collection of the Museo del Novecento in Milan, and consists of a main body and six free-standing elements made of polyurethane. The polyurethane, probably due to errors of formulation and environmental causes, had lost its consistency, cracked and liquefied so that it became glued to its packing materials. FTIR analysis identified the principal materials of the work, the plasticizers and the polystyrene packing materials fused to the plastic in a gloss film. To find the best consolidant various products were applied by brush, on small samples which were then aged. These were then evaluated using colorimetric measurements and tests of mechanical resistance to peeling. The best result was obtained by repeated applications by brush of hexamethylene diisocyanate at 5% in acetone, which was able to penetrate and swell the original material and strengthen it. Cleaning was carried out with an organic solvent chosen through comparing the solubility areas in the Teas triangle. (Restored in 2009-2010)

La mostra è stata realizzata grazie al contributo di tutto il personale dell'ISCR, nel pieno rispetto della tradizione del "lavoro comune" che ha contrassegnato l'attività dell'Istituto fin dalla sua nascita. Si vuole quindi ricordare, uno per uno, coloro che quotidianamente con il loro lavoro hanno reso possibile anche questa iniziativa. A tutti va un sentito ringraziamento.

The exhibition has been arranged with the help of all the ISCR staff fully respecting the tradition of joint efforts and shared achievements which have distinguished the Institute's activities from the outset. We wish to remember each individual whose daily tasks have made this initiative possible. To everyone, our heartfelt thanks.

Personale ISCR

SERVIZI TECNICI SCIENTIFICI

Beni Storico Artistici

Alessandro Bianchi
Laura D'Agostino
Patrizia Miracola
Daila Radeglia
Giuseppina Testa

Beni Archeologici

Giovanna De Palma
Maria Concetta Laurenti
Simona Pannuzi
Barbara Davidde

Beni Architettonici

Donatella Cavezzali
Maria Grazia Corsi
Giuseppina Fazio
Vincenzo Angeletti Latini
Annamaria Pandolfi

LABORATORI SCIENTIFICI

Laboratorio di Fisica

Fabio Aramini
Carlo Cacace
Marco Ciabattoni
Roberto Ciabattoni
Giorgio D'Ercoli
Giuseppe Fabretti
Elisabetta Giani
Daniela Porcacchia
Ferdinando Provera
Roberto Rinaldi
Veniero Santin
Fabio Scala
Maurizio Spinucci
Mauro Torre

Laboratorio di Chimica

Maurizio Coladonato
Giuseppe Guida
Marcella Ioele
Paola Santopadre
Fabio Talarico

Laboratorio Prove sui materiali

Luigi Arceri
Lucia Conti
Anna Maria Giovagnoli
Maurizio Mariottini
Giovanna Meloni
Giancarlo Sidoti

Laboratorio di Biologia

Antonella Altieri
Marco Bartolini
Maria Antonietta De Ciccio
Giulia Maria Patricia Galotta
Maria Rita Giuliani
Maurizio Pedica
Anna Maria Pietrini
Gian Franco Priori
Sandra Ricci
Ada Roccardi

LABORATORI DI RESTAURO

Laboratorio Dipinti Murali

Maria Carolina Gaetani
dell'Aquila d'Aragona
Carla Giovannone
Antonio Guglielmi
Marie Jose Manò
Anna Maria Marinelli
Emanuela Ozino Caligaris
Beatrice Provinciali

Laboratorio Mosaici e Stucchi

Elisabetta Anselmi
Carla D'Angelo
Daniela Gennari
Valeria Massa

Laboratorio Materiali Lapidari

Antonella Basile
Luciana Festa
Patrizia Governale
Flavia Vischetti

Laboratorio Calchi e Gessi

Carlo Stefano Salerno

Laboratorio Ceramiche

Roberta Bollati
Davide Fodaro
Elisabeth Huber
Maria Elisabetta Prunas

Laboratorio Metalli e Leghe

Vilma Basilissi
Paola Donati
Stefano Ferrari
Salvatore Federico
Ines Maria Marcelli

Laboratorio Avori e Glittica

Maria Bianca Fossà
Antonella Di Giovanni

Laboratorio Materiali Arte Contemporanea

Grazia De Cesare
Paola Iazurlo

Laboratorio Dipinti su Tavola

Federica Di Cosimo
Francesca Fumelli
Albertina Soavi

Laboratorio Scultura Policroma

Costanza Longo
Gloria Tranquilli
Marisol Valenzuela

Laboratorio Tele

Francesca Capanna
Maria Enrica Giralico
Anna Maria Marccone
Paolo Scarpitti
Carla Zaccheo

Laboratorio Cuoio

Anna Valeria Jervis
Maria Bianca Paris

Laboratorio Carta

Donatella Pucci
Maria Vera Quattrini

Laboratorio Tessuti

Silvia Checchi
Manuela Maria Concetta Zarbà

SERVIZIO INSEGNAMENTO DOCUMENTAZIONE E INFORMAZIONE

Scuola di Alta Formazione

Laura Carbone
Giovanni Ferrini
Lidia Rissotto
Annunziata Raucci
Luigi Tommasi

Rilevamento e Documentazione

Mara Bucci
Edoardo Loliva
Marina Marchese
Bruno Mazzone
Giorgio Ortona
Paolo Piccioni
Angelo Raffaele Rubino
Sergio Tagliacozzi

Biblioteca

Giuseppina Baiocco
Marina Renda

Archivio documentazione e restauri

Gabriella Bertaiola
Marco Riccardi
Giuseppe Valentino

Segreteria tecnica

Anna Milaneschi

Bollettino

Fiammetta Formentini

UFFICI

Area amministrativo-contabile

Daniela Carosi
Alba Diana
Danilo Fagioli

Giancarlo Farulli
Silvana Festa
Clara Mancinelli
Angela Rita Pellegrini
Patrizia Russotto

Ufficio Gare e contratti

Antonia Nicoletti

Ufficio acquisti

Luigina Croce
Daniela Corradini
Vanda Frappi

Ufficio Tecnico

Antonio Bongì
Giovanni Carelli
Cesare Crova
Isabella Monteforte
Rocco D'Urso
Claudio Prospero Porta

Servizio Prevenzione Protezione

Danilo Mattei

Sistemi Informativi

Carlo Cacace
Stefano Lombardi

Servizio accoglienza e vigilanza

Paola Bartolucci
Marco Brizzi
Angeloantonio Caporale
Fabio Corseto
Antonietta Pascarella
Patrizia Policari
Carlo Pompei
Carmela Ruggero
Romolo Sinibaldi
Domenico Vessella

Luigino Rapanotti
Fabio Valentini
Giuseppina Pizzoli
Ernesto Russo

Autori

GISELLA CAPPONI

Direttore dell'Istituto Superiore per la Conservazione ed il Restauro
Mail: gisella.capponi@beniculturali.it

ANTONELLA ALTIERI

Laboratorio di indagini biologiche
Mail: antonella.altieri@beniculturali.it

FABIO ARAMINI

Laboratorio di fisica e indagini ambientali
Mail: fabio.aramini@beniculturali.it

GIUSEPPE BASILE

Mail: pcsosimato@libero.it

CARLO CACACE

Laboratorio di fisica e indagini ambientali
Mail: carlo.cacace@beniculturali.it

FRANCESCA CAPANNA

Laboratorio di restauro dei dipinti su tela
Mail: francesca.capanna@beniculturali.it

DONATELLA CAVEZZALI

Servizio beni architettonici
Mail: donatella.cavezzali@beniculturali.it

CARLA D'ANGELO

Laboratorio di restauro dei mosaici e stucchi
Mail: carla.dangelo@beniculturali.it

BARBARA DAVIDDE

Servizio beni archeologici
Mail: barbara.daviddede@beniculturali.it

GIOVANNA DE PALMA

Servizio beni archeologici
Mail: giovanna.depalma@beniculturali.it

GRAZIA DE CESARE

Laboratorio di restauro dell'arte contemporanea
Mail: grazia.decesare@beniculturali.it

FEDERICA DI COSIMO

Laboratorio di restauro dei dipinti su tavola
Mail: federica.dicosimo@beniculturali.it

PAOLA DONATI

Laboratorio di restauro dei metalli
Mail: paola.donati@beniculturali.it

GIUSEPPINA FAZIO

Servizio beni architettonici
Mail: giuseppamaria.fazio@beniculturali.it

MARIA GRAZIA FLAMINI

Mail: mariagrazia.flamini@fastwebnet.it

MARIA CAROLINA GAETANI

Laboratorio di restauro dei dipinti murali
Mail: mariacarolina.gaetani@beniculturali.it

DANIELA GENNARI

Laboratorio di restauro dei mosaici e stucchi
Mail: daniela.gennari@beniculturali.it

ELISABETTA GIANI

Laboratorio di fisica e indagini ambientali
Mail: elisabetta.giani@beniculturali.it

ANNAMARIA GIOVAGNOLI

Laboratorio di prove sui materiali
Mail: annamaria.giovagnoli@gmail.com

MARIA RITA GIULIANI

Laboratorio di indagini biologiche
Mail: mariarita.giuliani@beniculturali.it

ANTONIO GUGLIELMI

Laboratorio di restauro dei dipinti murali
Mail: antonio.guglielmi@beniculturali.it

PAOLA IAZURLO

Laboratorio di restauro dell'arte contemporanea
Mail: paola.iazurlo@beniculturali.it

MARIA CONCETTA LAURENTI

Servizio beni archeologici
Mail: mariaconcetta.laurenti@beniculturali.it

FRANCESCA ROMANA MAINIERI

Mail: francescaromana.mainieri@beniculturali.it

MAURIZIO MARABELLI

Mail: maurizio.marabelli@libero.it

ANNA MARIA MARCONE

Laboratorio di restauro dei dipinti su tela
Mail: annamaria.marcone@beniculturali.it

MARIO MICHELI

Università Roma Tre
Mail: mmicheli@uniroma3.it

PATRIZIA MIRACOLA

Servizio beni artistici e storici
Mail: patrizia.miracola@beniculturali.it

MARIA PIA NUGARI

Mail: mariapia.nugari@tiscali.it

EMANUELA OZINO CALIGARIS

Laboratorio di restauro dei dipinti murali
Mail: emanuela.ozinocaligaris@beniculturali.it

ANNAMARIA PANDOLFI

Servizio beni architettonici
Mail: annamaria.pandolfi@beniculturali.it

ROBERTO PETRIAGGI

Mail: r.petriaggi@tiscali.it

ANNAMARIA PIETRINI

Laboratorio di indagini biologiche
Mail: annamaria.pietrini@beniculturali.it

CLAUDIO PROSPERI PORTA

Ufficio tecnico
Mail: claudio.prosperiporta@beniculturali.it

DAILA RADEGLIA

Servizio beni artistici e storici
Mail: daila.radeglia@beniculturali.it

SANDRA RICCI

Laboratorio di indagini biologiche
Mail: sandra.ricci@beniculturali.it

LIDIA RISSOTTO

Servizio insegnamento
Mail: lidia.rissotto@beniculturali.it

ADA ROCCARDI

Laboratorio di indagini biologiche
Mail: ada.roccardi@beniculturali.it

PAOLA SANTOPADRE

Laboratorio di chimica
Mail: paola.santopadre@beniculturali.it

GIANCARLO SIDOTI

Laboratorio di chimica
Mail: giancarlo.sidoti@beniculturali.it

ALBERTINA SOAVI

Laboratorio di restauro dei dipinti su tavola
Mail: albertina.soavi@beniculturali.it

FABIO TALARICO

Laboratorio di chimica
Mail: fabio.talarico@beniculturali.it

MAURO TORRE

Laboratorio di fisica e indagini ambientali
Mail: mauro.torre@beniculturali.it

SABINA VEDOVELLO

C.B.C., Conservazione Beni Culturali, Roma
Mail: s.vedovello@cbccoop.it

MASSIMO VIDALE

Università di Padova
Mail: massimo.vidale@unipd.it

CARLA ZACCHEO

Laboratorio di restauro dei dipinti su tela
Mail: carla.zaccheo@beniculturali.it

Il patrimonio storico-culturale costituisce il fondamento primario e insostituibile della memoria e dell'identità di ciascun popolo. L'Italia, contraddistinta da una ricchissima sedimentazione di monumenti, centri storici e manufatti artistici, ha avuto un ruolo di primo piano nella formulazione della moderna metodologia del restauro e della conservazione, che trovò una sistematizzazione nella fondamentale "Teoria del Restauro" scritta da Cesare Brandi e tuttora valida. Egli la sviluppò all'interno dell'Istituto Centrale del Restauro, istituzione fondata nel 1939. La mostra "Il Restauro in Italia: Arte e tecnologia nell'attività dell'Istituto Superiore per la Conservazione ed il Restauro" promossa dal Ministero degli Affari Esteri, pone in risalto il ruolo svolto da questa prestigiosa istituzione e attraverso l'illustrazione di alcuni fra i più complessi interventi di restauro affrontati nel corso della sua pluriennale attività, evidenzia l'attualità dell'approccio al restauro che anche a distanza di anni rende valido e condivisibile questo patrimonio di esperienze.

The primary and irreplaceable foundation of a nation's identity and memory is its historical and cultural heritage. Italy is famous for its wealth of monuments, works of art and historic urban centres, and has always been one of the leaders in developing modern methods of restoration and conservation as set out in the fundamental text by Cesare Brandi "The Theory of Restoration" which is still valid today. He developed the methodology within the Istituto Centrale del Restauro which was founded in 1939.

Against this background, the exhibition entitled "Restoration in Italy: art and technology in the activities of the Istituto Superiore per la Conservazione ed il Restauro", sponsored by the Ministry of Foreign Affairs, highlights the role played by this prestigious Institute, illustrating some of the complex restoration projects undertaken over the years, and confirming the modernity of its approach to restoration, still as valid as ever. Today, the Institute's wealth of experience is a shared patrimony much sought after in Italy and abroad.

