



Comitato Scientifico

Alessia Andreotti SCIBEC-Università di Pisa
Lorenzo Appolonia Gruppo Italiano-IIC, Aosta
Giorgio Bonsanti MIC-MIUR insegnamento del Restauro, Firenze
Anna Brunetto Restauri Brunetto di Brunetto Anna, Vicenza
Giancarlo Lanterna già Opificio delle Pietre Dure, Firenze
Barbara Mazzei PCAS, Città del Vaticano
Costanza Miliani ISPC-CNR, Napoli
Austin Nevin The Courtauld Institute of Art, London
Roberto Pini IFAC-CNR, Firenze
Paolo Salonia ISPC-CNR, ICOMOS Italia, Roma
Antonio Sansonetti ISPC-CNR, Milano
Ulderico Santamaria Università della Tuscia, Viterbo

Comitato Organizzativo

Alessia Andreotti SCIBEC-Università di Pisa
Anna Brunetto Restauri Brunetto, Vicenza
Roberto Fedele Fondazione Ezio De Felice, Napoli
Daniela Murphy Corella Associazione Bastioni, Firenze
Monica Martelli Università Suor Orsola Benincasa, Napoli
Barbara Mazzei PCAS, Città del Vaticano

Informazioni e contatti www.aplar.eu

Organizzato con il Patrocinio di



in collaborazione con



il contributo di



Presentazione APLAR 8

Dopo sette edizioni, il convegno sull'Applicazione LASER nel Restauro si svolge nella antica città partenopea presso il Teatro di Corte di Palazzo Donn'Anna, ospitati dalla Fondazione Ezio De Felice.

L'avanzamento tecnologico al quale abbiamo assistito negli ultimi decenni nel contesto dei beni culturali delle tecnologie laser e diagnostiche è stato a dir poco dirompente.

In particolare, si può osservare come le sorgenti laser abbiano subito un ampliamento significativo nell'ambito dello sviluppo di tecnologie a semiconduttore, delle fibre ottiche e della microelettronica, che hanno permesso di migliorare, nell'ordine, l'efficienza di emissione, la sensibilità dei rivelatori ed hanno spinto la miniaturizzazione dei componenti e dei sistemi verso una scala sempre più piccola e gestibile.

Questo progresso ha reso disponibili sul mercato nuove potenzialità in termini di affidabilità, produttività e portabilità dei sistemi laser per la conservazione di opere d'arte e di reperti archeologici, come i laser in fibra.

Il sempre crescente utilizzo delle tecnologie laser per la diagnostica, la conservazione e per il restauro di praticamente tutti i materiali, inorganici, organici e compositi, costitutivi i reperti, stimola la ricerca nella direzione dell'approfondimento dell'interazione della radiazione laser con la materia per giungere alla definizione di nuovi protocolli standard di utilizzo sicuri, con particolare riguardo all'aggiornamento delle soglie di danno e specificamente ai meccanismi per il trattamento sulle superfici operate.

In uno scenario così dinamico, che conduce ad una trasformazione nelle pratiche di restauro grazie all'impiego delle nuove tecnologie (realtà aumentata, microscannerizzazioni 3D), questa ottava edizione di APLAR ha l'obiettivo di mettere nuovamente al centro la discussione e il confronto tra le figure dei restauratori, degli scienziati e degli storici dell'arte sulle ultime esperienze e le ulteriori esigenze del mondo del restauro, al fine di raggiungere il traguardo di una conservazione sempre più consapevole e sostenibile, con un back through e un approfondimento sulle problematiche incontrate.

Si desidera mettere quindi l'accento sull'analisi critica e i confronti sulle ultime innovazioni tecnologiche introdotte nella conservazione, evidenziando, mediante le singole esperienze presentate, il conseguimento di un "sistema" che leghi metodo, tecnica, specifico caso studio, risultati attesi, risultati raggiunti.

In questa nuova edizione, si è deciso anche di sperimentare un ulteriore approccio per stimolare il confronto fra le tecniche e le metodologie, introducendo una nuova sessione dedicata a contributi video per la divulgazione e la dimostrazione pratica di casi studio sull'applicazione della pulitura laser.

Questa ottava edizione, inserita nella splendida città di Napoli, è particolarmente rivolta all'attenzione dei giovani, con quote di iscrizioni ridotte, e promuovendo riconoscimenti e attestati di merito per quanti fra di essi proporranno stimolanti sperimentazioni nel campo della conservazione.

APLAR 8 Presentation

After seven editions, the APLAR conference (APplication of LAser in Restoration) will take place in the ancient Neapolitan city at the Court Theater of Palazzo Donn'Anna, hosted by the Ezio De Felice Foundation.

The technological innovation in recent decades in the context of cultural heritage of laser and diagnostic technologies has been nothing short of outstanding.

In particular, it can be observed that laser sources have undergone a significant expansion in the context of the development of semiconductor technologies, optical fibers and microelectronics, which have made it possible to improve, in order, the emission efficiency, sensitivity of detectors and have pushed the miniaturization of components and systems towards an ever smaller and more manageable scale.

This progress has made available on the market new potential in terms of reliability, productivity and portability of laser systems for the conservation of works of art and archaeological finds, such as fiber lasers. The ever-increasing use of laser technologies for the diagnostics, conservation and restoration of practically all materials, inorganic, organic and composite, and finds constituents, stimulates research in the direction of deepening the interaction of laser radiation with matter to arrive at the definition of new standard protocols for safe use, with particular regard to the updating of the damage thresholds and specifically to the mechanisms for the surfaces treatment.

In such a dynamic scenario, which leads to a transformation in restoration practices thanks to the use of new technologies (augmented reality, 3D microscanners), this eighth edition of APLAR aims to once again focus on the discussion and comparison between the figures of restorers, scientists and art historians on the latest experiences and further needs of the world of restoration, in order to reach the goal of an increasingly aware and sustainable conservation, with a back through and an in-depth analysis of the problems encountered.

We therefore want to place the accent on critical analysis and comparisons on the latest technological innovations introduced in conservation, highlighting, through the individual experiences presented, the achievement of a "system" that links method, technique, specific case study, expected results, results achieved.

In this new edition, it was also decided to experiment with a further approach to stimulate the comparison between techniques and methodologies, introducing a new session dedicated to video contributions for the dissemination and practical demonstration of case studies on the application of laser cleaning.

This conference, inserted in the splendid city of Naples, is particularly aimed at the attention of young people, with discounted fees, and promoting awards and certificates of merit for those that will propose stimulating experiments in the field of conservation.

Napoli 13-15 dicembre 2023 - Palazzo Donn'Anna, Fondazione Ezio De Felice

MERCOLEDI' 13 DICEMBRE

9.30 ACCOGLIENZA e REGISTRAZIONE

10.00 SALUTI e INTRODUZIONE

- Marina Colonna, *Presidente Fondazione Ezio De Felice*
- Pasquale Rossi, *Presidente Corso di Laurea Conservazione e Restauro BBCC UNISOB*
- Maurizio Di Stefano, *Presidente ICOMOS Italia*
- Vera Malkova, *Socio Associazione Bastioni*
- Anna Brunetto, *Fondatrice Convegno APLAR*

1ª SESSIONE – dipinti su tela e tavola. *Moderatori: Giorgio Bonsanti e Alessia Andreotti*

10.30 RIMOZIONE DI UNO STRATO DI OSSALATO DI CALCIO DA UN DIPINTO AD OLIO NON VERNICIATO

Grazia De Cesare, Annamaria Giovagnoli, Chiara Cardinali

10.55 IL CASO STUDIO DI UN DIPINTO SU TAVOLA DEL CINQUECENTO FIORENTINO: l'uso combinato dei sistemi di pulitura chimici con la strumentazione Laser ad Er: YAG

Alessia Fasciani, Martina Vento

11.20 APPLICAZIONE LASER Er:YAG e Nd:YAG PER LA PULITURA DI UNA CROCE DIPINTA DEL XIII SECOLO

Elena Cianca, Ilaria Sinceri, Gloria Tranquilli, Francesca Fumelli, Marcella Ioele, Gianfranco Priori, Lucilla Pronti, Mariangela Cestelli Guidi, Martina Romani, Eleonora Gorga e Giacomo Viviani

11.45 THE EMPLOYMENT OF LASER CLEANING ON EASEL PAINTINGS: CONTRIBUTIONS AND OVERVIEW IN LACONA AND APLAR CONFERENCES

Ilaria Pecorelli, Grazia De Cesare

2ª SESSIONE – diverse tipologie di materiale. *Moderatore: Lorenzo Appolonia*

12.10 IL RESTAURO DEI BUSTI IN MARMO PROVENIENTI DA AMBIENTI NON CONFINATI. PROBLEMATICHE DI INTERVENTO

Marianna Musella, Saverio Di Giaimo

12.35 PULITURA LASER DI STUCCHI E STUCCHI POLICROMI DI ARTE DEL GANDHARA (PAKISTAN, I-V SECOLO D.C.): APPLICAZIONE DI SISTEMI LASER A CONFRONTO

Giorgia Galanti, Simona Pannuzi

13.00 – 14.40 PAUSA PRANZO

3^a SESSIONE – materiali organici. *Moderatori: Alessia Andreotti e Ulderico Santamaria*

14.40 EXPERIMENTAL SET-UP FOR THE CLEANING TREATMENT OF AN EGYPTIAN BLUE POWDERY PAINTED SURFACE: Nd:YAG VS Yb:YAG

Marta Cremonesi, Francesca Zenucchini, Chiara Ricci, Tiziana Cavaleri, Alessandro Re, Tommaso Quirino, Paola Buscaglia

15.05 L'IMPIEGO DELLA TECNOLOGIA LASER PER LA RIMOZIONE DI SOSTANZE FILMOGENE NON ORIGINALI DA UNA SCULTURA LIGNEA POLICROMA, "ANGELO ANNUNCIANTE" DEL XV SEC.

Francesco Lorenzo Filizzola, Paola Fiore

15.30 VIDEO THE COMPARISON OF DIFFERENT ACTIVE FIBRE LASERS ON NON-POLYCHROME WOODEN SURFACES OF CULTURAL HERITAGE

Francesca Zenucchini, Chiara Ricci, Anna Piccirillo, Paolo Luciani

15.55 LASER CLEANING OF DIRT AND MAINTENANCE LAYERS ON BAROQUE WOODEN FURNISHINGS OF THE NATIONAL LIBRARY OF AUSTRIA

Peter Kopp, Valentina Pintus, Katja Sterflinger

4^a SESSIONE – metalli. *Moderatore: Roberto Pini*

16.20 UNA TESTA FEMMINILE DAL MUSEO ARCHEOLOGICO NAZIONALE DI FIRENZE: LA PULITURA LASER PER IL RECUPERO DI FINITURE ANTICHE

Elisa Pucci

16.45 USING A HOMOGENISED ER:YAG LASER BEAM TO REMOVE BRONZE PAINT FROM OIL GILDING

Gerry Alabone

17.10 DIAGNOSIS AND LASER CLEANING OF A GILT BRONZE BUDDHIST STATUE

Yijia Shen

17.35 VISITA GUIDATA DEL PALAZZO DONN'ANNA a cura dell'Arch. Roberto Fedele

GIOVEDÌ, 14 DICEMBRE

5^a SESSIONE – Pitture murali. *Moderatori: Antonio Sansonetti e Ulderico Santamaria*

9.00 LASER A FIBRA SULLE PITTURE MURALI, RISULTATI A CONFRONTO

Paola Zoroaster, Gianluca Sacco, Romano Cavaletti, Stefania Giudice, Manuela Valentini

9.25 IL RESTAURO DEL CUBICOLO B5 NELLA CATACOMBA DI SANT'EFEBO IN NAPOLI. LA SCOPERTA DI INEDITE PITTURE MURALI DEL V SECOLO GRAZIE ALLA TECNOLOGIA LASER

Paola Fiore, Carlo Ebanista, Barbara Mazzei, Loredana D'Angelo

9.50 **A CAROLINGIAN DETACHED WALL PAINTING FROM THE CONVENT OF ST. JOHN IN MÜSTAIR (CH): DEVELOPMENT OF A PILOT INTERVENTION**
Alberto Felici, Natalie Ellwanger, Camilla Martinucci, Caterina Leandri

10.15 **RESTAURO DEGLI INTONACI DIPINTI E DEGLI STUCCHI DELLA TOMBA DEI PESCI E DELLE SPIGHE NELLA NECROPOLI ROMANA DI TUVIXEDDU A CAGLIARI**
Donatella Pitzalis, Elena Romoli, Ignazio Sanna

10.40 – 11.15 COFFEE BREAK

5^a SESSIONE – Pitture murali. *Moderatori: Barbara Mazzei e Roberto Pini*

11.15 **APPLICAZIONE LASER A DIVERSA LUNGHEZZA D'ONDA PER LA PULITURA DEGLI AFFRESCHI DI GAUDENZIO FERRARI**
Anna Borzomati, Benedetta Brison, Emanuela Ozino Caligaris

11.40 **L'INTERVENTO DI PULITURA DELLE SUPERFICI DELLA LOGGIA DI RAFFAELLO: Il laser sulla pellicola pittorica e sugli stucchi**
Angela Cerreta, Ulderico Santamaria, Laura Baldelli, Francesca Persegati, Fabio Morresi

12.05 **LASERING-PH: SUSTAINABLE CLEANING OF PICTORIAL HERITAGE: OPTIMIZATION OF LASER ABLATION PROCESSES**
Laura Andrés-Herguedas, Daniel Jiménez-Desmond, José Santiago Pozo-Antonio

12.30 **ANALYTICAL EVALUATION OF THE LASER CLEANING EFFECTIVENESS IN THE CONTEXT OF CONTEMPORARY MURALISM**
Yezi Zhang, Francesca Zenucchini, Chiara Ricci, Paola Croveri, Dominique Scalarone

13.00 – 14.40 PAUSA PRANZO

6^a SESSIONE - Diverse tipologie di materiale, sperimentazioni e processi.
Moderatori: Antonio Sansonetti e Alessia Andreotti

14.40 **MANOMISSIONI E RESTAURI DOMESTICI. DUE CASI DI RECUPERO DI OPERE DI MARIA LAI E LUCIO FONTANA**
Luisa Mensi

15.10 **MATERIALI SINTETICI DELL'ARTE: RICERCA DI ASSORBANZA E RESISTENZA**
Grazia De Cesare, Evdoxia Dimitroulaki, Kristalia Melessanaki, Paraskevi Pouli

15.35 **MOXY PROJECT: PULITURA DI MATERIALI DI INTERESSE ARTISTICO CON OSSIGENO ATOMICO**
Silvia Pizzimenti, Alessia Andreotti, Ilaria Degano, Ilaria Bonaduce, Tomas Markevicius, Anton Nikiforov, Rino Morent, Karen Leus, Nina Olsson, Jurate Markeviciene, Agnieszka Suliga, Gianluca Pastorelli, Geert Van der Snickt, Nan Yang, Marta Cremonesi, Klaas Jan van den Berg, Emilie Froment, Catarina Rocha Pires, Dieuwertje Schrijvers, Ana Sobota, Michail Poupouzas, Michaela Florescu, Alison Norton, Simas Šakirzanovas, Mindaugas Viliunas, Gediminas Morkvenas

16.00 **SR SCANNED REALITY: UN AMBIENTE DIGITALE PER IL DIALOGO TECNICO-UMANISTICO NEL RESTAURO**
Erminio Paolo Canevese

16.30 / 18.00 TAVOLA ROTONDA e DIBATTITO

Moderatore: Roberto Pini

COSA STANNO FACENDO RICERCA E INDUSTRIA NELLO SVILUPPO DI NUOVE SOLUZIONI LASER NEI PROCESSI DI RESTAURO.

Intervengono: Paolo Salvadeo, Paolo Salonia, Cristiano Riminesi, Ulderico Santamaria

VENERDI', 15 DICEMBRE

7^a SESSIONE – Materiali lapidei e derivati.

Moderatori: Antonio Sansonetti e Lorenzo Appolonia

- 9.30 **VALUTAZIONI NEL LUNGO PERIODO TRA LA PULITURA LASER ND:YAG QS CON QUELLA MICRO AERO ABRASIVO NEL RESTAURO SUGLI STEMMI ARALDICI IN NANTO DEL CORTILE ANTICO DEL PALAZZO DEL BO' NEL 1985**
Giancarlo Calcagno, Sonia Cattazzo, Francesco Rizzi, Roberta Giorio
- 9.55 **REMOVAL OF NON-ORIGINAL COATINGS FROM A PLASTER STATUE WITH ACTIVE FIBRE LASER 300W**
Marina Polizzi, Francesca Zenucchini, Chiara Ricci, Alessandro Segimiro
- 10.20 **L'UTILIZZO DEL LASER PER LA RIMOZIONE DI MALTE CEMENTIZIE: IL CASO DEL CRATERE MARMOREO NEOATTICO DI PISA**
Ada Rovazzani, Rosanna Bevilacqua, Anton Sutter

10.45– 11.15 COFFEE BREAK

7^o SESSIONE – Materiali lapidei e derivati.

Moderatori: Ulderico Santamaria e Roberto Pini

- 11.15 **PULITURA LASER CON INTERMEDIAZIONE DI GEL DI AGAR: RESTAURO DI UN CALCO IN GESSO PROVENIENTE DALLA GIPSOTECA PROVINCIALE DI BARI RAFFIGURANTE L'ARCHITRAVE FIGURATO DELLA CHIESA DI SAN BENEDETTO A BRINDISI**
Claudia Carpato, Maria Luisa De Toma, Francesco Barile, Luigi Schiavulli
- 11.40 **VIDEO APPLICAZIONI LASER A SANTA MARTA AL COLLEGIO ROMANO SU SUPERFICI DECORATE, DIPINTI MURALI, ANTICHI DISEGNI RINVENUTI SUGLI STUCCHI**
Carla Giovannone, Cecilia Balsi, Cecilia Guizzardi, Eleonora Panella
- 12.05 **UNA PULITURA CHIMICO-FISICA: SINERGIA TRA EMULSIONI E TECNOLOGIA LASER NEL RECUPERO DI DUE RILIEVI IN TERRACOTTA ACROMA DI GIOVAN BATTISTA FOGGINI E CARLO MARCELLINI**
Shirin Afra, Chiara Fornari, Chiara Gabbriellini
- 12.30 **PAUSA PRANZO E A TURNO DIMOSTRAZIONE A GRUPPI DELLE NOVITÀ DELLA TECNOLOGIA LASER.** A cura di El.En. Spa
- 16.30 **CHIUSURA DEI LAVORI e BRINDISI DI SALUTO**

Abstracts

RIMOZIONE DI UNO STRATO DI OSSALATO DI CALCIO DA UN DIPINTO AD OLIO NON VERNICIATO

REMOVING A LAYER OF CALCIUM OXALATE FROM AN UNPAINTED OIL PAINTING

Grazia De Cesare¹, Annamaria Giovagnoli², Chiara Cardinali³

¹ Restauratore, g.decesare@abaq.it;

² Chimico, Abaq, a.giovagnoli@abaq.it;

³ Studentessa, chiara.cardinali@studenti.abaq.it, Accademia Di Belle Arti di L'Aquila, L'Aquila, Italia.

Abstract

Gli ossalati metallici sulle superfici architettoniche sono spesso presenti, con aspetto cromatico deturpante, come ossalato di calcio, che origina, sebbene con meccanismo non completamente chiarito, dalla degradazione biologica e/o chimica di protettivi organici mineralizzati, generalmente a struttura stromatolitica, ma frequentemente, se ne riscontra la presenza anche su superfici policrome di opere mobili antiche e moderne, anche in assenza di attacco biologico. L'origine di questi strati è stata molto studiata e sperimentalmente riprodotta [1]; la loro presenza è stata uniformemente riscontrata sulle superfici o in specifiche aree cromatiche in relazione al tipo di metallo del pigmento [2]. Il caso studio in oggetto si riferisce a un dipinto ad olio su tela del XVIII sec., raffigurante Cristo in Croce con San Tommaso da Villanova e Sant'Antonio Abate, proveniente dalla Chiesa di S. Giovanni Battista, Cottanello (RI), in attività didattica presso il laboratorio dei dipinti su supporto tessile dell'Accademia di Belle Arti dell'Aquila. Su tutta la superficie era presente una patina biancastra, opalescente, disomogenea, che ottundeva la leggibilità del film pittorico, particolarmente fragile e assottigliato nel suo spessore e privo di vernice finale, probabilmente a causa di precedenti puliture particolarmente aggressive. Dalle indagini diagnostiche effettuate su microprelievi sottoposti a micro-FTIR è emersa la presenza di un appretto a olio privo di colla, una preparazione oleosa grigia con terre naturali, biacca, calcite spatica, poco gesso biidrato e nero carbone. Sul film pittorico a olio senza resina era presente un sottilissimo strato di circa 0,01 mm caratterizzato da una combinazione di ossalato di calcio (weddelite) e proteine, penetrato all'interno del cretto della pellicola pittorica, probabilmente riconducibile alla degradazione dell'albumina. Il bianco d'uovo, come riportato in letteratura era diffusamente utilizzato come verniciatura provvisoria sui dipinti, prima della verniciatura finale oleoresinosa o con sole resine terpeniche. In questo caso l'applicazione dovrebbe riferirsi a un restauro vista la presenza nel cretto, prodottosi nel tempo. In fase di pulitura sono stati testati solventi organici, miscele acquose supportate con aggiunta di chelanti a varia concentrazione [3] e enzimi proteasi, come già Secco Suardo suggeriva, però senza particolare successo. Il metodo che ha permesso un buon assottigliamento dello strato è stato l'uso del laser a erbio (Er:YAG – Light Brush 2 con $\lambda=2940$ nm). Poiché la patina era presente in modo disomogeneo sulla superficie, lo strumento è stato tarato con diversi parametri in base allo spessore dello strato. Tenendo fissa la modalità d'impulso Very Short (150 μ s), e l'area dello spot di irraggiamento, si sono modificate la frequenza di ripetizione dei colpi da 5, 10 e 15 Hz, mantenendoci sotto la soglia di danno. L'energia di uscita a disposizione dello strumento da 50 mJ a 150 mJ per una fluenza da 0,71 J/cm² a 3,06 J/cm² dopo le prove è stato l'unico parametro rimasto variabile durante il trattamento di tutta la superficie del dipinto (137 x 197 cm), calibrato sullo spessore della patina, rimossa anche in più passaggi a più bassa energia. L'efficacia del metodo è stata ottimizzata dopo test con solventi polari; l'alcool isopropilico ha dato il miglior risultato grazie all'immediata disponibilità del gruppo -OH, [4]. L'assottigliamento o la rimozione dell'ossalato di calcio è risultata efficace, ristabilendo una buona leggibilità degli equilibri cromatici originali. Una ulteriore ricerca è in atto, per standardizzare i metodi operativi e di controllo.

Abstract

Metallic oxalates on architectural surfaces are often present, with a deteriorating chromatic appearance, such as calcium oxalate, which originates, although with a mechanism not completely clear, from biological and/or chemical degradation of mineralized organic protectives, generally with a

stromatolitic structure. Frequently, their presence is also found on polychrome surfaces of both ancient and modern movable works of art, even in the absence of biological attack. The origin of these layers has been extensively studied and experimentally reproduced [1]; their presence has been uniformly detected on surfaces or in specific chromatic areas in relation to the type of metal pigment [2]. The case study in question refers to an oil painting on canvas from the 18th century, depicting Christ on the Cross with Saint Thomas of Villanova and Saint Anthony Abbot, originating from the Church of St. John the Baptist, Cottanello (RI), used for educational activities in the textile support painting laboratory of the Academy of Fine Arts of L'Aquila. A whitish, opalescent, and uneven patina covered the entire surface, impairing the readability of the pictorial film, particularly fragile and thin in its thickness, and lacking a final varnish, probably due to previous particularly aggressive cleanings. From diagnostic investigations carried out on microsamples subjected to micro-FTIR, the presence of an oil preparation devoid of glue, a gray oily preparation with natural earth, white lead, spathic calcite, a small amount of bihydrated gypsum, and carbon black was identified. On the oil paint film without resin, there was an extremely thin layer of about 0.01 mm characterized by a combination of calcium oxalate (weddelite) and proteins, penetrating into the crevice of the paint film, likely attributable to albumin degradation. Egg white, as reported in the literature, was widely used as a provisional varnish on paintings before the final oleoresinous varnishing or with resin only. In this case, the application should refer to a restoration, given its presence in the crevice, which occurred over time. During the cleaning phase, organic solvents, aqueous mixtures supported with the addition of chelating agents at various concentrations [3], and protease enzymes were tested, as suggested by Secco Suardo, but without particular success. The method that allowed for a good thinning of the layer was the use of erbium laser (Er:YAG - Light Brush 2 with $\lambda=2940$ nm). Since the patina was unevenly present on the surface, the instrument was calibrated with different parameters based on the thickness of the layer. Keeping the Very Short pulse mode (150 μ s) and the irradiation spot area constant, the repetition frequency of the shots was changed to 5, 10, and 15 Hz, staying below the damage threshold. The available output energy of the instrument ranged from 50mJ to 150mJ for a fluence of 0.71 J/cm² to 3.06 J/cm² after the tests. The only variable parameter during the treatment of the entire surface of the painting (137 x 197 cm), calibrated to the thickness of the patina, was the energy output, which was removed in multiple passes at lower energy. The effectiveness of the method was optimized after tests with polar solvents; isopropyl alcohol provided the best results due to the immediate availability of the -OH group [4]. Thinning or removal of calcium oxalate was effective in restoring good legibility of the original color balance. Further research is underway to standardize operational and control methods.

Bibliografia

- [1] Cariati F., Rampazzi L., Toniolo L., Pozzi A., Calcium oxalate films on stone surface: experimental assessment of the chemical formation, in *Studies in conservation* (2000).
- [2] Rosi F., Cartechini L., Monico L., Gabrieli F., Doherty B., Anselmi C., Brunetti B. G., Miliani C.; Tracking Metal Oxalates and Carboxylates on Painting Surfaces by Non-invasive Reflection Mid-FTIR Spectroscopy; F. Casadio et al. (eds.), *Metal Soaps in Art, Cultural Heritage Science* (2019).
- [3] De Cesare G., Daveri A., Miliani C.: Monitoring cleaning procedures through non-invasive measurements: a case study, in: *Non destructive investigations and microanalysis for the diagnostics and conservation of cultural and environmental heritage*, Jerusalem, Israel, may 25-30, 2008 Program and book of abstracts pg. 76, CD Proceedings 133. De Cesare pdf, ART2008 - 9 th Int. Conference, ISAS International seminars POB 574, Jerusalem.
- [4] Bracco P., Lanterna G., Matteini M., Nakahara K., Sartiano O., L'esperienza dell'Opificio nella sperimentazione del laser ad erbio nella pulitura dei dipinti; in *OPD Restauro* 13 (2001).

IL CASO STUDIO DI UN DIPINTO SU TAVOLA DEL CINQUECENTO FIORENTINO: l'uso combinato dei sistemi di pulitura chimici con la strumentazione laser ad Er:YAG

THE CASE STUDY OF AN OIL ON WOOD PANEL PAINTING FROM THE FLORENTINE SIXTEENTH CENTURY: The use of the chemical cleaning methods combines to Er:YAG laser tool

Alessia Fasciani¹, Martina Vento², Francesca Fumelli³

¹ Conservatore e restauratore di beni culturali, Roma, Italia, alessia.fasciani@yahoo.it;

² Conservatore e restauratore di beni culturali, Roma, Italia, vento.martina@gmail.com;

³ Conservatore e restauratore di beni culturali, Roma, Italia, francesca.fumelli@cultura.gov.it

Abstract

L'intervento di restauro del dipinto a olio su tavola raffigurante la *Sacra Famiglia*, proveniente dalla Galleria Palatina di Palazzo Pitti (FI), ha rappresentato un momento di studio e di approfondimento di molteplici tematiche in virtù del suo complesso stato conservativo e delle curiose vicissitudini storiche che lo hanno coinvolto. Il dipinto infatti, probabilmente *non-finito*, è stato parzialmente danneggiato da un incendio avvampato, e poi autoestintosi, in un ambiente confinato. L'opera tuttavia doveva essere stata esposta o conservata in prossimità di fonti di luce a fiamma viva, poiché la stessa asse danneggiata dall'incendio – prontamente ridipinta con una campitura di colore nero probabilmente a celare i danni causati dal fuoco – è stata accidentalmente ricoperta da uno spesso strato di cera percolata dall'alto verso il basso. I due eventi sopraccitati hanno irrimediabilmente alterato la pellicola pittorica, sia cromaticamente – provocando annerimenti dello strato pittorico – che fisicamente. I rimaneggiamenti che l'opera ha subito nel corso del tempo – probabilmente volti in parte a ravvivare le cromie della pittura e, in parte, come si è già accennato, a celare i danni causati dal calore – avevano determinato una complessa stratigrafia di materiali di intervento, i quali, alterandosi nel tempo, avevano causato un inscurimento del tessuto pittorico tale da impedire la corretta lettura dell'opera stessa. La pulitura del dipinto era dunque fondamentale per restituirne i valori formali e cromatici e, allo stesso tempo, si presentava come una operazione complessa a causa dell'eterogeneità dei molteplici materiali soprarmessi e delle conseguenti interazioni tra loro nel corso del tempo, nonché della loro esposizione alle elevate temperature. Così come testimoniato da un tassello di pulitura pregresso, che reca ancora i danni dell'utilizzo di sostanze aggressive, la tenacia degli strati soprarmessi presupponeva la messa a punto di una metodologia selettiva, efficace e al contempo rispettosa della superficie pittorica; ciò è stato possibile grazie al prezioso intervento del CNR STM di Perugia, che ha eseguito le indagini diagnostiche, impiegandole non solo per la caratterizzazione delle sostanze soprarmesse, ma anche come strumento di controllo per valutare l'efficacia della metodologia d'intervento.

A seguito dei test di pulitura, finalizzati all'individuazione di una opportuna miscela solvente utile all'assottigliamento graduale della vernice non originale, è stato messo in luce un consistente strato di colore marrone-ambra steso abbondantemente e disomogeneamente sulla superficie; questo film eterogeneo fortemente invecchiato presentava delle componenti proteiche e resinose ed era altresì caratterizzato – così come comprovato dalle indagini diagnostiche – dalla presenza di ossalati, probabilmente di calcio, ormai fortemente compenetrati nello stesso.

La metodologia di intervento proposta nel presente caso di studio si è contraddistinta per l'assoluta necessità di combinare e coordinare i mezzi di pulitura chimica con quelli di pulitura fisica; è stato testato a questo scopo il laser *Er:YAG*, dal nome commerciale *Light Brush 2*, scelto per i suoi requisiti di energia più contenuta rispetto ad altre apparecchiature in commercio e per la possibilità di controllare l'azione ablativa utilizzando basse fluenze. L'utilizzo della strumentazione *Laser* non viene dunque qui proposto quale strumento alternativo ai più "tradizionali" sistemi di pulitura chimica ma come mezzo essenziale, in quanto attraverso la sua azione meccanica, indebolisce lo strato agendo in gran parte sulla componente proteica – e dunque anche sugli ossalati di calcio – e rendendo inoltre i materiali soprarmessi molto più fragili e più facilmente removibili chimicamente. La metodologia combinata dei due mezzi di pulitura si è rivelata totalmente efficace, sia per l'assottigliamento graduale dello strato eterogeneo soprarmesso, sia per la rimozione della deturpante ridipintura scura a base di nero d'ossa presente sullo sfondo del dipinto

e sulle stuccature oleoresinose; ciò fornisce ulteriori spunti di riflessione circa la futura modalità di impiego della strumentazione laser nell'ambito della pulitura dei manufatti antichi.

Abstract

The conservative treatment of the oil on wood panel depicts the *Holy Family*, coming from Palatina's Gallery in Palazzo Pitti (Florence), encouraged the study and a depth- analysis of some many topics because of its state of conservation and historical vicissitudes that involved it. The painting, probably an *unfinished*, had partially damaged by a fire, started and self-extinguished, in a closed environment. However, the painting had been conserved in a place near a flames light sources because, the same wooden board damaged by the fire – it was repainted with a black coat to hide the fire's damaged of the painting layer –, had been accidentally covered up by a considerable wax layer that fell by the height. The two events had irreparably damaged the painting layer, chromatically – causing the blackening of the painting – and also physically. The treatment that the painting had been submitted – probably useful to stand out the color of the painting and also to hide the fire's damaged – had created a complex overlap of a different materials that, changing by the time, had caused a remarkable blackening of the painting that makes difficult the correct interpretation of the pictures. The cleaning of the painting was essential to restore formal and chromatic values and, at the same time, it was very difficult because of the heterogeneity of the materials above the painting, the interaction between them, and also our exposure to the high temperature. Just like the cleaning sample visible on the painting describes – that shows the damaged caused by the use of aggressive chemical substances – the strength of the materials overlay on the painting supposed a cleaning method that was supposed to be selective, efficient and also respectful of the layer painting; that was possible thanks to precious studies of the CNR STM of Perugia who did the diagnostic investigation that was used not only for the characterization of the substances on the layer of the painting, but also to employ it like a process control to evaluate the efficacy of the cleaning treatment. Following the cleaning tests, aimed at identifying an appropriate solvent mixture useful for the gradual thinning of the non-original varnish, a substantial amber-brown layer was revealed, spread abundantly and unevenly over the surface; this strongly aged heterogeneous film had protein and resinous components and was also – characterized as evidenced by the diagnostic investigations – by the presence of oxalates, probably calcium oxalates, now strongly interpenetrated in the same.

The methodology of intervention proposed in the present case study was distinguished by the absolute necessity of combining and coordinating the means of chemical cleaning with those of physical cleaning; the *Er:YAG* laser with the commercial name *Light Brush 2* was tested for this purpose, chosen for its lower energy requirements compared to other equipment on the market and for the possibility of controlling the ablative action using low fluences. The use of laser instrumentation is therefore not proposed here as an alternative tool to the more 'traditional' chemical cleaning systems, but as an essential means, since through its mechanical action, it weakens the layer by acting largely on the protein component – and thus also on the calcium oxalates – and also makes the above materials much more fragile and easier to remove chemically. The combined methodology of the two cleaning media was found to be totally effective in both the gradual thinning of the heterogeneous layer above and the removal of the disfiguring dark bone-black repainting present on the background of the painting and on the oleoresinous fillings; this provides further food for thought about the future mode of employing laser instrumentation in the context of cleaning ancient artifacts.

Bibliografia

- P. Bracco, G. Lanterna, M. Matteini, K. Nakahara, O. Sartiani, *L'esperienza dell'Opificio nella sperimentazione del laser ad Erblio per la pulitura dei dipinti*, in "OPD restauro", 2001,13, pp. 192-202.
- P. Moretti, L. Cartechini, C. Miliani, F. Fumelli, G. Priori, F. Talarico, F. Aramini, G. Tranquilli, *Trattamento di patina ad ossalato di calcio in un dipinto su tavola con metodi chimici e laser: tecniche di analisi per il controllo e la valutazione dei risultati ottenuti*, Atti del Convegno Nazionale APLAR 6: applicazioni laser nel restauro, Firenze 14-16 settembre 2017.

APPLICAZIONE LASER Er:YAG e Nd:YAG PER LA PULITURA DI UNA CROCE DIPINTA DEL XIII SECOLO

APPLICATION OF LASER Er: YAG and Nd: YAG TO THE CLEANING OF A 13th CENTURY PAINTED CROSS

Elena Cianca¹, Iliaria Sinceri¹, Gloria Tranquilli², Francesca Fumelli³, Marcella Ioele³, Gianfranco Priori⁴,
Lucilla Pronti⁵, Mariangela Cestelli Guidi⁵, Martina Romani⁵, Eleonora Gorga⁵ e Giacomo Viviani⁵

¹ Restauratrice, Roma, Italia, elenacianca92@gmail.com; ilaria.sinceri@gmail.com;

² Restauratrice, ex Istituto Centrale per il Restauro (ICR);

³ Istituto Centrale per il Restauro (ICR). Via di San Michele 25, 00153, Roma;

⁴ Biologo, ex Istituto Centrale per il Restauro (ICR);

⁵ INFN – Laboratori Nazionali di Frascati.

Abstract

Oggetto del contributo è il restauro di una Croce dipinta a tempera, di ambito fiorentino databile al XIII secolo, attribuita al Maestro di Gagliano, raffigurante *Cristo, dolenti, Cristo Giudice e angeli*, affrontato in occasione di tesi Magistrale presso l'Istituto Centrale per il Restauro di Roma. La pulitura, eseguita sia con strumentazione laser che con mezzi chimici, ha previsto lo studio per l'ottimizzazione dei parametri da utilizzare, al fine di applicare una metodologia di intervento i cui risultati sono stati monitorati prima durante e dopo la fase operativa con indagini scientifiche mirate. Uno spesso strato scuro soprappreso alterava fortemente le cromie originali della pellicola pittorica del manufatto. Le indagini FTIR, eseguite preliminarmente alla pulitura, avevano rilevato una quantità consistente di Ossalati di calcio, sostanze proteiche e lipidiche, gesso, carbonato di calcio, silicati e cera. Seguendo un indirizzo di ricerca avviato nel laboratorio dei dipinti su tavola dell'ICR è stato approfondito ulteriormente lo studio in merito all'impiego di sistemi laser per l'asportazione di questi spessi strati proteici. In particolare il laser Er:YAG (λ 2940 nm) LIGHT BRUSH 2 dell'azienda El.En. è stato impiegato per la pulitura dell'intera superficie pittorica, ad eccezione delle campiture ad azzurrite miscelata con colla. Dopo l'utilizzo del laser è stato ottenuto un risultato positivo applicando successivamente mezzi chimici che prima dell'irraggiamento non avevano alcun esito. Nelle aree ad azzurrite miscelata con il legante proteico, completamente annerite, è stato usato il laser Nd:YAG (prima armonica λ 1064 nm; seconda armonica λ 532 nm) THUNDER COMPACT della Quanta System, impostato nella seconda armonica (λ 532 nm). È stata messa a punto una complessa metodologia di intervento, che è stata monitorata per controllare e verificare l'effettiva gradualità ed efficacia dei trattamenti di pulitura considerati. Sono state impiegate le tecniche analitiche attualmente disponibili nei laboratori scientifici dell'ICR di Roma e quelle frutto della collaborazione con i laboratori dell'INFN nell'ambito del progetto Artemisia (ARTificial intelligence Extended-Multispectral Imaging Scanner for In-situ Artwork analysis). La fase analitica ha previsto: controllo della tessitura superficiale mediante l'acquisizione ed elaborazione di immagini con stereomicroscopio con modalità di messa a fuoco estesa; controllo delle variazioni di colore superficiale mediante analisi colorimetrica; controllo delle trasformazioni chimiche tramite Spettroscopia FT-IR e l'innovativa Macro-spettroscopia FT-IR in riflessione (MA-rFTIR); controllo e analisi di sezioni stratigrafiche mediante Microscopia ottica (M.O.) e elettronica a scansione con microanalisi (SEM-EDS). I risultati delle indagini confermano che l'impiego di entrambi i sistemi laser è stato decisivo per la buona riuscita della pulitura. L'uso combinato dell'irraggiamento laser con la pulitura chimica ha consentito un notevole assottigliamento della patina proteica non originale, restituendo al dipinto i valori cromatici originali.

Abstract

The object of the contribution is the restoration of a tempera painted Cross from the Florentine context, attributed to the Master of Gagliano, dated to the 13th century, depicting *Christ, the grieving figures, Christ as Judge and angels*, examined in a dissertation for a master's degree at the Istituto Centrale per il Restauro. The cleaning, carried out both with laser equipment and by chemical means,

involved the study and optimization of the parameters to use, in order to apply a method of intervention the results of which were monitored before, during and after the intervention with targeted scientific assessments. The original colours of the artifact's painted layer were severely altered by a thick dark covering layer. FTIR analyses, carried out ahead of the cleaning, detected a considerable amount of calcium oxalates, protein and fatty substances, chalk, calcium carbonate, silicates and wax. Following the research approach initiated at the laboratory of paintings on wood at ICR, the study on the application of laser systems for the removal of such thick protein layers was further investigated. In particular, laser Er:YAG (λ 2940 nm) LIGHT BRUSH 2 by El.En. Company was utilized for cleaning the whole painting surface, except for the background painted with azurite mixed with glue. After the use of the laser, good results were achieved by applying chemical means which had had no effect before the laser treatment. On the areas of azurite mixed with protein binder, which were completely blackened, the laser used was Nd:YAG (first harmonica λ 1064 nm; second harmonic λ 532 nm) THUNDER COMPACT by Quanta System, set on the second harmonic (λ 532 nm). A complex intervention method was developed, which was monitored to oversee and assess the actual gradability and effectiveness of the cleaning methods under consideration. Operators applied the analytical techniques currently available at ICR scientific laboratories in Rome, as well as those resulting from cooperation with INFN laboratories in the framework of the Artemisia project (ARTificial intelligence Extended-Multispectral Imaging Scanner for in-situ Artwork analysis). The analytical phase involved: checking the surface texture through the acquisition and processing of images with a stereomicroscope with extended focusing modalities; checking of the surface colour variations by means of colorimetric analysis; checking of chemical changes by FT-IR Spectroscopy and innovative reflection Macro-spectroscopy FT-IR (MA-rFTIR); checking and analysis of stratigraphic sections by Optical Microscopy (MO) and microanalytic scanning electronic Microscopy (SEM-EDS). The results of the investigations confirm that the use of both laser methods was decisive for the success of the cleaning. The combined use of laser treatment and chemical cleaning allowed a considerable thinning of the successively added protein layer, restoring the painting to its original colours.

Bibliografia

- A. Brunetto, *L'utilizzo della strumentazione laser per la pulitura delle superfici nei manufatti artistici*, Saonara (PD) 2004.
- G. Tranquilli, F. Fumelli, F. Aramini, G. Priori, F. Talarico, P. Moretti, L. Cartechini, C. Miliani, *Trattamento di patina ad ossalato di calcio in un dipinto su tavola con metodi chimici e laser: tecniche di analisi per il controllo e la valutazione dei risultati ottenuti*, in atti del convegno "Aplar 6" a cura di A. Brunetto, G. Lanterna, B. Mazzei, 14 -16 settembre 2017, ISBN 978-88-404-0090-7.
- G. Cappelloni, G. Tranquilli, F. Fumelli, A. Giovagnoli, G. Priori, F. Aramini, L. Conti, F. Talarico, G. Germinario, *Applicazione della radiazione laser a diversa lunghezza d'onda per la pulitura delle campiture di azzurrite a tempera*, in atti del convegno APLAR 7, a cura di A. Brunetto, G. Lanterna, B. Mazzei, 7-8 Novembre 2019, ISBN: 978-88-404-0143-0.

L'IMPIEGO DELLA PULITURA LASER SUI DIPINTI: CONTRIBUTI E PANORAMICA ATTRAVERSO LE CONFERENZE LACONA E APLAR

THE EMPLOYMENT OF LASER CLEANING ON EASEL PAINTINGS: CONTRIBUTIONS AND OVERVIEW IN LACONA AND APLAR CONFERENCES

Ilaria Pecorelli¹, Grazia De Cesare²

¹ Dottoranda, Università degli Studi di Roma Tor Vergata, Roma, Italia, ilaria.pecorelli@students.uniroma2.eu;

² Restauratore Docente MUR –AFAM, graziadecesare@hotmail.com

Abstract

Nell'ambito delle scelte progettuali sulla pulitura i restauratori hanno acquisito negli anni una sempre maggiore conoscenza riguardante l'uso dei solventi organici o dei metodi acquosi, tuttavia ricorrono all'impiego del laser senza una pari consapevolezza. Spesso si operano test senza un'idea precisa della varietà dei sistemi laser con diverse lunghezze d'onda disponibili, delle durate d'impulso, dell'energia a disposizione o senza una piena conoscenza dei diversi possibili meccanismi d'interazione, delle difficoltà oggettive che potrebbero verificarsi e delle possibilità di successo. L'impiego del laser corretto e dei parametri adeguati è confinato a pochi esperti che, come risultato della loro esperienza, sono in grado di orientarsi verso il sistema laser e la metodologia maggiormente adeguata.

Nel tentativo di uscire dall'approccio del caso per caso, è stato condotto uno studio della letteratura del settore col fine di sintetizzare e standardizzare la possibile applicazione dei diversi laser a seconda delle differenti esigenze operative.

Questo elaborato presenta una rassegna di articoli scientifici riguardanti l'utilizzo del laser per la pulitura di dipinti, tecnica sempre più considerata per tale tipologia di opera d'arte nel settore del restauro sin dai primi anni Novanta. Nel particolare, la creazione di conferenze come i LACONA (LASers in the CONservation of Artworks) e APLAR (APPLICAZIONI LASER nel RESTAURO) hanno incoraggiato l'impiego di questo strumento. Dunque, quasi la totalità degli articoli considerati per questo elaborato deriva dagli atti delle due conferenze massime per il settore.

Focalizzandosi sui dipinti è stata condotta un'analisi critica della letteratura così da evidenziare molti dei contributi positivi apportati tramite le conferenze. Pertanto, è stato fornito un quadro generale riguardante i principali sistemi laser dei quali si fa riferimento negli articoli e le loro caratteristiche, insieme alla considerazione degli eventuali meccanismi di pulitura che si verificano a seguito dell'irradiazione. Oltre alla valutazione dell'interazione con diverse sostanze indesiderate rinvenute sui dipinti quali vernici, ridipinture, depositi coerenti e ossalati di calcio, sono descritte anche le interazioni con componenti originali degli strati pittorici come i leganti e i pigmenti. Attraverso la comparazione di molteplici articoli pubblicati sino ad ora, i valori di soglia e le condizioni di irradiazione ottimali (lunghezza d'onda, durata d'impulso, energia, frequenza, etc) sono presentati e riassunti così da aiutare i restauratori che potrebbero affrontare dei casi studio simili. Inoltre, questo lavoro include alcune delle limitazioni e questioni aperte che sono state identificate durante l'analisi della letteratura sulla pulitura laser, le quali mostrano come maggiori studi nel settore siano necessari.

Abstract

Concerning the planning choices for the cleaning, conservators have acquired an increasingly knowledge regarding the use of organic solvents or aqueous methods through the years, yet they employ lasers without an equal awareness. Frequently tests are done without a precise idea of the different laser systems with various wavelengths, pulse durations, energy levels or of the diverse interaction mechanisms, the objective difficulties that could occur and the success rates. The employment of the right laser and parameters is limited to a few experts who as a result of their experience are able to direct to the most correct laser tool and methodology.

In order to leave the practice of considering the case studies on an individual basis, a study of the literature of the field has been conducted in order to summarise and standardise the possible employment of the various laser systems depending on the different operational needs.

This work presents a literature review regarding the application of lasers for the cleaning of paintings, a technique which has been more and more considered for these works of art in the field of conservation since the beginning of the 1990s. In particular, the establishment of conferences such as the LACONA (LAsers in the CONservation of Artworks) and APLAR (APplicazioni LAser nel Restauro) have encouraged the employment of this tool. Thus, the majority of the articles evaluated for this paper originate from the proceedings of these two leading conferences.

Focusing on easel paintings, critical insights into the literature are made in order to highlight the many positive contributions made through the conferences. Therefore, an overview regarding the main laser systems used in the articles is provided along with the consideration of their main characteristics and the cleaning mechanisms occurring upon irradiation. Besides the evaluation of the radiation with several unwanted painting materials such as varnishes, overpainting, coherent deposits and calcium oxalates, the interactions with the original constituents of the painting layers such as medium and pigments is described as well. Through the comparison of several papers published so far, thresholds and optimal irradiation conditions (wavelength, pulse duration, energy, frequency, etc.) are presented and summarised in order to help conservators who may be facing analogous case studies. Moreover, this work features some of the limitations and open issues identified throughout the review of laser cleaning, which show how further studies in the field are required.

Bibliografia

- [1] A. Andreotti, A. Brunetto, G. Lanterna, B. Mazzei (ed.), APLAR 7. Applicazioni laser nel restauro, Nardini, Firenze, 2022.
- [2] A. Brunetto, G. Lanterna, B. Mazzei (ed.), APLAR 6. Applicazioni laser nel restauro, Nardini, Firenze, 2017.
- [3] A. Brunetto (ed.), APLAR 5. Applicazioni laser nel restauro, Nardini, Firenze, 2017.
- [4] A. Brunetto (ed.), APLAR 4. Applicazioni laser nel restauro Il Prato, Saonara, 2013.
- [5] A. Brunetto (ed.), APLAR 3. Applicazioni laser nel restauro, Il Prato, Saonara, 2011.
- [6] A. Brunetto (ed.), APLAR 2. Applicazioni laser nel restauro, Il Prato, Saonara, 2009.
- [7] Małgorzata Walczak et al. (ed.), Lasers in the Conservation of Artworks XI: Proceedings of the International Conference LACONA XI, Kraków, Poland, 20-23 September 2016. Nicolaus Copernicus University Press, Poland, 2017.
- [8] A. Elnaggar et al. (ed.), Lasers in the Conservation of Artworks, LACONA X, Sharjah 9-13 June 2014. International Institute for Conservation of Historic and Artistic Works, United Kingdom 2015.
- [9] D. Saunders et al. (ed.), Lasers in the Conservation of Artworks, LACONA IX, British Museum, 7-10 September 2011. Archetype Publications, United Kingdom, 2013.
- [10] A. Nevin et al. (ed.), Lasers in the Conservation of Artworks, LACONA VIII, Sibiu, Romania, 21-25 September 2009. Taylor & Francis Group, United Kingdom, 2010.
- [11] J. Ruiz et al. (ed.), Lasers in the Conservation of Artworks, LACONA VII, Madrid, Spain, 17 - 21 September 2007. CRC Press, United States, 2008.
- [12] J. Nimmrichter et al. (ed.), Lasers in the Conservation of Artworks, LACONA VI, Vienna, Austria, 21-25 September 2005. Springer Berlin Heidelberg, Germany, 2009.
- [13] C. Fotakis et al. (ed.), Lasers in the Conservation of Artworks, LACONA V, Osnabrück, Germany, 15-18 September 2003. Physica-Verlag, Germany, 2005.
- [14] R. Salimbeni, G. Bonsanti (ed.), Lasers in the Conservation of Artworks, LACONA III, Florence, Italy, 26-29 April 1999. Elsevier, the Netherlands, 2000.

IL RESTAURO DEI BUSTI IN MARMO PROVENIENTI DA AMBIENTI NON CONFINATI. PROBLEMATICHE DI INTERVENTO

THE RESTORATION OF MARBLE BUSTS FROM NON-CONFINED ENVIRONMENTS. INTERVENTION PROBLEMS

Marianna Musella¹, Saverio Di Giaimo²

¹ Restauratrice, Docente Laboratorio di restauro IV – Corso di Laurea Magistrale in Conservazione e restauro dei Beni Culturali, Dipartimento di Biologia Ecologia e Scienze della Terra – Università della Calabria Arcavacata (CS);

² Antiquario e collezionista napoletano, specializzato in ricerche di valenza storico-documentaria delle arti applicate.

Abstract

L'intervento di restauro dei materiali lapidei naturali, in particolare da collegare a tutte quelle che sono delle operazioni di pulitura, risulta essere sempre un momento molto delicato e di analisi della superficie in riferimento alle problematiche riscontrate e oggetto di intervento. Tale operazione, critica e consapevole del risultato da ottenere, è ancora più interessante quando le opere risultano manufatti di due artisti italiani, Lorenzo Bartolini esponente del purismo italiano e Pompeo Marchesi uno dei massimi esponenti del neoclassicismo lombardo.

Le operazioni di pulitura dei due busti in marmo, il primo che ritrae *Alessandro I di Russia (1777 – 1825)* – opera di Lorenzo Bartolini – ed il secondo con l'effigie dell'*avv. Rocco Marliani (?) (morto nel 1826)* – opera di Pompeo Marchesi – sono stati considerati, al momento dell'intervento di restauro, come unica problematica di intervento in quanto entrambi i marmi, provenienti da un contesto privato ma fortemente esposti agli agenti atmosferici e particolarmente inquinanti, risultavano estremamente complessi. La superficie originale, visibilmente compromessa da fattori degenerativi a carico del materiale primario, era interessata da perdita materica nei punti particolarmente esposti, conservando invece tracce della superficie originale ben visibili nelle aree di sottosquadro. Inoltre la conservazione di particolari decorativi con livelli minimi di rilievo, evidenziano ancora oggi quella che doveva essere la maestria dei due artisti. Il restauro, che ha previsto delle operazioni di pulitura tradizionale, in tale fase, è stato completato con l'apporto della strumentazione laser in quanto su tutta la superficie, di entrambe le opere, si osservava uno sottilissimo (micrometrico) strato di alterazione dal colore rosa-arancio, deturpante esteticamente.

Non potendo effettuare alcun prelievo e considerando la natura del substrato marmoreo, è stato ipotizzato che tale prodotto sia da correlare all'alterazione dei cristalli di calcite (CaCO_3) in ossalato di Calcio (CaC_2O_4). Meno probabile la trasformazione della calcite in gesso in quanto quest'ultimo, essendo più tenero, sarebbe stato facilmente rimosso con metodi tradizionali. In questo caso, e dopo aver effettuato un saggio di pulitura preliminare sulla base del busto di Alessandro I nel 2022, avendo ottenuto un ottimo risultato di rimozione dello strato succitato, è stato attuato l'intervento finale di pulitura con ausilio di sistema Nd:YAG che opera in modalità Q-Switched (durata dell'impulso di 5-8 ns) con lunghezza d'onda sia nel vicino infrarosso a 1064 nm (energia massima per impulso 900 mJ) che nel visibile a 532 nm (energia massima per impulso 450 mJ) e una velocità massima di ripetizione di 20 impulsi al secondo. Il diametro del raggio laser all'uscita del manipolo è 10 mm, con una divergenza di 0,5 mrad (angolo pieno). L'intervento di pulitura che nei casi in oggetto è stato prevalentemente effettuato con emissione a 532 nm, ha permesso di preservare tutte le caratteristiche morfologiche del tessuto marmoreo anche nelle aree maggiormente soggette a degradazione superficiale. L'operazione è stata realizzata fotoablando la superficie con radiazione laser ad energia d'impulso di 0.2 J e una frequenza di 3.3 Hz.

Le impostazioni succitate sono state utilizzate per la pulitura di entrambi i manufatti, aumentando e diminuendo dove necessario ed in modo localizzato (considerando la variazione dello stato di conservazione della superficie) la frequenza degli impulsi. Tale metodologia di intervento ha in modo evidente e non invasivo, rimosso l'alterazione succitata mettendo in luce il colore chiaro e definito delle opere, eccellenti esempi di un periodo neoclassico italiano.

Abstract

The restoration of natural stone materials, in particular to be linked to all cleaning operations, is always a very delicate moment and a moment of analysis of the surface in reference to the problems encountered and the subject of the intervention. This operation, critical and aware of the result to be obtained, is even more interesting when the works are artefacts by two Italian artists, Lorenzo Bartolini, an exponent of Italian purism and Pompeo Marchesi, one of the greatest exponents of Lombard neoclassicism.

The cleaning operations of the two marble busts, the first portraying Alexander I of Russia (1777 - 1825) - the work of Lorenzo Bartolini - and the second with the effigy of the lawyer. Rocco Marliani (?) (died in 1826) – the work of Pompeo Marchesi – were considered, at the time of the restoration intervention, as the only intervention problem as both marbles, coming from a private context but heavily exposed to atmospheric agents and particularly polluting, they were extremely complex. The original surface, visibly compromised by degenerative factors affecting the primary material, was affected by material loss in particularly exposed points, while retaining traces of the original surface clearly visible in the undercut areas. Furthermore, the conservation of decorative details with minimal levels of relief still highlights what must have been the mastery of the two artists today. The restoration, which involved traditional cleaning operations, in this phase, was completed with the contribution of laser instrumentation as a very thin (micrometric) layer of color alteration was observed on the entire surface of both works. pink-orange, aesthetically disfiguring.

Since it was not possible to carry out any sampling and considering the nature of the marble substrate, it was hypothesized that this product is related to the alteration of the calcite crystals (CaCO_3) into calcium oxalate (CaC_2O_4). The transformation of calcite into gypsum is less likely as the latter, being softer, would have been easily removed with traditional methods. In this case, and after having carried out a preliminary cleaning test on the base of the bust of Alexander I in 2022, having obtained an excellent result of removing the aforementioned layer, the final cleaning intervention was implemented with the aid of the Nd:YAG system which operates in Q-Switched mode (pulse duration of 5-8 ns) with wavelength both in the near infrared at 1064 nm (maximum energy per pulse 900 mJ) and in the visible at 532 nm (maximum energy per pulse 450 mJ) and a maximum repetition rate of 20 pulses per second. The diameter of the laser beam at the handpiece exit is 10 mm, with a divergence of 0.5 mrad (full angle). The cleaning intervention, which in the cases in question was mainly carried out with 532 nm emission, made it possible to preserve all the morphological characteristics of the marble fabric even in the areas most subject to surface degradation. The operation was carried out by photoablating the surface with laser radiation with a pulse energy of 0.2 J and a frequency of 3.3 Hz.

The aforementioned settings were used to clean both artefacts, increasing and decreasing where necessary and in a localized manner (considering the variation in the state of conservation of the surface) the frequency of the pulses. This intervention methodology has clearly and non-invasively removed the aforementioned alteration, highlighting the light and defined color of the works, excellent examples of an Italian neoclassical period.

**PULITURA LASER DI STUCCHI E STUCCHI POLICROMI DI ARTE DEL GANDHARA
(PAKISTAN, I-V SECOLO D.C.):
APPLICAZIONE DI SISTEMI LASER A CONFRONTO**

**LASER CLEANING OF STUCCO AND POLYCHROME STUCCO ARTWORKS OF
GANDHARAN ART (PAKISTAN, 1ST-5TH CENTURY A.D.):
APPLICATION OF LASER SYSTEMS IN COMPARISON**

Giorgia Galanti¹, Simona Pannuzi²

¹ Restauratore, Cooperativa Fabbrica Conservazione e Restauro scpl, Roma, Italia, fabricascpl@gmail.com;

² Archeologo, Istituto Centrale per il Restauro, Roma, Italia, simona.pannuzi@cultura.gov.it

Abstract

Le opere oggetto del presente intervento si caratterizzano per essere frammenti di rilievi e di piccola statuaria di arte del Gandhara, rinvenuti nel sito di Butkara I, area sacra buddhista presso Mingora (valle dello Swat, Pakistan), durante gli scavi della missione italiana dell'ISMEO nei primi anni '60 del Novecento, a cui partecipava anche il Centro Scavi di Torino, ed attualmente conservati nel Museo di Arte Orientale di Torino [1]. Questi reperti, parti decorative dei vari stupa (edifici religiosi buddhisti) presenti nell'area e frammenti di statuette votive di Buddha e di monaci, sono datati con grande ampiezza cronologica tra il I e il V secolo d.C. e sono realizzati con un impasto in stucco particolarmente disomogeneo, friabile e fragile, reso ancora più delicato da grandi perni metallici inseriti all'interno dell'impasto all'epoca della prima musealizzazione, per sistemare i reperti su basi o affissi al muro.

Alcune delle sculture presentano delle tracce di colore, di solito rosso, in qualche caso di tonalità più aranciata, e di colore nero: è ormai accertato infatti, grazie a studi recenti, che queste opere presentavano una generale finitura policroma e a volte anche delle parti dorate, che rendevano gli oggetti particolarmente variopinti [2]. Tali policromie in anni passati spesso non venivano notate o comunque non venivano tenute in conto durante gli interventi conservativi e di restauro, che potevano anche essere non idonei alla loro conservazione.

Tutte le sculture sono state oggetto di indagini XRF, che hanno evidenziato una composizione dello stucco con carbonato di calcio, mentre il colore rosso è risultato chiaramente riferibile ad ocre rosse e il nero ad un nero organico; in alcuni casi la superficie delle sculture presenta una finitura bianca forse stesa con l'intento di regolarizzare un impasto disomogeneo. Questo strato è senz'altro da considerare uno strato di preparazione al colore.

Per la presenza di questa sovrapposizione di strati, anche policromi, su un materiale così delicato, come lo stucco realizzato in ambito gandharico, è stato particolarmente importante riuscire a determinare il più corretto metodo di pulitura.

È stato deciso perciò di testare l'utilizzo della pulitura laser sia sugli impasti in stucco che sulle policromie delle diverse sculture, verificando i risultati della fotoablazione dei diversi tipi di strumentazione laser per individuare i parametri e le condizioni operative ottimali, al fine della completa rimozione dei depositi stratificati, ancora da attribuire a terra da scavo a suo tempo non del tutto rimossa, sulla superficie plastica.

Le prove di ablazione sono state realizzate, a seguito di un preconsolidamento effettuato con nanocalci a base acquosa, con laser di tipo Thunder Compact e Combo con i quali sono stati effettuati diversi test definendo i parametri operativi di ogni strumentazione e verificandone i risultati anche con l'utilizzo del microscopio digitale. Tutte queste prove di ablazione hanno portato ad individuare la più appropriata strumentazione da utilizzare per questa particolare categoria di materiali. L'intervento di pulitura effettuato con il Thunder è stato ritenuto particolarmente soddisfacente rimuovendo in modo selettivo, graduale e completo i depositi di sporco, si è rivelato particolarmente idoneo, non provocando alcun tipo di alterazione negli strati costitutivi.

Abstract

The artworks subject of this intervention are fragments of reliefs and small statuary of Gandhara art, found at the site of Butkara I, a sacred Buddhist area near Mingora (Swat valley, Pakistan), during excavations by the Italian ISMEO mission in the early 1960s, in which the *Centro Scavi di Torino* also participated. These artifacts are currently preserved in the Museum of Oriental Art in Turin [1].

These artefacts refer to decorative parts of the various stupas (Buddhist religious buildings) and fragments of small votive statues of Buddha and monks: these are dated between the 1st and 5th centuries A.D. These artworks are made of a particularly uneven, crumbly and fragile stucco mixture, even more delicate by large metal pins inserted into the mixture at the time of the first museum installation, in order to place the artifacts on bases or affixed to the museum walls.

Some of the sculptures show traces of colour, usually red, in some cases of a more orangey hue, and in some cases also black colour. It is now established, thanks to recent studies on Gandharan stone and stucco sculptures, that these artworks had a general polychromatic finish and sometimes even gilded parts, which made the objects particularly colourful [2]. In past years, these polychromes and gildings were often not noticed or at least not taken into account during conservation and restoration work, which could even be unsuitable for their conservation.

All sculptures were subjected to XRF investigations, which revealed a composition of the stucco with Calcium, associated with Calcium Carbonate, while the red colour was clearly referable to Red Ochre and the black to an organic black; in some cases, the surface of the sculptures has a white finishing, perhaps applied with the intention to regularize an uneven mixture. This layer is undoubtedly to be considered a layer of preparation for colours. Other diagnostic investigations are in progress.

Due to the presence of these overlapped layers, even polychromes, on such a delicate material as the Gandharan stucco, it was particularly important to be able to determine the most correct cleaning method for these artworks. It was therefore decided to test the use of laser cleaning on both the stucco mixtures and on the polychromes of the different sculptures, verifying the results of photoablation of the different types of laser instrumentation to identify the optimal parameters and operating conditions, in order to completely remove the stratified deposits on the surface, to be attributed mostly to excavated soil that had not been completely removed.

The ablation tests were carried out, following a pre-consolidation performed with aqueous-based *nanocalci*, with Thunder Compact and Combo type lasers, with which various tests were carried out to define the operating parameters of each instrumentation and verify the results, also using the digital microscope.

All ablation tests allowed to identify the most appropriate instrumentation to be used for this particular category of artifacts. The cleaning operation carried out with the Thunder was considered particularly satisfactory by selectively, gradually and completely removing deposits of dirt and soil, as it did not cause any type of alteration in the constituent layers.

Bibliografia

- [1] *Catalogo della Mostra delle Sculture Buddiste dello Swat*, (Torino, aprile-maggio 1963), Torino 1963.
 [2] S. Pannuzi, F. Talarico, *Pigments and gold in Gandharan stone and stucco sculptures*, in *7th Round Table on Polychromy in Ancient Sculpture and Architecture*, (Florence, 4th-5th-6th November 2015), Livorno 2018, pp.183-191; S. Pannuzi *et al.*, *Polychromy and gilding in the Gandharan sculptures from Pakistan and Afghanistan: samplings from Museum Guimet in Paris, Civic Archaeological Museum of Milan and Museum of Oriental Art of Turin*, in S. Pannuzi, L. M. Olivieri (a cura di), numero monografico Rivista "Restauro Archeologico", 2019/1, pp.40-81.

**SET-UP SPERIMENTALE PER IL TRATTAMENTO DI PULITURA SUPERFICIALE
DI POLICROMIE POLVERULENTE, STUDIO SU PIGMENTO BLU EGIZIO:
Nd:YAG VS Yb-DOPED CORE LASER**

**EXPERIMENTAL SET-UP FOR THE CLEANING TREATMENT OF AN EGYPTIAN BLUE
POWDERY PAINTED SURFACE: Nd:YAG VS Yb-DOPED CORE FIBER LASER**

Marta Cremonesi¹, Francesca Zenucchini², Chiara Ricci³, Tiziana Cavaleri^{3,4}, Alessandro Re⁵,
Tommaso Quirino⁶, Paola Buscaglia^{2,7}

¹ University of Torino in agreement with Centro Conservazione e Restauro "La Venaria Reale" (SUSCOR - SAF),
Turin, Italy, Marta.Cremonesi@uantwerpen.be;

² Conservator, Centro Conservazione e Restauro "La Venaria Reale", Venaria Reale (TO), Italy, francesca.zenucchini@ccrvenaria.it;

³ Conservation Scientist, Centro Conservazione e Restauro "La Venaria Reale", Venaria Reale (TO) Italy, chiara.ricci@ccrvenaria.it;

⁴ Department of Economics, Engineering, Society and Business Organisation (DEIM), University of Tuscia, Viterbo, Italy,
tiziana.cavaleri@centrorestaurovenaria.it;

⁵ Department of Physics, University of Torino and INFN, Turin section, 10125 Turin, Italy, alessandro.re@unito.it;

⁶ Soprintendenza Archeologia, Belle Arti e Paesaggio della Città' Metropolitana di Milano, Milan, Italy, tommaso.quirino@cultura.gov.it;

⁷ Department of Applied Science and Technology (DISAT), Politecnico di Torino, Turin, Italy, paola.buscaglia@ccrvenaria.it

Abstract

Nell'ambito della conservazione dei beni culturali, la rimozione di depositi polverulenti da policromie con grave tendenza allo spolvero è sicuramente tra le questioni più delicate da trattare.

Lo stato conservativo di tali superfici è dovuto a un'ingente mancanza di legante, come conseguenza di fenomeni di degrado accorsi nel tempo. Il trattamento di pulitura di queste complesse superfici non può dunque contemplare metodi di natura chimica o meccanica in quanto implicherebbero contatto con la superficie e conseguente danno per la stessa.

Il presente studio valuta l'efficacia di un metodo di pulitura fisica *contact-less*, escludendo a monte un consolidamento temporaneo, che apporterebbe nel sistema un materiale estraneo e implicherebbe un intervento di pulitura maggiormente invasivo. I casi applicativi presi in esame sono due frammenti archeologici di sarcofagi lignei Egizi, appartenenti alla collezione della SABAP di Milano, Italia. Parte di questo lavoro è il risultato di test condotti durante la fase sperimentale di una tesi di laurea magistrale in Restauro e Conservazione dei Beni Culturali presso l'Università di Torino, in accordo con il Centro Conservazione e Restauro "La Venaria Reale" (SUSCOR - SAF).

Il test sperimentale della pulitura è stato effettuato su un set di provini che riproducessero il più fedelmente possibile i materiali costitutivi delle opere e il loro stato di conservazione. Una stesura di pigmento Blu Egizio è stata applicata su una preparazione di carbonato di calcio senza alcun legante, al fine di riproporre una situazione quanto più rappresentativa possibile delle opere in oggetto. I depositi di particolato coerente e incoerente sono stati simulati tramite l'apposizione sulla superficie dei provini di polveri raccolte in ambiente museale. Il Blu Egizio è stato scelto per la sua particolare fluorescenza alla tecnica imaging di Visible light Induced Luminescence (VIL) [1], in modo da poterlo sfruttare come traser per la valutazione della pulitura. Il pigmento è stato macinato per ottenere tre diverse granulometrie, rappresentative di quelle rilevate in opera.

La comparazione sistematica dei laser ha vagliato l'efficacia di Nd:YAG a 1064 nm e 532 nm in Q-Switching e Long Q-Switching (LQS) [2,3], e di Yb-doped core fiber laser a 1064 nm [4,5]. I laser sono stati sempre utilizzati in combinazione con un sistema di micro-aspirazione per raccogliere il materiale ablato per l'analisi imaging.

È stata condotta una campagna multi-analitica per monitorare gli effetti del processo di pulitura a livello ottico e morfologico, avvalendosi di analisi qualitative e semi-quantitative. In particolare, sono state utilizzate indagini in microscopia ottica 3D (HIROX) e 2D (OM), analisi colorimetriche e un'analisi comparativa dei filtri di aspirazione basata sull'imaging (VIS/VIL) per valutare la selettività del metodo proposto.

Abstract

One of the most critical issues in the conservation of cultural heritage is the cleaning of powdery and water-sensitive surfaces: due to their severe loss of binder any chemical or mechanical cleaning is precluded. The aim of this study is the assessment of a contactless cleaning method without a pre-consolidation treatment. The case studies were two archaeological fragments of wooden coffins from Ancient Egypt, housed at the SABAP museum storerooms in Milan, Italy. Part of this work is the result of tests run during a master thesis in Conservation and Restoration of Cultural Heritage of the University of Turin in agreement with Centro Conservazione e Restauro “La Venaria Reale” (SUSCOR - SAF).

An experimental setup of mock-ups was designed to mimic the original materials and their critical state of preservation. Each mock-up consisted in a layer of Egyptian Blue pigment brushed on ground plaster without any binder medium, to stress the phenomena of the powdery painting of the original coffins. The dust deposition was recreated by covering the surface with storage dust. The Egyptian Blue has been chosen based on its fluorescence to the Visible Induced Luminescence (VIL) analysis [1] and used as a tracer for the cleaning assessment. The pigment has been grinded to obtain three different granulometries, representative for the ones detected in the original coffins.

The challenge of this specific laser application was to develop a reliable and safe cleaning to remove selectively the dust depositions from the powdery free pigment, almost within the same layer. The systematic comparison of laser systems included Nd:YAG 1064 nm and 532 nm in Q-Switching and Long Q-Switching (LQS) [2,3], as well as a Yb-doped core fiber laser at 1064 nm [4,5]. The lasers were always used in combination with a micro-vacuum system to collect the ablated material for analysis.

A multi-analytical campaign was carried out to evaluate the cleaning process. Qualitative and semi-quantitative analyses have been selected to monitor the potential morphological and optical changes, using 3D microscopy (HIROX), colorimetry and optical microscope (OM), along with an Imaging-based (VIS/VIL) analysis to evaluate both efficacy and safeness of the method.

Key words: Yb-doped core fiber laser, AFL, Nd:YAG, 532 nm, laser cleaning, pigments, VIL imaging, Egyptian coffin, powdery surfaces.

Bibliography

- [1] Verri G. et al., 2013, “Digital mapping of Egyptian Blue: conservation implications”, Studies in Conservation, Taylor and Francis Group.
- [2] Di Stasio F., Santamaria U., 2019, “Determinazione della soglia di fluenza di danno nella pulitura delle superfici policrome”, APLAR 6. Applicazioni laser nel restauro, Nardini Editore, pp.161-172.
- [3] Brunetto A. et al., 2019, “Laser cleaning on the Mut Temple wall paintings, Gebel Barkal (Sudan)”, APLAR 6, Applicazioni laser nel restauro, Nardini Editore, pp. 203-228.
- [4] Patrizi M.G. et al., 2022, “Applicazioni avanzate del laser in fibra per la pulitura di un sarcofago del Museo Pio Cristiano dei Musei Vaticani”, APLAR 7. Applicazioni laser nel restauro, Nardini Editore, pp. 183-202.
- [5] Suzuki M.A. et al., 2022. “La rimozione delle scritte vandaliche: prove preliminari di pulitura di materiali lapidei con un laser in fibra attiva (Yb:YAG)”, APLAR 7. Applicazioni laser nel restauro, Nardini Editore, pp. 221-228.

L'IMPIEGO DELLA TECNOLOGIA LASER PER LA RIMOZIONE DI SOSTANZE FILMOGENE NON ORIGINALI DA UNA SCULTURA LIGNEA POLICROMA, "ANGELO ANNUNCIANTE" DEL XV SEC.

THE USAGE OF LASER TECHNOLOGY IN ORDER TO REMOVE NON- ORIGINAL FILM-FORMING SUBSTANCES FROM THE WOODEN AND POLYCHROME STATUE, "ANGELO ANNUNCIANTE" FROM THE 15TH CENTURY.

Francesco Lorenzo Filizzola¹, Paola Fiore²

¹ Restauratore, Accademia di Belle Arti di Napoli, Napoli, Italia, lorenzofilizzola@libero.it;

² Docente di restauro, Accademia di Belle Arti di Napoli, Napoli, Italia, paola.fiore@abana.it

Abstract

Il presente lavoro illustra il restauro conservativo ed estetico di una scultura lignea policroma della metà del XV secolo, attribuita ad artista abruzzese, raffigurante un *Angelo annunciante* proveniente dai depositi del Museo della Certosa di San Martino a Napoli. Il restauro della scultura è stato oggetto della tesi di diploma abilitante alla professione di restauratore, conseguito presso l'Accademia di Belle arti di Napoli. L'*Angelo annunciante* si presentava, prima dell'attuale intervento, come un manufatto difficilmente valutabile dal punto di vista stilistico per i consistenti strati di policromie e materiali di restauro aggiunti nel tempo alla redazione originale. È stato un restauro di 'riscoperta' che ha dovuto cimentarsi con superfici completamente trasformate nel loro aspetto da una spessa ammannitura di restauro e da una ridipintura azzurra sotto la quale la tunica ha rivelato la policromia originale che, nonostante gravata da diffuse perdite e da ulteriori rinforzi di colore aggiunto, ha di nuovo mostrato la quattrocentesca decorazione fitomorfa in lacca. L'istanza fortemente sentita del recupero completo con la rimozione di un insolubile velo grigio e opaco di colla di caseina che ottundeva la brillantezza della lacca, ha motivato l'utilizzo del laser.

In questa sede si descrivono le soluzioni operative adottate durante il trattamento di rimozione di una vernice pigmentata, di una ridipintura e di una tenace patina di colla di caseina, quest'ultima di impossibile asportazione con mezzi tradizionali. Le prove di ablazione sono state eseguite con un laser Er:YAG a 2940 nm. Sono stati effettuati diversi test che hanno consentito di definire parametri operativi, verificandone i risultati anche con l'utilizzo del Dinolite. Variare i parametri ha permesso di perseguire l'obiettivo di una pulitura uniforme senza rischiare di danneggiare il film pittorico, laddove i sistemi chimici da soli non lo permettevano.

La sinergia tra laser e sistemi chimici ha permesso di migliorare l'efficienza e l'efficacia dei trattamenti minimizzando i rischi connessi a qualsiasi tipo di pulitura. La tecnologia laser ha dimostrato una versatilità di applicazione soprattutto se combinata con i sistemi chimici. Si è visto come il materiale da rimuovere poteva essere trasformato e reso facilmente asportabile dall'interazione con sostanze contenenti gruppi -OH, come le soluzioni acquose, sia in forma libera che addensata. Si è anche potuto osservare come è stato possibile intervenire, nel caso delle soluzioni acquose, con valori di pH, molto inferiori rispetto a quelli ben più alti, impiegati nella pratica di rimozione di strati filmogeni, soprattutto quando si tratta di ridipinture oleose.

In definitiva questo intervento ha dimostrato concrete potenzialità applicative del laser Er:YAG a 2940 nm per il settore della scultura lignea policroma, e può dunque essere un punto di partenza per ulteriori e promettenti ricerche per la rimozione di ridipinture e l'assottigliamento di strati filmogeni polimerizzati.

Abstract

This article present the conservative and esthetical restoration of a wooden and polychrome statue from the 15th century, attributed to an artist from Abruzzo, which portrays an *Announcing Angel*; this sculpture comes from the deposits of the Museum of the Certosa di San Martino in Naples.

The restoration of the sculpture has constituted the main object of the qualifying diploma for the profession of conservator, obtained in Accademia di Belle Arti of Naples.

Before the restoration, the *Announcing Angel* had been as ruined as to be considered “a hardly evaluable manufacture from the stylistic point of view”; the reason for this judgment must be found in the addition of consistent coatings of polychromies and restoration materials throughout the time which interceded between the original appearance and the present.

The restoration that we intend to present is a “restoration centered around rediscovery”, which has had to deal with widely recast surfaces, altered by a thick layer of gypsum and by a blue repainting under which the original tunica had been smothered by several damages and harsh reworks. This restoration has once again brought light upon the original decoration in phytomorphic red *lacca* from the 15th century.

The complete restoration of the polychromy wouldn't have been possible without the removal of an insoluble grey and opaque layer of casein glue which dulled the brightening effect of the red *lacca*. The forementioned aim justified the usage of laser technology as a mean to reach the present result.

Through this document we intend to describe the operative solutions which have been applied throughout the treatment for removal of both a pigmented paint and of a stubborn patina of casein glue, which would have been impossible to remove with any traditional pattern.

The trials for ablation have been performed with an Er:YAG laser to 2940 nm. The possibility to define the operative parameters has been ensured by several tests and results have also been verified thanks to the usage of DinoLite, digital microscope.

The variation of parameters has enabled the achievement of a balanced cleaning, without risk of endangering the pictorial film, safety that could not have been reached throughout the sole usage of chemical patterns.

The cooperation alongside of both laser technology and chemical operations has allowed a significative increase of efficiency and effectiveness in treatments, minimizing risks related to any type of cleaning.

Laser technology has manifested an astonishingly wide range of applications and especially if combined alongside chemical operations.

CONFRONTO TRA DIVERSI LASER A FIBRA ATTIVA SU SUPERFICI DEI BENI CULTURALI IN LEGNO NON POLICROMO

THE COMPARISON OF DIFFERENT ACTIVE FIBRE LASERS ON NON-POLYCHROME WOODEN SURFACES OF CULTURAL HERITAGE

Francesca Zenucchini¹, Chiara Ricci², Anna Piccirillo³, Paolo Luciani⁴

¹ Restauratore, Centro Conservazione e Restauro "La Venaria Reale", Torino, francesca.zenucchini@ccrvenaria.it;

² Conservation Scientist, Centro Conservazione e Restauro "La Venaria Reale", Torino, chiara.ricci@ccrvenaria.it;

³ Conservation Scientist, Centro Conservazione e Restauro "La Venaria Reale", Torino, anna.piccirillo@ccrvenaria.it;

⁴ Restauratore, Centro Conservazione e Restauro "La Venaria Reale", Torino, paolo.luciani@ccrvenaria.it

Abstract

Negli ultimi anni, la pulitura laser si è rivelata una tecnica promettente grazie alla sua efficacia di azione, velocità e sostenibilità ambientale. Progressivamente la tecnica laser si propone come alternativa ai metodi di pulitura tradizionali come quelli meccanici e chimici [1].

Il seguente contributo presenta lo studio di applicazione di sistemi laser a fibra attiva (AFL active fiber laser), una tecnologia recentemente aggiunta alla gamma di laser utilizzati nel campo della conservazione dei beni culturali [2,3]. Il caso studio in oggetto è il portone centrale e i due portoni laterali in legno della Chiesa di Sant Uberto (1716-1729), parte del complesso architettonico della Reggia di Venaria Reale, Italia.

Il Centro Conservazione e Restauro "La Venaria Reale" (CCR) dal 2007 collabora con "Light for Art" di El.En. Group S.p.A. con l'obiettivo di testare diversi sistemi laser.

Il contributo video racconta i diversi effetti della radiazione laser a fibra attiva sulla superficie a seconda dei diversi parametri impostati, come: potenza, frequenza, durata di impulso e forma di scansione. In questo lavoro si intende discutere i diversi risultati.

La fase preliminare ha previsto la caratterizzazione del materiale da rimuovere dalla superficie lignea, mediante analisi spettroscopica FTIR, rivelando la presenza di protettivo alchidico. Il protettivo ha subito nel tempo alterazioni cromatiche dovute all'esposizione alle radiazioni solari e agli agenti ambientali. L'individuazione della metodologia di pulitura più idonea per la superficie lignea è stata condotta tramite il confronto di metodi chimici e sistemi laser a fibra (Infinito 100W e Infinito 300W di El.En. Group). Il monitoraggio dei test è stato eseguito con microscopio USB portatile. Un aspetto rilevante dello studio è stato quello della valutazione a confronto dei tempi di lavoro e della velocità di azione.

L'obiettivo è quello di valutare gli effettivi vantaggi dell'utilizzo di strumenti come i sistemi in fibra attiva su superfici estese. Il sistema laser AFL è attualmente utilizzato come strumento di pulitura a basso impatto ambientale per le superfici in pietra dell'architettura, questo contributo intende estendere e ottimizzare le applicazioni di questa nuova metodologia anche alle superfici in legno.

Abstract

In the last years, laser cleaning has increasingly been used as a promising technology for its effectiveness and environmental-friendly features, gradually replacing the traditional cleaning methods such as mechanical and chemical processes [1].

The following contribution presents the application of an active fiber laser system, a technology recently added to the range of lasers used in the field of cultural heritage conservation [2,3]. The case study reported is about the cleaning of a wooden surface of an historical building, more specifically the central and the two side wooden doors of the Saint Uberto's Church (1716-1729), which is part of the Reggia di Venaria Reale, Italy.

The Centro Conservazione e Restauro "La Venaria Reale" (CCR) has been working in partnership with "Light for Art" El.En. Group S.p.A. since 2007 with the aim of testing different laser systems.

The video contribution describes the Active Fiber Laser (AFL) and the different effects of the radiation on the surface depending on the parameters that can be set, such as power, frequency, pulse width and scan shape; the different cleaning results are discussed.

A preliminary characterization of the materials to be removed from the wooden doors was carried out by FTIR spectroscopy analysis, revealing the presence of several alkyd and acrylic protective coatings, which underwent chromatic alteration over the time due to the exposure to solar radiation and environmental agents. The identification of the most suitable cleaning methodology for the wooden surface involved the comparison of solvent-based methods with two AFL systems (Infinito 100W and Infinito 300W by El.En. Group). The cleaning process was monitored using a portable USB microscope. Dealing with large architectural surfaces, particular consideration was given to the efficiency, and the speed of action.

This case study aims to deepen the advantages of using new tools as AFL Yb:YAG systems on large surfaces. The AFL is currently used as a low environmental-impact cleaning method for stone surfaces in architecture, this contribution offering a case study as a reference for the optimization of this new methodology also on wooden surface.

Bibliografia

- [1] P. Luciani et al, 2018 “Traditional and innovative methods to remove non-original varnish finishes from historic wax finishes on eighteenth-century marquetry” old and new approaches to furniture conservation ebanist, Fourteenth International Symposium on Wood and Furniture Conservation, pp 34-45.
- [2] F. Zenucchini et al, 2019, “Applicazioni laser su superfici lapidee di grandi dimensioni: tempi di applicazione e risultati a confronto” APLAR 7 Atti del Convegno Applicazioni Laser Nel Restauro, Firenze, pp 203-219.
- [3] A. Suzuki et al, 2019 “La rimozione delle scritte vandaliche: prove preliminari di pulitura di materiali lapidei con un laser in fibra attiva (Yb:YAG)” APLAR 7, Atti del Convegno Applicazioni Laser Nel Restauro, Firenze, pp 221-228.

PULITURA LASER DI SPORCO E STRATI DI MANUTENZIONE SU ARREDI LIGNEI BAROCCHI DELLA BIBLIOTECA NAZIONALE D'AUSTRIA

LASER CLEANING OF DIRT AND MAINTENANCE LAYERS ON BAROQUE WOODEN FURNISHINGS OF THE NATIONAL LIBRARY OF AUSTRIA

Peter Kopp^{1,2}, Valentina Pintus^{3,4}, Katja Sterflinger⁵

¹ Conservator, KOPP Restauratoren GmbH, Vienna, Austria, p.kopp@kopp-restauratoren.at;

² Senior Lecturer, Institute for Conservation-Restoration, Academy of Fine Arts, Vienna, Austria p.kopp@akbild.ac.at;

³ Senior Conservation Scientist, Institute for Natural Sciences and Technology in the Arts, Academy of Fine Arts Vienna, Vienna, Austria, v.pintus@akbild.ac.at;

⁴ Senior Lecturer, Institute for Conservation-Restoration, Academy of Fine Arts Vienna, Vienna, Austria, v.pintus@akbild.ac.at;

⁵ Head of the Institute for Natural Sciences and Technology in the Arts, Academy of Fine Arts Vienna, Vienna, Austria, k.sterflinger@akbild.ac.at

Abstract

La Biblioteca Nazionale d'Austria, progettata dall'architetto Johann Bernhard Fischer von Erlach e costruita da suo figlio Josef Emanuel dal 1723 al 1726, è arredata con oltre 3000 metri quadri di gallerie, scaffalature, porte e finestre lignee di alta qualità. Nell'intervento di conservazione in corso, uno degli obiettivi principali consiste nella pulitura selettiva di sporco e di strati di manutenzione, senza rimuovere gli strati organici protettivi che rivestono gli arredi in noce e in quercia. A questo scopo è stato usato il sistema laser in fibra Yb:YAG (INFINITO 300 by El.En.SpA). Questo strumento emette una lunghezza d'onda di 1064 nm, è operativo nella frequenza dei kHz, e ha differenti possibilità per ottenere diversi effetti di pulitura. Questi dipendono dalla combinazione selettiva di durata dell'impulso (da 20 a 500 ns), dalla frequenza di ripetizione (da 20 a 4000 KHz), dalla potenza del raggio (10-100%), dalla velocità di scansione, dalla forma e dalla dimensione dello spot e quando si lavora con la forma "a spazzola" dalla regolazione della ampiezza della spazzola e dal suo riempimento.

Dopo delle prove sui mock-ups controllati con una camera ad infrarossi (FLIR) e valutando la soglia di danno, differenti parti dell'arredo sono state pulite con i parametri selezionati. Più precisamente il processo di pulitura è stato condotto sulla struttura di una finestra in legno di quercia, una porta e un rivestimento del parapetto in noce. Questo lavoro è stato filmato, e il risultato è stato documentato mediante alcune sezioni trasversali di campioni selezionati, per mezzo della microscopia ottica (OM) in luce visibile (Vis), e ultravioletta (UV), le quali hanno rivelato lo spessore dello strato di sporco dei campioni non trattati e la struttura e la morfologia delle superfici dei campioni trattati. Inoltre, la tipologia di materiali organici derivante dai trattamenti superficiali originali, è stata indagata e determinata per mezzo del micro-Fourier transform infrared spectroscopy (μ -FTIR) in modalità ATR (attenuated total reflection mode).

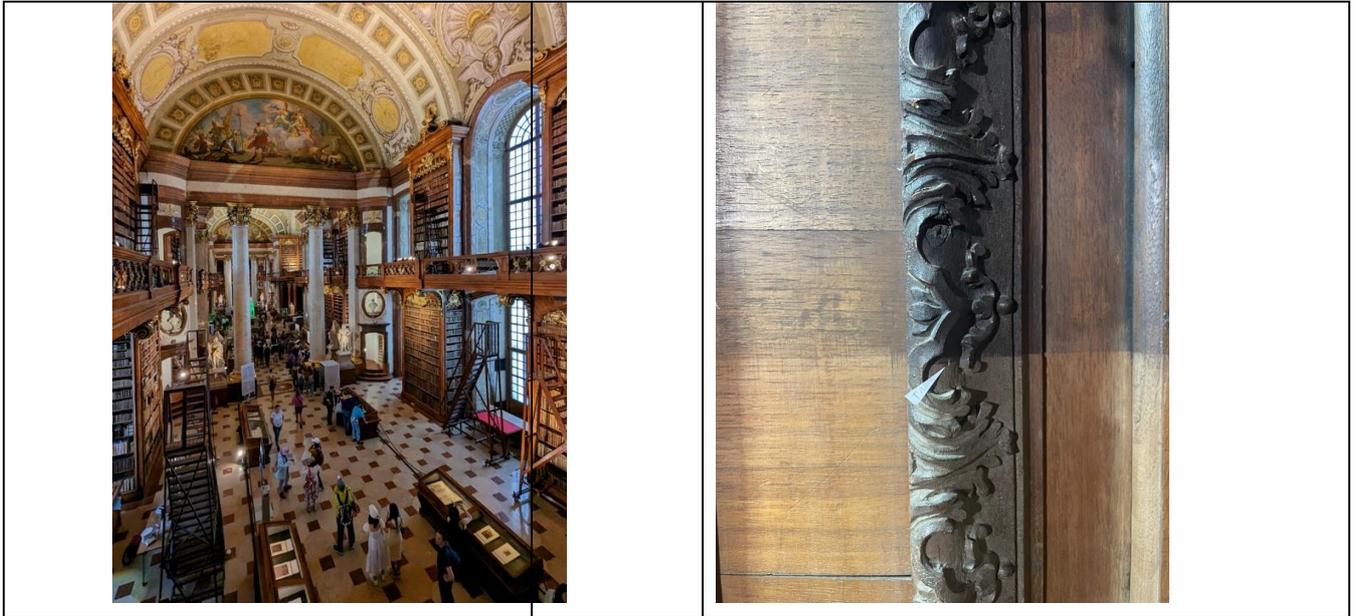
Abstract

The National Library of Austria, planned by the architect Johann Bernhard Fischer von Erlach and built by his son Josef Emanuel from 1723 to 1726, is furnished with over 3000 square meters of high-quality wooden galleries, bookcases, doors and windows. On the ongoing conservation, one of the important tasks of the work is the selective cleaning of dirt and maintenance layers without removing the historical organic protective layer covering the oak and walnut furnishing.

For this purpose, the fiber Yd:YAG laser system (INFINITO 300 by El.En.SpA) is used. Emitting a wavelength of 1064nm and operating in kHz frequency, this instrument has different possibilities to influence the outcome of the cleaning result. It depends on the selective combination of the pulse duration (from 20 to 500 ns), the pulse repetition frequency (from 20 to 4000 kHz), the beam power (10 to 100 %), the scan speed, size, and shape and when working with the brush shape of the regulation of the brush width and the brush fill.

After tests on mock-ups controlled with an infrared camera (FLIR one) and validating the damage threshold, different parts of the furnishing were cleaned with the selected parameters. More precisely, the

cleaning process was performed on a window frame of oakwood, a door of walnut, and a parapet cladding of walnut. These were filmed and the outcome was documented on some cross-sectioned selected samples by optical microscopy (OM) with visible reflected (Vis) and ultraviolet (UV) lights, which revealed the thickness of the dirt layer on the untreated sample and the structure and morphology of the cleaned samples surface. Additionally, the typology of organic materials as part of the original surface treatment component was investigated and determined by micro-Fourier transform infrared spectroscopy (μ -FTIR) in attenuated total reflection mode (ATR).



**UNA TESTA FEMMINILE DAL MUSEO ARCHEOLOGICO NAZIONALE DI FIRENZE:
LA PULITURA LASER PER IL RECUPERO DI FINITURE ANTICHE**

**A FEMALE HEAD FROM THE NATIONAL ARCHAEOLOGICAL MUSEUM OF FLORENCE:
LASER CLEANING FOR THE RECOVERY OF ANCIENT FINISHES**

Elisa Pucci¹

¹ Funzionaria Restauratrice Conservatrice, Opificio delle Pietre Dure di Firenze, Italia, elisa.pucci@cultura.gov.it

Abstract

La *Testa femminile diadematata* del Museo Archeologico Nazionale di Firenze (MAF n. inv. 1643) si configura come una porzione di una grande statua di età romana in origine dorata, la quale richiama alcune teste e busti di ispirazione a modelli ideali della statuaria tardo-classica, con particolare attinenza all'iconografia di Artemide e/o Hera.

Proviene dall'eredità del Cardinal Leopoldo de' Medici e fu acquistata nel 1672 dalla collezione romana del Marchese Tarsi, interpretata allora come ritratto di Livia, moglie dell'Imperatore Augusto. Da questo momento in poi la *Testa* subisce una serie di interventi rilevanti affini al gusto collezionistico delle varie epoche trascorse che ne cambieranno totalmente l'immagine, mettendo addirittura in dubbio la sua autenticità. Anche gli interventi di superficie che ne hanno connotato l'aspetto per oltre un secolo, rientrano in quella concezione dell'imitazione di "patine da scavo" per attribuire un maggior tono archeologico, un gusto rafforzato proprio tra la fine del XIX sec. e i primi decenni del XX sec.

Il mezzo laser è uno strumento entrato gradualmente a far parte della pratica comune del restauro, anche nei manufatti archeologici caratterizzati da superfici sensibili, spesso integrato con metodologie più consuete e, a volte, combinato con formulati chimici di nuova generazione (gel polisaccaridici - Agar, Gellano -, gel PVA-Borace). Tali gel a base acquosa, semirigidi, elastici, assorbenti e totalmente trasparenti, in questo contesto operativo hanno ricoperto il ruolo di mezzi bagnanti attraverso i quali è stato possibile irraggiare la materia per la rimozione selettiva e controllata di quegli strati superficiali conferiti a interventi del passato, al fine di recuperare le finiture policrome antiche estremamente fragili, come la doratura a foglia. Allo stesso tempo, sono state rispettate la morfologia e le texture delle patine di corrosione tipiche delle leghe di rame di natura archeologica.

La metodologia d'intervento messa a punto si inserisce in quel contesto di ricerca tendente al "restauro green".

Abstract

The *Female head with diadem* from Museo Archeologico Nazionale di Firenze (MAF n. inv. 1643) is a fragment of a Roman-era statue which was originally gilded. The statue draws inspiration from late-classical statuary models, in particular to those linked to the iconography of Artemide and/or Hera.

The head was part of the collection of Cardinal Leopoldo de' Medici and was acquired in 1672 from the Roman collection of Marchese Tarsi. It was originally identified as a portrait of Livia, the wife of Emperor Augustus. Following its acquisition, the head underwent multiple significant interventions driven by the evolving collecting trends of different eras. These interventions altered its appearance completely, to the point that its authenticity was questioned.

The surface treatments that characterised its appearance for over a century were defined by the imitation of "excavation patinas" which lent objects a stronger archaeological quality, a trend that flourished between the late 19th and the first decades of the 20th century.

Laser technology has gained increasing acceptance as an integral tool in restoration practices, including for archaeological artifacts with sensitive surfaces. It is often used in conjunction with more traditional methods and occasionally paired with state-of-the-art chemical formulations (polysaccharide gels like Agar or Gellan, PVA-Borax gels). These water-based gels are semi-rigid, elastic, absorbent, and entirely transparent. These characteristics permit their use as wetting agents for targeted irradiation. In this case, it allowed for the selective and carefully controlled removal of surface layers added during past

interventions, with the objective of restoring the highly fragile ancient polychrome finishes, such as leaf gilding.

At the same time, it was possible to maintain the morphology and textures of the corrosion patinas specific to archaeological copper alloys.

The intervention methodology developed aligns with the principles of "green restoration" research.

Bibliografia

- E. Pucci, *I restauri storicizzati nei grandi e piccoli bronzi antichi storicizzati. Scelte conservative ed esigenze di fruizione: approcci innovativi di studio e d'intervento*, tesi di dottorato di ricerca, Università degli Studi di Firenze, Dipartimento SAGAS, a.a 2019-2023, Tutor M. Ciatti, pp. 299-323;
- C. Zaccagnino, *Il Catalogo de' bronzi e degli altri metalli antichi di Luigi Lanzi. Dal collezionismo medico al museo pubblico lorenese*, Napoli 2010, p. 67;
- *Bronzi greci e romani dalle collezioni del Museo Archeologico Nazionale di Firenze. Guida alla mostra*, a cura di A. Rastrelli, A. Romualdi, Firenze 2000, p. 12;
- *Lettere di Ottavio Falconieri a Leopoldo de' Medici*, a cura di L. Giovannini, Firenze 1984, p. 39.

L'USO DI UN FASCIO LASER ER:YAG OMOGENEIZZATO PER LA RIMOZIONE DI PIGMENTI METALLICI DA DORATURA AD OLIO

USING A HOMOGENISED ERYAG LASER BEAM TO REMOVE BRONZE PAINT FROM OIL GILDING

Gerry Alabone¹

¹ Royal Oak Foundation Conservation studio, National Trust, UK

Abstract

La presentazione descrive un'innovativa applicazione nel campo della conservazione di un fascio laser Er:YAG omogeneizzato per rimuovere ritocchi pittorici metallici scuriti (costituiti da particelle di ottone in medium oleoso) da delicate dorature ad olio applicate ad una serie di cornici di dipinti databili al 1640 circa. La rimozione di questi rivestimenti tramite solvente non era risultata efficace a causa di parametri di solubilità simili tra ritocchi a pittura metallica ossidata e la sottostante doratura. Lo spessore della foglia d'oro (<1 mm) e la stratigrafia compositiva della doratura su legno necessita che l'energia del laser applicata abbia un pattern di interazione uniforme e una bassa fluensa. Lo spot prodotto dalla sorgente laser Er:YAG strutturato in cerchi concentrici, comunemente usato nella conservazione, possiede una distribuzione disomogenea della fluensa con linee di contorno intense, che possono risultare problematiche per superfici dorate antiche. I test sono stati condotti con un laser Er:YAG ad energia attenuata Fotona (Dualis XS) equipaggiato con un manipolo che incorpora un omogeneizzatore di fascio, comprendente un elemento ottico diffrattivo e una lente focalizzatrice, che produce uno spot a dimensione fissa di 3.5 mm. Il manipolo corto consente una distanza di lavoro ottimale di 65 mm. L'omogeneizzatore offre un'esposizione più uniforme e un bordo esterno più morbido rispetto ai manipoli convenzionali multi-ring; inoltre, la riduzione del 40% di energia permette l'ottenimento di basse fluense, ottimali per le superfici dorate delicate.

Sono state condotte osservazioni su sezioni trasversali e analisi composizionali mediante microscopia ottica XRF portatile ed altre tecniche. Sono stati condotti confronti tra gli effetti sulla doratura ad olio utilizzando il fascio multi-ring e il fascio omogeneizzato; differenti distanze di lavoro e una gamma di solventi per pulitura e sistemi di umidificazione, con diversi tempi di permanenza e passaggi laser. L'uniformità dell'omogeneizzazione del fascio laser Er:YAG ha permesso una rimozione più uniforme facendo sì che il metodo risulti più sicuro nella rimozione dei ritocchi pittorici con pigmenti metallici ossidati sulle dorature ad olio antiche.

Abstract

This presentation describes an innovative conservation application of a homogenised Erbium:YAG laser beam to remove darkened 'bronze' paint repairs (brass flakes in oil medium) from sensitive oil gilding on a set of picture frames of about 1640. Due to the similar solubility parameters of media in the oxidised bronze paint and its underlying gilding, the removal of this coating was not successfully achievable using solvents alone. The thinness of gold leaf (<1 µm) and the composite stratigraphy of giltwood schemes necessitates that laser energy applied has a uniform exposure pattern and low fluence. The concentric multi-ring beam spots delivered by Er:YAG lasers commonly used in conservation have uneven fluence and sharp outlines, which can be problematic for aged, gilded surfaces. Tests were carried out using an energy-attenuated Fotona (Dualis XS) Er:YAG laser fitted with a modified handpiece incorporating a beam homogeniser – comprising a diffractive optical element and focusing lens – providing a fixed spot size of 3.5 mm. The shortened handpiece set the optimum working distance at 65 mm beyond its end. The homogeniser delivers a more uniform exposure and softer outer edge than conventional multi-ring handpieces; and its 40% energy reduction facilitates the low fluences needed for sensitive gilded surfaces.

Cross-sectional and media composition analysis was carried out using optical microscopy, portable XRF, and other techniques. Comparisons were made between the effects on oil gilding when using multi-ring

and homogenised beams, different working distances, a range of prewetting and clearing solvents, dwell times and number of laser exposure cleaning cycles. The improved regularity of a homogenised Er:YAG laser beam enabled a safer removal of oxidised bronze paint from aged oil gilding.

DIAGNOSI E LA PULITURA LASER DI UNA STATUETTA BUDDHISTA IN BRONZO DORATO

DIAGNOSIS AND LASER CLEANING OF A GILT BRONZE BUDDHIST STATUE

Yijia Shen¹

¹ *Conservator, Conservation Center, Shanghai Museum, Shanghai, China, shenyijia@shanghai-museum.org*

Abstract

La statuetta esaminata è datata intorno al XVIII secolo e rappresenta la figura di Marici, la dea buddista della luce. Il corpo della dea è dorato e decorato con colori nei capelli, negli occhi e nelle labbra. Sulla superficie dorata è stata riscontrata un'ampia presenza di sostanza di colore scuro. Sono state condotte analisi di spettroscopia Raman in situ, FT-IR e GC-MS, rivelando una natura mista di questa sostanza contenente sia polisaccaridi che materiali inorganici. Enzimi, solventi organici e laser Nd:YAG sono stati sperimentati per la rimozione di questa sostanza, e il laser Nd:YAG assistito con etanolo si è rivelato il metodo più efficiente e controllabile, mentre il laser ha provocato evidente discolorazione sulla superficie bronzea senza la doratura. Durante l'esperimento, applicazione di una sfera integratrice personalizzata è stato tentato per effettuare misurazioni in situ della riflettanza laser di diverse aree della superficie. I risultati hanno confermato l'effetto soddisfacente della pulitura laser in questo caso. Per valutare l'effetto della pulitura, la misurazione del colore è stata condotta con uno spettrofotometro e interpretata con una rappresentazione semplice ma intuitiva tramite Photoshop. È stata inoltre tentata la discussione sull'idoneità della pulitura laser della superficie del bronzo dorato in termini di differenza nelle tecniche di doratura, rispetto ad alcuni casi condotti precedentemente a questo studio.

Abstract

The statue in discussion is dated around 18th century and represents the figure of Marici, the buddhist goddess of light. The body of the goddess is gilt and decorated with colors in the hair, eyes and lips. On the gilt surface, a wide presence of dark colored substance was found. Analyses of in-situ Raman spectroscopy, FT-IR and GC-MS were conducted, revealing a mixed nature of this substance containing both polysaccharides and inorganic materials. Enzyme, organic solvents and Nd:YAG laser were experimented for the removal of this substance, and Nd:YAG laser assisted with ethanol were found to be the most efficient and safest method, while laser was found to provoke obvious discoloration on the exposed bronze surface. During the experiment, tentative application of a customized integrating sphere to make in-situ measurement of laser reflectance of different areas of the surface. The results corroborated the satisfactory effect of laser cleaning in this case. In order to evaluate the effect of cleaning, color measurement was carried out with a spectrophotometer and interpreted with a simple but intuitive representation using photoshop. Discussion on the suitability of laser cleaning of the gilded bronze surface in terms of difference in gilding techniques was also attempted, in comparison with some cases conducted previously to this study.

LASER A FIBRA SULLE PITTURE MURALI, RISULTATI A CONFRONTO

FIBER LASERS ON WALL MURALS, COMPARISON OF RESULTS

Paola Zoroaster¹, Gianluca Sacco², Romano Cavaletti³, Stefania Giudice⁴, Manuela Valentini⁵

¹ Restauratore R.W.S, Padova Italia, zoroaster.p@gmail.com;

² Restauratore R.W.S, Padova Italia, saccogianluca@yahoo.it;

³ Titolare di R.W.S, Padova Italia, info@rwsrestauro.it;

⁴ Funzionario restauratore Parco Archeologico di Pompei, Italia;

⁵ Funzionario restauratore Museo Archeologico Nazionale di Napoli, Italia.

Abstract

Il contributo presenta l'applicazione della metodologia laser a fibra sulle pitture murali nell'ambito di un lavoro di restauro svolto su grandi superfici affrescate di Villa San Marco a Castellammare di Stabia, (Na).

Villa San Marco fa parte delle ville Stabiane riscoperte nel 1950 grazie all'audacia del prof. Libero d'Orsi che riportò alla luce questa maestosa struttura sepolta durante l'eruzione del 79 D.C. Prima di lui solo i Borboni nella metà del 700 avevano già indagato la villa scavando per cunicoli poi rinterrati.

Le pitture presenti sono per lo più riconducibili al I, III e IV stile pompeiano e i pavimenti a mosaico decorati con disegni geometrici a tessere bianche e nere.

Gli affreschi interessati dal restauro presentavano molteplici criticità. Oltre i materiali sovrammessi, che da analisi diagnostiche effettuate risultavano essere composti da strati di cinerite, erano presenti depositi superficiali coerenti e incoerenti, ossalati, carbonati, calciti, efflorescenze saline, cere alterate e prodotti utilizzati nei precedenti restauri, risalenti agli anni 80/90, che ne impedivano la corretta lettura. Lo stato di conservazione degli ambienti restaurati evidenziava diverse tipologie di degrado causato oltre che dalla loro differente ubicazione, essendo alcuni di questi esposti direttamente ad agenti atmosferici, anche dalla presenza di differenti quantità e tipologie di sostanze dei restauri precedenti, alterate in modo disomogeneo. La pulitura è stata eseguita in modo differenziale in base al materiale da rimuovere o trattare, e là dove i metodi tradizionali non avevano dato risultati soddisfacenti si è scelto l'utilizzo della tecnologia laser. Sono stati eseguiti test preliminari sulle varie superfici e policromie da trattare, monitorate con l'ausilio del microscopio ottico. I laser utilizzati nei vari test sono stati: Nd:YAG Smart clean 2 (modalità SFR 30-100 µs, lunghezza d'onda 1064 nm); Laser INFINITO a fibra (100 ns lunghezza d'onda 1064 nm); Nd:YAG EOS1000 LQS (100 ns lunghezza d'onda 1064 nm); laser Er:YAG, LIGTH BRUSH2 (lunghezza d'onda 2940 nm). I risultati hanno dimostrato l'efficacia della combinazione dei laser Nd:YAG ed il laser in Fibra per la rimozione degli strati più tenaci come quelli di cinerite o di calcare e per la rimozione di cere spesse e molto alterate su alcune porzioni d'affresco, combinando pulitura chimica e laser Er:YAG.

Abstract

The contributor presents the application of a fiber laser methodology on wall paintings as part of the restoration work carried out on the large frescoed surfaces of Villa San Marco in Castellammare di Stabia, (Na).

Villa San Marco is part of the Stabian Villas, buried during the eruption of 79AD, and was rediscovered in 1950 thanks to the bravery of prof. Libero d'Orsi who brought this majestic structure to light. Before him, only the Bourbons had already investigated the villa in the mid-18th century by digging tunnels which were then re-filled.

The paintings which are present are mostly attributable to the 1st, 3rd and 4th Pompeian style and the mosaic floors are decorated with geometric designs in black and white tiles.

The frescoes involved in the restoration presented multiple critical issues. In addition to the superimposed materials, which from diagnostic analysis carried out appeared to be composed of layers of ash, there were coherent and inconsistent surface deposits, oxalates, carbonates, calcites, salt efflorescence, altered waxes and products used in previous restorations, dating back to the 80s/90s, which prevented correct

reading. The state of conservation of the restored environments highlighted different types of degradation caused not only by their different location, some of these being directly exposed to atmospheric agents, but also by the presence of different quantities and types of substances from previous restorations, altered in a non-homogeneous way. The cleaning was carried out differently based on the material to be removed or treated, and where traditional methods had not given satisfactory results, the use of laser technology was chosen. Preliminary tests were carried out on the various surfaces and polychromies to be treated, monitored with the aid of the optical microscope. The lasers used in the various tests were: Nd:YAG Smart clean 2 (SFR mode 30-100 μ s, wavelength 1064 nm); INFINITE fiber laser (100 ns wavelength 1064 nm); Nd:YAG EOS1000 LQS (100ns wavelength 1064 nm); Er:YAG, LIGTH BRUSH2 laser (wavelength 2940 nm). The results demonstrated the effectiveness of the combination of Nd:YAG lasers and the fiber laser for the removal of the stubborn layers such as ash or limestone and for the removal of thick and very weathered waxes on some portions of the fresco, combining chemical cleaning and Er:YAG laser.

**IL RESTAURO DEL CUBICOLO B5 NELLA CATACOMBA DI SANT'EFEBO IN NAPOLI.
LA SCOPERTA DI INEDITE PITTURE MURALI DEL V SECOLO
GRAZIE ALLA TECNOLOGIA LASER**

**THE RESTORATION OF CUBICLE B5 IN THE CATACOMBS OF SAINT'EFEBO IN NAPLES.
THE DISCOVERY OF UNKNOWN WALL PAINTINGS FROM THE 5TH CENTURY
THANKS TO LASER TECHNOLOGY**

Paola Fiore¹, Carlo Ebanista², Barbara Mazzei³, Loredana D'Angelo⁴

¹ Restauratrice e docente di restauro, Accademia di Belle Arti di Napoli, Napoli, Italia, paola.fiore@abana.it;

² Ordinario di Archeologia cristiana e medievale - Università degli Studi del Molise, Campobasso, Italia, carlo.ebanista@unimol.it;

³ Archeologa, Pontificia Commissione di Archeologia Sacra, Roma, Italia, bmazzei@arcsacra.va;

⁴ Restauratrice, Napoli, Italia, loredana_dangelo@libero.it

Abstract

Il presente lavoro vuole rendere noto l'intervento che ha permesso lo svelamento di preziose ed inedite testimonianze pittoriche, decorative e figurative, delle pareti e della volta del cubicolo B5 della catacomba di Sant'Efebo in Napoli. Ubicata a 1,4 km a nord delle mura urbane di Napoli e a circa 1,1 km a nord-est del più celebre cimitero di S. Gennaro, venne scoperta nel 1931 dal padre oratoriano Antonio Bellucci nell'area del convento e della chiesa dei cappuccini di S. Eframo Vecchio, mai aperta al pubblico, è sconosciuta, ancora oggi, alla maggior parte dei napoletani. Dopo il rinvenimento della catacomba, le pitture non erano mai state sottoposte ad interventi di pulitura, tanto che non si vedevano più le figure e le decorazioni segnalate dallo scopritore al tempo. Per queste ragioni la Pontificia Commissione di Archeologia Sacra ne ha programmato il restauro che, in più lotti, ha interessato nel 2016-17 l'ambulacro B1, e tra il 2018 e il 2020 il cubicolo B5, dove ai tradizionali metodi manuali e meccanici, è stata affiancata poi la tecnologia laser che ha permesso di vincere la cortina di inaccessibilità fisica in cui il tempo e l'uomo avevano relegato per secoli il cubicolo B5. Dopo il restauro, sulle fronti dei tre arcosoli del cubicolo è emerso uno zoccolo chiaro che emula un *opus sectile*, mentre negli spazi di risulta, inquadrati da fasce nere e rosse, due palme cariche di frutti; oltre ai resti dell'immagine del buon pastore della lunetta centrale, il restauro ha evidenziato le due figure oranti che campiscono le lunette affrontate. L'inedita decorazione, risalente agli inizi del V secolo, venne collocata nel panorama artistico partenopeo relativo all'arte delle catacombe, con influenze figurative romane, africane ed orientali, dal compianto Fabrizio Bisconti, Sovrintendente Archeologico delle Catacombe della Pontificia Commissione di Archeologia Sacra dal 2009-2022. La scoperta delle testimonianze pittoriche viene letta alla luce del contributo fornito dalle recenti indagini archeologiche condotte da Carlo Ebanista sull'origine e sullo sviluppo del cimitero intorno al sepolcro di Sant'Efebo, vescovo di Napoli nella seconda metà del III secolo. Si vogliono in questa comunicazione, ripercorrere i momenti salienti del restauro condotto in B5, ponendo l'accento sulla differenza tra il risultato ottenuto dopo la prima fase, condotta con metodi tradizionali meccanici e manuali, e la seconda fase di pulitura con l'utilizzo della tecnologia laser. Un'esauriente documentazione fotografica permette il confronto tra gli esiti della prima e della seconda fase e rende visibile la differenza dei risultati ottenuti tra la pulitura tradizionale e la pulitura laser, ampiamente sperimentata nei restauri diretti dalla Pontificia Commissione di Archeologia Sacra, nelle catacombe romane negli ultimi dieci anni con eccellenti risultati sia nella rimozione controllata di patine nere che di veli carbonatici, nel rispetto della pittura originale. L'introduzione del dispositivo laser nella seconda ed ultima fase d'intervento nel cubicolo B5, con il supporto di Barbara Mazzei e di Anna Brunetto, ha permesso di avviare il primo cantiere napoletano di restauro di pitture murali in catacomba, con tecnologia laser. Saranno descritte le soluzioni operative adottate con mezzi tradizionali ed i parametri operativi utilizzati sulle superfici del cubicolo B5, circa 22,0 mq, con laser Eos Combo. La ricomposizione visiva del testo figurativo è stata coadiuvata da ricostruzioni virtuali con completamento digitale del testo figurativo lacunoso.

Abstract

The present work aims to enlighten the intervention, which has allowed the unveiling of precious and unseen pictorial, decorative and figurative evidence on cubicle B5's walls and vault in Sant'Efebo catacombs in Naples. Located 1,4 km kilometers north from Naples' urban walls and approximately 1,1 kilometers north-east from the well known San Gennaro cemetery, it was discovered by an Oratorian father, Antonio Bellucci, in 1931 in the area around the convent and the Capuchins of Saint' Efebo Vecchio and as from the date of its discovery it has never been opened to the public. The vast majority of Neapolitans has never seen it. After the discovery of the catacomb, the wall-paintings had never undergone to any kind of cleaning intervention, to the point where it was fairly impossible to distinguish the shapes and the decorations which had originally been pointed out by the discoverer. These reasons pushed the Pontificia Commissione di Archeologia Sacra to program a restoration, which, in several occasions, has affected the ambulatory B1 between 2016-17, and the ambulatory B5 between 2018 and 2020. Throughout this experience, traditional handwork was used alongside with laser technology that has allowed the removal of a curtain of inaccessibility in which the cubicle B5 had been relegated into by people and nature for several centuries.

After the restoration, a light coloured paneling, which emulates an *opus sectile*, was discovered on the fronts of the three *arcosoli* of the cubicle, whereas in-between the empty spaces two palms full of fruits, framed by red and black stripes, have emerged; in addition to the remains of the image which represents the good pastor and the central lunette, the restoration also enlightened two praying figures, which occupy the lunettes set one in front of the other.

The unseen decoration, dating back to the beginning of the 5th century, had been collocated in Naples' artistical perspective related to the art of catacombs with Roman, African and eastern figurative influences, from the Superintendent of the Pontifical Commission for Sacred Archeology Fabrizio Bisconti who was in charge from 2009 to 2022(the year of his death). The interpretation for the discovery of the pictorial evidence has been formulated thanks to the contribution, which came from recent Archeological investigations led by Carlo Ebanista that focused on the origin and development of the cemetery around the tomb of the archbishop of Naples, who was in charge throughout the second half of the third century, Sant'Efebo. Our intention throughout this document is to retrace the most important moments of the restoration held in B5, stressing the difference between the results obtained after the first phase, which was carried out with traditional mechanical methods and handwork, and the secondary phase of cleaning in which the laser technology was involved.

A fulfilling photographic documentation has allowed the comparison of the results from the first and the second phase and has underlined the difference among the outcomes obtained by handwork and laser technology, which has widely been experimented in direct restorations experiences sustained and led by the Pontifical Commission of Sacred Archeology in several Roman catacombs for the last eleven years with astonishingly good results both in the removal of black coatings (patinas) and carbonate veils and in the preservation of the original painting.

The innovative usage of the laser device during the secondary and last phase of intervention in cubicle B5, with the strategical support of Barbara Mazzei and Anna Brunetto, has given a very important impulse to the first ever Neapolitan worksite which involved laser technology for the restoration of wall-paintings inside catacombs. We are further going to describe the operational solutions which have involved the usage of traditional cleaning methods and the operational parameters applied on the surface of cubicle B5, approximately 22,0 sq, with the involvement of laser Eos Combo. The new visual composition of the figurative text was assisted by virtual reconstructions with digital filling of the incomplete ones.

Bibliografia

- C. Ebanista, F. Bisconti, P. Fiore, *Il cubicolo del cielo stellato. Recenti restauri e scoperte nella catacomba napoletana di S. Efebo*, in Rivista di Archeologia Cristiana 97,1, 2021, pp. 7-52.
- *In cimiterio foris ab urbe: nuovi dati sulla catacomba di S. Efebo a Napoli, in Territorio, insediamenti e necropoli fra tarda antichità e alto medioevo*, a cura di C. Ebanista, M. Rotili (Giornate sulla tarda antichità e il medioevo, 7), Napoli 2016, pp. 305-354.
- B. Mazzei, *La Pontificia Commissione di Archeologia Sacra e il laser*, A. Brunetto (ed.), *APLAR 4. Applicazioni laser nel restauro*, Saonara (PD) 2013, pp. 7-10.

DIPINTI MURALI CAROLINGI STRAPPATI DAL MONASTERO DI S. GIOVANNI A MÜSTAIR (CH): SVILUPPO DI UN INTERVENTO PILOTA

CAROLINGIAN DETACHED WALL PAINTINGS FROM THE CONVENT OF ST. JOHN IN MÜSTAIR (CH): DEVELOPMENT OF A PILOT INTERVENTION

Alberto Felici¹, Natalie Ellwanger², Camilla Martinucci³, Caterina Leandri⁴

¹ Conservatore-restauratore, SUPSI-DACD, Mendrisio, alberto.felici@supsi.ch;

² Conservatrice-restauratrice, Sammlungszentrum – Schweizerisches Nationalmuseum, Affoltern am Albis, natalie.ellwanger@nationalmuseum.ch;

³ Conservatrice-restauratrice, cami.martinucci95@gmail.com;

⁴ Conservatrice, caterina.leandri@student.supsi.ch

Abstract

Il centro delle collezioni del Museo Nazionale Svizzero possiede 28 dipinti murali staccati provenienti dal Monastero di Müstair, oggi sito UNESCO. Questi dipinti furono rimossi tra il 1908 e il 1909 dalle pareti del sottotetto della chiesa di San Giovanni. Di questi, 20 sono strappi appartengono al ciclo carolingio (VIII-IX secolo), applicati su tela e montati su telaio ligneo, mentre i rimanenti 8 dipinti sono stacchi del ciclo romanico (XII-XIII secolo) ed hanno un supporto rigido in gesso, legno e fibre vegetali [1].

Tra il 2019 e il 2021 un gruppo multidisciplinare costituito da membri di tre differenti enti svizzeri, il Museo Nazionale Svizzero, la Scuola universitaria professionale della Svizzera italiana e la Fondazione Pro Kloster Müstair è stato impegnato nel progetto di ricerca "The detached wall paintings from the attic of the monastery church St. Johann in Müstair in the collection of the Swiss National Museum" [2]. Nel corso di questo progetto, è stata ricostruita la storia dei dipinti murali staccati, documentato il loro stato di conservazione e quello delle impronte tutt'oggi conservate sulle pareti del sottotetto, effettuate indagini scientifiche e infine sviluppato un concetto d'intervento per le future misure di conservazione e restauro dei dipinti. A seguito della prima fase del progetto, è stato deciso di effettuare un intervento pilota su uno dei dipinti strappati di epoca carolingia (numero di inventario LM-11991.2), così da poter acquisire la necessaria esperienza per sviluppare una adeguata metodologia per un eventuale restauro dell'intero gruppo di dipinti. Il dipinto è stato selezionato sia per il suo stato di conservazione precario, sia perché rappresentativo delle maggiori problematiche conservative riscontrate su questo tipo di dipinti. È importante osservare che una delle principali cause che influenza la loro attuale condizione è da attribuire all'operazione stessa di strappo che, forse per la scarsa esperienza del restauratore, non ebbe esito positivo. Infatti si rilevano ampie aree del dipinto in cui è presente esclusivamente un sottile spessore della pellicola pittorica, e altre zone in cui è stato rimosso anche parte dell'intonaco di supporto. Queste discontinuità si ripercuotono sulla stabilità della materia pittorica originale colore che è interessata da un severo fenomeno di sollevamento e alla perdita di alcuni piccoli frammenti. Inoltre, la presenza di una vernice molto spessa e fortemente ingiallita applicata in un precedente restauro provoca ulteriori tensioni superficiali che favoriscono le esfoliazioni e i distacchi. Il supporto in tela su cui è stato applicato il dipinto è composto da una spessa tela di lino, a cui in alcune aree sono state interposte garze di cotone. La presenza di una spessa stuccatura a base di olio, applicata direttamente sulla tela nella porzione inferiore per imitare l'intonacatura della parete, sembrerebbe ulteriormente compromettere la stabilità del supporto causando tensioni e deformazioni. Durante la prima fase del progetto sono state eseguite una serie di prove per trovare il metodo adeguato alla rimozione della vernice fortemente ingiallita. Nel corso di questi test, si è cercato di riposizionare e stabilizzare scaglie e frammenti instabili di colore. Le prove hanno previsto sia metodi meccanici che chimici (con diversi metodi di applicazione) e la strumentazione Laser. La rimozione della vernice alterata è risultata essere efficiente combinando la strumentazione Laser a regime d'impulso QS (EOS QS ®, El. En. Group) e l'applicazione di differenti solventi in un agente supportante (Evolon CR®). Nelle aree in cui la pellicola pittorica era molto sottile e scarsamente aderente alla tela di supporto, l'applicazione è stata eseguita a tampone per apportare un minor quantitativo di solvente. La rimozione della stuccatura, invece, è stata possibile con la sola strumentazione laser tramite regime d'impulso LQS (EOS 1000 LQS ®, El.En. Group).

Abstract

The collection centre of the Swiss National Museum holds 28 detached wall paintings from the UNESCO World Heritage Site of the Monastery of St. Johann in Müstair. These paintings were removed from the attic walls of the church in 1908/09. Out of these 20 are *strappi* from the Carolingian cycle (8th-9th century) transferred onto canvas and mounted on wooden stretchers, while the other eight are *stacchi* from the Romanesque cycle (12th-13th century) which were transferred on a gypsum-based rigid support [1].

During 2019-2021, a multidisciplinary team consisting of staff members of three Swiss organisations, the Swiss National Museum, the Scuola Universitaria della Svizzera Italiana and the Stiftung Pro Kloster St. Johann Müstair was involved in the research project “The detached wall paintings from the attic of the monastery church St. Johann in Müstair in the collection of the Swiss National Museum” [2]. The aim was to research the history of the detached wall paintings, document the state of conservation of both the detached portions and the still in situ conserved unrestored imprints, perform the scientific analyses and finally develop a concept for the conservation-restoration of the objects.

After the first project phase described above, it was decided to carry out a pilot project on a selected “strappo” (LM-11991.2) in order to gain experience on the feasibility and the time required for the conservation of the whole group of objects and to develop a methodology. This object was selected due to both its poor state of preservation and as a representative example of the major decay phenomena of this group of paintings. One of the main causes for the condition of the *strappi* is very likely to be the poorly executed detachment by the contracted company. The lack of experience in the removal technique led to the fact that the transferred parts are composed of both the uppermost paint layer of paint and thicker layers with remains of the original painting support (*intonaco*) creating tensions with the textile support. The paint layer is affected by severe unstable flaking, this phenomenon already led to the loss of original material over time. In addition the surface is covered by a thick yellowed coating applied during a previous intervention. The textile support on which the painting was transferred is composed of a thick linen canvas with some gauzes in between. The presence of a thick oil-based infill imitating rendering of a wall may interfere with the stability of the textile support causing additional tensions and then deformations.

Already during the first phase of the project, a series of tests were carried out in attempt to find the adequate method for removing the highly yellowed coatings. In the course of these tests, ways were sought to reposition and stabilise the loose flakes of paint layer. The trials involved application of both mechanical and chemical methods (with different way of application) and Laser technology. The removal of the altered coating proved to be efficient by combining Laser technology with QS impulse regime (EOS QS ®, El. En. Group) and the application of different solvents in a supporting agent (Evolon CR®). In cases where the paint layer was very thin and adhered poorly to the transfer canvas, the solvent was applied with a cotton swab to reduce liquid penetration into the textile support. In contrary to the treatment of the paint layer surface, the filling could be efficiently removed exclusively by irradiating the surface with Laser using the LQS pulse method (EOS 1000 LQS ®, El.En. Group).

Bibliografy

- [1] C. Martinucci, S. Grau, A. Felici, N. Ellwanger, *Due campagne di strappo della ditta Schmidt & Söhne di Zurigo*, in “Kermes”, 127-128 (2023), pp. 153-157.
- [2] N. Ellwanger, T. Lombardo, P. Cassitti, C. Martinucci, M. Caroselli, A. Felici, M. Leuthard, R. Emmenegger, *The detached Wall Paintings from the Attic of the Monastery Church St. Johann in Müstair in the Collection of the Swiss National Museum. Research and development of a conservation and restoration concept*, in “Zeitschrift für Schweizerische Archäologie und Kunstgeschichte”, 79, 1 (2022), pp. 5-22.

RESTAURO DEGLI INTONACI DIPINTI E DEGLI STUCCHI DELLA TOMBA DEI PESCI E DELLE SPIGHE NELLA NECROPOLI ROMANA DI TUVIXEDDU A CAGLIARI

RESTORATION OF THE PAINTED PLASTERS AND STUCCOWORKS OF THE FISHES AND SPIKES TOMB IN THE TUVIXEDDU ROMAN NECROPOLIS AT CAGLIARI

Donatella Pitzalis¹, Elena Romoli², Ignazio Sanna³

¹ Restauratrice, Azienda/Ente, Roma, Italia, pitzalisonatella@gmail.com;

² Funzionario Architetto, Soprintendenza ABAP, Cagliari, Italia, elena.romoli@cultura.gov.it;

³ Funzionario per le tecnologie, Soprintendenza ABAP, Cagliari, Italia, ignazio.sanna@cultura.gov.it

Abstract

La tomba dei Pesci costituisce uno degli esempi più noti della necropoli occidentale di epoca romana a camere ipogee realizzata nella prima età imperiale alle pendici del colle di Tuvixeddu, sul versante che si affacciava verso il percorso della principale arteria che collegava in antico Cagliari con l'area interna dell'isola.

Tutte le sepolture che si aprono alla base del costone roccioso sono in condizioni di grave degrado sia per la natura tenera del calcare, sia per il reiterato utilizzo in passato di attività artigianali e di persone senza fissa dimora, i cui bivacchi hanno lasciato annerite le pareti, oltre a danneggiare le superfici lapidee. La Tomba dei Pesci si connota come unicum per l'originale e ricca decorazione interna con stucchi a rilievo dipinti. Negli arcosoli la decorazione, ormai lacunosa, è di tipo floreale o con spighe, su fondi di diverso colore, ad esclusione dell'arcosolio denominato "dei pesci" in cui sono raffigurate scene marine. L'elevato tenore di umidità dell'ambiente ha certamente indotto i decoratori della tomba a realizzare lo stucco in più strati, partendo da un arriccio idraulico costituito da calce, polvere della roccia calcarea e coccio pesto di varia granulometria e di spessore molto variabile per livellare le grosse scabrosità delle superfici. Su di esso è stato steso l'intonaco costituito da calce e polvere di pietra e frammenti di paglia, in almeno due o tre strati sottili, con piccole quantità di cocciopesto fino. L'ultimo livello, l'intonachino, supporta lo strato pittorico e le decorazioni, che sono poi state applicate e modellate nelle forme e le figure in rilievo, successivamente dipinte. La tavolozza dei colori utilizzati è quella consueta della pittura romana, ocra gialla e rossa, nero di carbone, verde terra, blu egiziano, bianco di calce.

La solubilizzazione lenta e graduale della calcite costitutiva, le azioni cicliche dei sali solubili in prevalenza costituiti da solfato di calcio biidrato, le vistose macchie di colore giallo, rossiccio e bruno violaceo dovute agli ossidi di ferro e manganese provenienti dal terreno soprastante attraverso roccia, unitamente all'uso antropico, sono state la causa del degrado delle decorazioni. L'arcosolio dei pesci presentava le maggiori problematiche perché vi si trovavano le concrezioni di carbonato e solfato di calcio di maggiore spessore e compattezza e la presenza di nero fumo. I primi test di pulitura con la strumentazione Laser e le verifiche diagnostiche, hanno consentito di mettere a punto i parametri migliori di energia J e frequenza Hz, differenziati a seconda delle patine da rimuovere. La macchina scelta per il lavoro è stata il Thunder Compact (Quanta System) del Gruppo El.En., caratterizzato dalla doppia lunghezza d'onda λ : 1064 nm armonica dell'infrarosso e 532 nm armonica del verde. La pulitura laser ha permesso di rimuovere gran parte delle concrezioni saline sottili, delle patine e delle macchie. Le concrezioni più spesse di carbonato e solfato di calcio sono state consumate gradualmente alternando l'uso del laser a rimozioni meccaniche e chimiche combinate.

La pulitura ha consentito di riconoscere sulla volta dell'arcosolio diverse specie di pesci (torpedini, seppia, totano, polpi, scorfano, piccoli delfini, sardine...) e di intravedere scene marine mitologiche.

Abstract

The Fishes and Spikes Tomb is one of the best-known examples of the Roman western necropolis of Cagliari in Sardinia. The cemetery is made up of underground chambers and was built in the early imperial period on the slopes of the Tuvixeddu hill, which overlooks the ancient route linking Cagliari with the internal areas of the island.

All the tombs excavated at the base of the rocky ridge show serious decay patterns, due to both the soft limestone and the repeated uses by crafting activities and homeless people who left the walls blackened and damaged the stone surfaces. The Fishes and Spikes Tomb is unique for its original and rich interior decoration with painted stucco reliefs.

The decoration in the arcosolia, now full of gaps, has floral motifs and spikes on differently colored backgrounds, with the exception of the so called fish arcosolium, in which marine scenes are depicted. The high level of environmental humidity led the craftsmen to make several layers of stucco support, starting from a hydraulic plaster composed of lime, limestone powder and cocchiopesto with a varied range of grain size and thickness in order to level the large surface unevenness. Secondly, at least two or three thin layers of plaster composed of lime, stone powder and straw fragments with small quantities of fine cocchiopesto were applied on it. Finally a fine plaster was added, supporting the painting layer and the relief decorations which were applied and shaped. The color palette is common in the Roman painting technique: yellow and red ochre, carbon black, green earth, Egyptian blue, lime white.

The slow and gradual solubilization of calcite, the cyclical actions of soluble salts mostly made up of bihydrated calcium sulphate, the showy yellow, reddish and purplish brown stains due to iron and manganese oxides coming from the soil above through the rock, together with the human use, were the causes of the decoration decay.

The fish arcosolium presented the most serious problems because of thick compact concretions composed by calcium carbonate, calcium sulphate and carbon black.

The preliminary laser cleaning tests and diagnostic analyzes optimized the J energy and Hz frequency parameters, according to the layers to be removed. A Thunder Compact device (Quanta System of El.En. company), able to work with a double wavelength (λ : 1064 nm infrared harmonic and 532 nm green harmonic) was chosen. Laser cleaning allowed to remove a large part of thin salt concretions, layers and stains. The thicker concretions composed by calcium carbonate and sulphate were gradually ablated by alternating the laser with mechanical and chemical removal.

Cleaning allowed to recognize different species of fishes on the vault of the arcosolium (torpedoes, cuttlefish, squids, octopuses, scorpion fishes, small dolphins, sardines...) and distinguish mythological marine scenes.

APPLICAZIONE LASER A DIVERSA LUNGHEZZA D'ONDA PER LA PULITURA DEGLI AFFRESCHI DI GAUDENZIO FERRARI

LASER APPLICATION WITH DIFFERENT WAVELENGTH FOR CLEANING THE FRESCOES OF GAUDENZIO FERRARI

Anna Borzomati¹, Benedetta Brison², Emanuela Ozino Caligaris²

¹ Restauratrice, Ditta Individuale, Roma, anna.borzomati@gmail.com;

² Soprintendenza archeologia belle arti e paesaggio per le province di Biella, Novara, Verbano-Cusio-Ossola e Vercelli, NOVARA, benedetta.brison@cultura.gov.it, emanuela.ozinocaligaris@cultura.gov.it

Abstract

L'intervento di restauro dei dipinti murali di Gaudenzio Ferrari presso la Cappella di Santa Margherita della Chiesa di Santa Maria delle Grazie a Varallo (VC) è stato completato a luglio 2023 nell'ambito del cantiere finanziato dal Ministero della cultura.

Gli affreschi, dalla tradizione storiografica ritenuti eseguiti nel 1507, raffigurano le vicende della vita di Maria e dell'infanzia di Gesù. La cappella, commissionata dalla famiglia Scarognino, mostra sulla parete sinistra le scene della *Presentazione di Gesù al Tempio* e accanto, probabilmente, l'*Annuncio ai santi Anna e Gioacchino*, ormai poco leggibile; sulla parete opposta la *Disputa di Gesù al Tempio*. Nell'arco soprastante la cancellata in ferro sono presenti, all'interno di oculi prospettici, le figure dei Profeti. La volta è ripartita in quattro vele suddivise in trapezi dipinti con diversi colori di fondo e decorati da meravigliose decorazioni a grottesche. All'interno delle vele sono inseriti quattro clipei dipinti a grisaille con le scene dell'Annunciazione, della Fuga in Egitto, della Natività e dell'Adorazione dei Magi. La lettura della cappella inizia quindi dalla volta, si sposta sulla parete sinistra e si conclude con la parete destra, mentre l'arco con i Profeti anticipa la storia della salvezza. Le grottesche nelle vele sono abitate da guizzanti e nervose figurette, alcune delle quali sostengono i simboli della passione, altre sembrano tratte dal repertorio della cultura classica, come la figura di giovane con perizoma e clava. Le targhe inserite nelle vele riportano l'una la firma di Gaudenzio e l'altra una data che ad oggi nessuno è riuscito a interpretare correttamente, ma che la tradizione storiografica ha sempre letto come 1507.

Il recente intervento ha riguardato tutti gli aspetti conservativi ma la complessa pulitura ha rappresentato l'elemento fondamentale per la perfetta riuscita del lavoro. La vasta campagna diagnostica con l'impiego di tecniche non invasive e microinvasive e l'approfondito studio della tecnica esecutiva e della storia conservativa del manufatto hanno permesso di mettere a punto la metodologia d'intervento. Dei restauri eseguiti prima del secolo scorso non si hanno informazioni, ma attraverso l'interpretazione di documenti grafici e fotografici e la conoscenza analitica dei materiali soprammessi è stato possibile identificare le sostanze che avevano gravemente alterato gli strati pittorici. Dopo una accurata pulitura, che ha visto l'impiego di miscele di solventi organici supportati, la superficie pittorica risultava ancora profondamente alterata. La scelta di impiegare la strumentazione laser Nd:YAG è sembrata da subito la soluzione più adatta per rimuovere le sovrapposizioni quasi insolubili rispettando la delicatissima materia pittorica originale. In base alle diverse tecniche di esecuzione e di degrado sono stati impiegati due strumentazioni con lunghezza d'onda differente. Il Thunder Art Q-Switched utilizzato nella seconda armonica a luce verde (λ 532 nm) ha permesso di lavorare in sicurezza su una pellicola pittorica ove importanti tracce di azzurrite erano occultate da un adeso strato di ridipintura. La strumentazione EOS QS Nd:YAG 1064 nm in modalità Q-Switched (QS) è stata invece impiegata con diversi parametri di impulso ed energie, a seconda delle campiture pittoriche, permettendo di rimuovere sia gli strati più sottili che gli strati più spessi, senza rischi di interferenza con la materia originale. La scelta di impiegare la tecnologia laser ha permesso di lavorare in maniera graduale, selettiva e controllata consentendo la conservazione rigorosa del manufatto e offrendo la possibilità di acquisire ulteriori e importanti elementi di conoscenza dell'opera. Dal punto di vista storico-artistico il risultato ottenuto consentirà finalmente agli studiosi di osservare e valutare in maniera corretta uno dei brani pittorici più importanti per la storia del Rinascimento nel nord Italia. La cappella Scarognino rappresenta infatti una delle più precoci attestazioni e reinterpretazioni in area padana della scoperta delle grottesche nella Domus Aurea di Nerone. Inoltre il ciclo di dipinti di Gaudenzio costituisce una tappa fondamentale nella maturazione del linguaggio del pittore valesiano che a queste date dimostra di essere aggiornato sulle novità diffuse a Milano da Bramante e Leonardo e in area centro italiana da Raffaello, Signorelli e Perugino. La pulitura ha consentito il recupero di diversi dettagli delle grottesche, una corretta lettura dell'architettura

prospettica, di chiara ispirazione bramantesca, sopra il Cristo tra i dottori, delle cromie originali e del *ductus* gaudenziano. Il lavoro presentato è inedito.

Ringraziamenti: L'intero intervento conservativo è stato diretto dai funzionari dalla *Soprintendenza archeologia belle arti e paesaggio per le province di Biella, Novara, Verbano-Cusio-Ossola e Vercelli*: Benedetta Brison, Annalisa Ferrante ed Emanuele Ozino Caligaris. Analisi Diagnostiche: Anna Piccirillo della Fondazione Centro Conservazione e Restauro "La Venaria Reale", Venaria Reale, (TO) e Claudio Seccaroni del laboratorio Materiali e Processi Chimici-Fisici dell'ENEA Centro Ricerche Casaccia. Consulenza laser: Ilaria Barbetti (Soprintendenza Archeologia Belle Arti e Paesaggio per le Province di Pisa e Livorno) e Alessandro Zanini (El.En. S.p.A). Si ringrazia in particolar modo la restauratrice Francesca Frassati per l'importante collaborazione offerta nelle delicate fasi di pulitura.

Abstract

The restoration of Gaudenzio Ferrari's wall paintings in the Santa Margherita Chapel of the Church of Santa Maria delle Grazie in Varallo (VC) was completed in July 2023 as part of the construction site financed by the Ministry of Culture. The frescoes, believed by historiographical tradition to have been executed in 1507, represent the events of the life of Mary and child Jesus. The chapel, commissioned by the Scarognino family, shows on the left wall the scenes of the Presentation of Jesus in the Temple and next to it, probably, the Annunciation to Saints Anna and Joachim, now, in critical state of conservation; on the opposite wall the Dispute of Jesus in the Temple. In the arch above the iron gate there are the figures of the Prophets inside perspective oculi. The vault is divided into four trapezoids painted with different background colors and decorated with wonderful grotesque painting. Inside the sails there are four *clipei* painted in grisaille with scenes of the Annunciation, the Flight into Egypt, the Nativity and the Magi's Adoration.

The recent restoration work concerned all the conservative aspects but the complex cleaning represented the goal of the perfect success of the work. The diagnostic investigations with the use of non-invasive and micro-invasive techniques and the study of the executive technique and the conservative history of the artefact have made it possible to develop the intervention methodology. There is no information on the restorations carried out before the last century, but through the interpretation of graphic and photographic documents and the analytical knowledge of the superimposed materials it was possible to identify the substances that had seriously altered the painting layers. After careful cleaning, which involved the use of mixtures of supported organic solvents, the painting surface was still profoundly degraded. The choice to use Nd:YAG laser instrumentation immediately seemed to be the most suitable solution for removing the almost insoluble overlays while respecting the very delicate original material. Based on the different execution and factor of deterioration, two instruments with different wavelengths were used. The Q-Switched Thunder Art used in the second harmonic green light (λ 532 nm) allowed us to work safely on a paint film where important residues of azurite were hidden by an adhered layer of repainting. The EOS QS Nd:YAG 1064 nm in Q-Switched (QS) mode was instead used with different pulse parameters and energies, depending on the painting area, allowing to remove both the thinner and thicker layers, without risks of interference with the original material. The choice to use laser technology allowed us to work in a gradual, selective and controlled way, allowing for the conservation of the artefact and offering the possibility to know important elements of the masterpiece. After the restoration work the cycle of paintings by Gaudenzio it is more closed to the innovations spread in Milan by Bramante and Leonardo and in the central Italian area by Raphael, Signorelli and Perugino. The cleaning allowed the recovery of various details of the grotesques, a correct reading of the perspective architecture, clearly inspired by Bramante, above the Christ among the doctors, of the original colors and of Gaudenzio's *ductus*. The restoration work presented is unpublished.

Acknowledgements: The work was directed by the officials of the *Soprintendenza archeologia belle arti e paesaggio per le province di Biella, Novara, Verbano-Cusio-Ossola e Vercelli*: Benedetta Brison, Annalisa Ferrante and Emanuele Ozino Caligaris. Scientific surveys: Anna Piccirillo of the Fondazione Centro Conservazione e Restauro "La Venaria Reale", Venaria Reale, (TO) and Claudio Seccaroni of the Laboratorio Materiali e Processi Chimici-Fisici dell'ENEA Centro Ricerche Casaccia. Laser expert: Ilaria Barbetti (Soprintendenza Archeologia Belle Arti e Paesaggio per le Province di Pisa e Livorno) and Alessandro Zanini (El.En. S.p.A). We particularly thank the restorer Francesca Frassati for the important collaboration offered in the delicate cleaning operations.

Bibliografia

- Barbetti I., *L'uso dei sistemi laser Nd:YAG per la pulitura dei dipinti murali. Integrazioni con altre metodologie, confronti e valutazioni sulla loro efficacia*, in OPD restauro vol. 22, Centro Di, Firenze, 2010.

L'INTERVENTO DI PULITURA DELLE SUPERFICI DELLA LOGGIA DI RAFFAELLO. Il laser sulla pellicola pittorica e sugli stucchi

CLEANING INTERVENTION ON THE SURFACES OF RAFFAELLO'S LOGGIA The Use of Laser on the Paint and Stucco Layers

Angela Cerreta¹, Ulderico Santamaria², Laura Baldelli³, Francesca Persegati⁴, Fabio Morresi⁵

¹ Maestro Restauratore, Musei Vaticani, angela.cerreta@scv.va;

² Direttore GRS Musei Vaticani/Università degli Studi della Toscana, UNITUS, santamaria@unitus.it;

³ Maestro Restauratore, Musei Vaticani, laura.baldelli@scv.va;

⁴ Capo Restauratore, Musei Vaticani, francesca.persegati@scv.va;

⁵ Assistente GRS, Musei Vaticani, fabio.morresi@scv.va

Abstract

Il cantiere pilota di restauro della II Loggia, realizzato a partire dal 2018, ha inizialmente preso in esame la VI campata (su tredici), poiché per la sua collocazione racchiudeva la maggior parte delle tipologie di alterazione e degrado. I test di pulitura sono stati quindi estesi anche alla II campata, che presentava specifiche problematiche conservative, a seguito di un trattamento con alluminato di potassio eseguito nei primi anni '70 del secolo scorso.

Realizzata tra il 1517 ed il 1519 da Raffaello e dalla sua bottega, questa loggia presenta dipinti murali a fresco ed a secco, arricchiti da rilievi in stucco, che costituiscono fin dal primo momento oggetto di ammirazione e fonte di ispirazione. La fragilità della tecnica, a secco su stucco romano, utilizzata per le "grottesche" che ricoprono i pilastri, e le finiture applicate su stesure pittoriche ad affresco, associate al microclima, hanno generato uno stato di conservazione estremamente grave, che ha portato alla perdita di gran parte delle figurazioni, di cui rimane oramai solamente la traccia in negativo. Sui piani di fondo, invece, la pittura è offuscata da tenaci strati di ossalato, derivato dalla mineralizzazione di sostanze organiche applicate in occasione di interventi pregressi, limitati al consolidamento ed alla protezione.

Per l'individuazione della metodologia di pulitura più idonea per tali superfici, con particolare attenzione su parti contenenti pigmenti quali azzurrite e cinabro, è stata eseguita una sperimentazione utilizzando diversi tipi di laser (1) a confronto con metodi di pulitura tradizionali. Tra questi, l'*Infinito* (2) (El.En.), che presenta un sistema innovativo, in quanto nella fibra ottica contiene il mezzo attivo che viene pompato a diodi, è stato valutato per la sua elevata selettività e pressoché nulla interferenza con il supporto. Già dai primi test di pulitura, tale laser si è dimostrato efficace e rispettoso della superficie pittorica. Infatti, si è verificata la possibilità di lavorare a basse potenze, unita alla grande versatilità delle modalità di emissione del fascio, che hanno facilitato la selezione nella pulitura superficiale. Sono stati eseguiti microprelievi prima e dopo i test di pulitura di alcune zone pittoriche (es. scena del *sogno di Giacobbe*), verificando l'ablazione selettiva dello strato superficiale di colore bianco/grigio composto da calcite e ossalati di calcio (whewellite). Questo è stato rimosso quasi completamente senza alterare la pellicola pittorica, in questo caso di colore nero o marrone scuro. La selettività del laser è stata verificata anche in altre zone, rispettivamente prima e dopo la pulitura, nell'asportazione dello strato superficiale costituito da particolato e sostanze soprammesse di antichi trattamenti, fornendo finalmente la soluzione per la rimozione di sostanze estranee di diversa natura, dai più antichi fissativi organici alle recenti resine acriliche, nonché dei materiali inorganici.

La sperimentazione della pulitura con laser nella VI campata è stata estesa anche ad una parte della citata II campata, data l'inadeguatezza di altri metodi di pulitura nella rimozione degli imbianchimenti dovuti al trattamento di consolidamento, la cui idrolisi ha formato una serie di sostanze, tra le quali l'allumina (Al_2O_3), estremamente insolubile. Le prove di pulitura sono state verificate con indagini scientifiche prima, durante e dopo i test. In tutti i punti considerati, l'impiego del laser ha dato esiti positivi nell'asportazione degli imbianchimenti associati alle sostanze superficiali solubili, contribuendo anche ad abbassare il pH della superficie pittorica. Rispetto alla pulitura con solvente acquoso ha mostrato inoltre la capacità di rimuovere lo strato superficiale senza alcuna interazione con i livelli più interni esistenti, consentendo di assottigliare le patine ad ossalati.

Note:

¹ Eos Combo (El.En), Thunder Compact (Quanta System/El.En.), Artlight II (Lambda Scientifica), Infinito (El.En).

² È un sistema laser Q-Switched a fibra attiva, drogato con Itterbio, dotato di un manipolo con ottica di scansione. Il sistema è costituito da una sorgente che emette nel vicino infrarosso (1064 nm).

Abstract

The pilot restoration site of the II Loggia, carried out starting in 2018, initially focused on the examination of the sixth span (out of thirteen), since due to its location it contained most of the types of alteration and degradation. Cleaning tests were subsequently extended to the second span, which had specific conservation issues, following a potassium aluminate treatment performed in the early 1970s.

Realized between 1517 and 1519 by Raffaello and his workshop, this loggia features fresco and dry mural paintings, enriched by stucco reliefs, which constituted an object of admiration and a source of inspiration from the first moment. The fragility of the technique, dry on Roman stucco, used for the "Grottesche" covering the pillars, and the finishes applied on fresco pictorial layers, associated with the microclimate, have generated an extremely serious state of preservation, which has led to the loss of most of the figurations, of which only the trace in negative now remains. On the background planes, however, the painting is obscured by tenacious layers of oxalate, derived from the mineralization of organic substances applied during previous interventions, limited to consolidation and protection.

For the identification of the most suitable cleaning methodology for such surfaces, with special attention on parts containing pigments such as azurite and cinnabar, experimentation was carried out using different types of lasers in comparison with traditional cleaning methods (1). Among them, the *Infinito* (2) (El.En.), which features an innovative system in that the optical fiber contains the active medium that is diode-pumped, was evaluated for its high selectivity and almost no interference with the substrate. Already from the first cleaning tests, such a laser proved to be effective and respectful of the pictorial surface. In fact, the possibility of working at low powers was verified, combined with the great versatility of the beam emission modes, which facilitated selection in surface cleaning. Micro-samples were taken before and after the cleaning tests of some pictorial areas (e.g., *Jacob's dream* scene), verifying the selective ablation of the white/grey surface layer composed of calcite and calcium oxalates (whewellite). This was removed almost completely without altering the pictorial film, in this case black or dark brown. The laser's selectivity was also verified in other areas, respectively before and after cleaning, in removing the surface layer consisting of particulate matter and superimposed substances from ancient treatments. The selectivity of the laser was also verified in other areas, respectively before and after cleaning, in removing the surface layer consisting of particulate matter and overlying substances from ancient treatments, finally providing the solution for the removal of foreign substances of different nature, from the oldest organic fixatives to recent acrylic resins, as well as inorganic materials.

Laser cleaning trials in the sixth span were also extended to a part of the aforementioned second span, given the inadequacy of other cleaning methods in removing whitening due to the consolidation treatment, whose hydrolysis formed a number of substances, including alumina (Al_2O_3), which is extremely insoluble. Cleaning tests were verified by scientific investigations before, during and after the tests. In all the points considered, the use of laser gave positive results in the removal of whitening associated with soluble surface substances, also contributing to lowering the pH of the pictorial surface. Compared to aqueous solvent cleaning, it also showed the ability to remove the surface layer without any interaction with the underlying layers, allowing the thinning of oxalate patinas.

Note:

¹ Eos Combo (El.En.), Thunder Compact (Quanta System/El.En.), Artlight II (Lambda Scientifica), Infinito (El.En.).

² It is a fiber-active, Ytterbium-doped Q-Switched laser system equipped with a handpiece with scanning optics. The system consists of a source that emits in the near-infrared (1064 nm) range.

LASERING-PH: METODI DI PULITURA SOSTENIBILI PER IL PATRIMONIO PITTORICO: OTTIMIZZAZIONE DEI PROCESSI DI ABLAZIONE LASER

LASERING-PH: SUSTAINABLE CLEANING OF PICTORIAL HERITAGE: OPTIMIZATION OF LASER ABLATION PROCESSES

Laura Andrés-Herguedas¹, Daniel Jiménez-Desmond², Chiara Ricci³, José Santiago Pozo-Antonio⁴

¹ PhD candidate, University of Vigo, Vigo, Spain, laura.andres@uvigo.gal;

² PhD candidate, University of Vigo, Vigo, Spain, danieljose.jimenez@uvigo.gal;

³ Researcher, Centro Conservazione e Restauro La Venaria Reale, Turin, Italy, chiara.ricci@cervenaria.it;

⁴ Senior researcher, University of Vigo, Vigo, Spain, ipozo@uvigo.gal

Abstract

Le pitture murali caratterizzano fortemente l'aspetto e il simbolismo del patrimonio culturale architettonico e archeologico. La loro complessità compositiva rende la loro conservazione soggetta a tutti i più comuni agenti di degrado dei beni culturali. Nell'attuale contesto di riscaldamento globale, questa vulnerabilità è ancora maggiore a causa dell'apporto di inquinanti atmosferici e gas serra che causano la formazione di depositi superficiali, che non solo impediscono la corretta lettura dell'opera d'arte, ma compromettono anche la stabilità dello strato pittorico. Tra gli attuali metodi di pulitura impiegati nel campo dei beni culturali, i trattamenti di ablazione laser consentono di rimuovere patine superficiali in modo localizzato, graduale, selettivo ed ecosostenibile (senza rilascio di prodotti di scarto nell'ambiente). Mentre l'efficacia e/o dannosità dei trattamenti di pulitura laser è stata ampiamente studiata per la rimozione dei depositi superficiali da superfici lapidee, gli studi di interazione con i dipinti murali sono scarsi.

In questo articolo viene presentato il progetto spagnolo LASERING-PH (riferimento PID2020-119838RA-I00). Incentrato sullo studio degli effetti di diversi sistemi laser su pitture murali a tempera e pitture rupestri; l'obiettivo principale è quello di stabilire le condizioni di sicurezza da applicare per la pulitura laser di questo tipo di dipinti. Tali condizioni variano a seconda dei materiali messi in opera nel dipinto. Il progetto segue pertanto un processo di ricerca sistematico e graduale, strutturato in più fasi. La prima fase è focalizzata sugli effetti della radiazione laser sui singoli materiali pittorici (pigmenti e leganti separatamente), considerando sistemi laser differenti per lunghezza d'onda e durata degli impulsi. Nella seconda fase, la stessa procedura viene ripetuta sui mock-up realizzati con le tecniche della pittura rupestre e della pittura murale a tempera. L'individuazione delle condizioni di irradiazione che inducono il minor danno possibile ai dipinti permetterà poi di procedere alla fase successiva: la pulitura di mock-up pittorici sporcati artificialmente e, infine, la pulitura di un'opera d'arte reale.

Questo progetto è una collaborazione internazionale tra diverse università e istituzioni. Dalla Spagna, l'Università di Vigo, l'Università di Coruña, l'Università di Granada e la Escola Superior de Conservación e Restauración de Bens Culturais de Galicia. Dall'Italia, l'Università di Pisa e il Centro Conservazione e Restauro "La Venaria Reale". Infine, dal Portogallo, l'Istituto Superior Tecnico di Lisbona. In totale, 17 ricercatori (ingegneri, fisici, chimici, geologi, restauratori e scienziati della conservazione) stanno lavorando a questo progetto. Grazie a questa collaborazione, i laser utilizzati sono tre diversi sistemi Nd:YAG (tutti che lavorano a lunghezza d'onda 1064 nm, ma con differente modalità in relazione alla durata dell'impulso: LQS -100 ns, QS -8 ns e SFR -100 µs), un laser a fibra attiva con drogaggio a Yt (lunghezza d'onda 1064 nm e durata dell'impulso di 30ns), un sistema laser Nd:YVO₄ (lunghezza d'onda 355 nm e durata dell'impulso di 25 ns), uno Spectra Physics Spirit in femtosecondi (lunghezza d'onda 1040 nm e durata dell'impulso di 380 fs) e, infine, un laser Er:YAG (lunghezza d'onda 2940 nm e durata dell'impulso di 350 µs).

In primo luogo, per conoscere gli effetti del laser sui pigmenti tal quali, sono state eseguite irradiazioni a fluensa variabile su pastiglie di pigmento compattate. Successivamente, condizioni simili sono state applicate sui mock-up dipinti. Per simulare la tecnica dei dipinti murali a tempera, sono stati realizzati dei provini con una miscela di pigmento e legante (un set è stato realizzato con tuorlo d'uovo e un altro con colla di coniglio) applicata su un substrato ad intonaco. Per le pitture rupestri, i pigmenti sono stati

mescolati con burro e applicati su un substrato di caolino misto a burro, oppure mescolati con caseina e applicati su quarzite. Le superfici irradiate sono state analizzate seguendo un protocollo analitico basato sull'osservazione allo stereomicroscopio, misure di spettrofotocolorimetria e della riflettanza e analisi con microscopia elettronica a scansione accoppiata a spettroscopia a raggi X a dispersione di energia. Sulle superfici sono stati osservate alterazioni cromatiche (inscurimenti o, perdita di saturazione del colore) dovute a fenomeni di diversa entità di fusione e/o fessurazione delle superfici. Nel complesso, gli effetti prodotti dall'interazione con la radiazione laser si sono dimostrati significativamente differenti a seconda della composizione chimica dei pigmenti e delle tecniche pittoriche impiegate.

Abstract

Wall paintings shape the appearance and symbolism of architectural and archaeological Cultural Heritage (CH). Its compositional complexity makes it susceptible to the common deterioration agents affecting CH materials. In the current context of global warming, this susceptibility has increased due to the contribution of atmospheric pollutants and greenhouse gases leading to the formation of surface deposits that not only prevent the correct reading of the artwork, but also compromise the stability of the pictorial layer. Among the current cleaning methods applied in CH, laser ablation allows the removal of surface films in a localized, gradual, and selective manner without waste generation (environmentally friendly). While its effectiveness and/or harmfulness has been extensively studied for removing surface deposits on stones, studies of its interaction on wall paintings are scarce.

In this paper, the Spanish project LASERING-PH (Reference PID2020-119838RA-I00) is presented. Focused on the investigation of the effects of different laser systems on tempera and cave paintings, the main objective is to establish safeguarding conditions to be applied on this kind of paintings. These conditions will vary depending on the composition of the painting. With this in mind, a systematic and gradual research process is being followed. The first stage is based on the behaviour of the raw materials that compose the paintings (pigments and binders separately) to the irradiation with different lasers considering wavelengths and pulse durations. The same procedure is followed on the painted mock-ups. The knowledge of the irradiation conditions that generate the least damage to the paintings will allow us to proceed onto the next stage: the cleaning of painting mock-ups artificially soiled and the cleaning of a real artwork.

This project is an international collaboration among different universities and institutions. From Spain, University of Vigo, University of Coruña, University of Granada and Escola Superior de Conservación e Restauración de Bens Culturais de Galicia (Galician School of Conservation and Restoration of Cultural Heritage). From Italy, Università di Pisa and Centro Conservazione e Restauro "La Venaria Reale". And from Portugal, Instituto Superior Tecnico. In total 17 researchers (engineers, physicists, chemists, geologists, conservator-restorers and conservation scientists) are working on this project. Thanks to this collaboration, the lasers used are a Nd:YAG (at 1064 nm working under different modes: LQS- pulse duration: 100 ns, QS-8 ns-, and a SFR-100 μ s), a ns Yt-doped core fiber (at 1064 nm and pulse duration of 30 ns), a ns Nd:YVO₄ (at 355 nm and pulse duration of 25 ns), a fs Spectra Physics Spirit (at 1040 nm and pulse duration of 380 fs) and a μ s Er:YAG (at 2940 nm and pulse duration of 350 μ s). In order to know the effects of the lasers on the raw pigments, irradiations were performed in compacted pigment tablets. For the tempera paintings, a mixture of the pigment with the binder (egg yolk or rabbit glue) were applied on a lime substrate. And for the cave paintings, pigments were mixed with butter and applied onto a kaolin mixed with butter substrate or mixed with casein and applied on quartzites. First, pigment tablets were irradiated varying laser fluence to determine the effects and then, similar conditions were applied on the whole painting. These irradiated surfaces are investigated following an analytical protocol based on stereomicroscopy, colour spectrophotometry, reflectance measurement and scanning electron microscopy with energy-dispersive X-ray spectroscopy. Darkening and discolorations have been detected on the surfaces due to different levels of melting and/or cracking. Overall, the different pigment composition and painting techniques have shown different behaviours towards laser irradiation.

VALUTAZIONE ANALITICA DELL'EFFICACIA DELLA PULITURA LASER NEL CONTESTO DEL MURALISMO CONTEMPORANEO**ANALYTICAL EVALUATION OF THE LASER CLEANING EFFECTIVENESS IN THE CONTEXT OF CONTEMPORARY MURALISM**Y.Zhang^{1,2*}, F. Zenucchini³, C. Ricci³, P. Croveri³, D. Scalarone^{1*}

1 Department of Chemistry, University of Torino, Via Pietro Giuria 7, 10125 Torino, Italy;

2 University School for Advanced Studies IUSS Pavia, Piazza della Vittoria 15, 27100 Pavia, Italy;

3 Fondazione Centro Conservazione e Restauro "La Venaria Reale", 10078 Venaria Reale, Italy; francesca.zenucchini@ccrvenaria.it (F.Z. Conservator); chiara.ricci@ccrvenaria.it (C.R. Conservation Scientist); paola.croveri@ccrvenaria.it (P.C. Conservation Scientist); dominique.scalarone@unito.it (D.S. Associate professor in Chemistry for the Environment and for Cultural Heritage);

** Correspondence: yezi.zhang@unito.it (Y.Z. PhD Student), Tel. +39-011-670-7546*

Abstract

Nell'ambito del patrimonio culturale, l'importanza dei murales contemporanei è sempre più riconosciuta, in quanto queste opere possono essere viste sia come riflessioni artistiche sulle questioni sociali che come componenti integrali dei paesaggi urbani. Tuttavia, la conservazione dei murales è una sfida difficile a causa dell'esposizione agli agenti atmosferici ed antropici, tra cui graffiti indesiderati. Un'ulteriore complessità è rappresentata dal fatto che i graffiti e i murales presentano la stessa tipologia di legante pittorico: questo rende difficile la rimozione dei primi senza causare danni allo strato pittorico originale. Per affrontare questa problematica abbiamo condotto un'ampia indagine sulla pulitura laser di spray sintetici da campioni modello di murales, freschi e invecchiati artificialmente, stilando un protocollo per valutare l'efficacia e la selettività di questa tipologia di pulitura. Dei quattro tipi di laser inclusi nella ricerca, ovvero Q-Switch, Long Q-Switch, Short Free Running (tutti e tre Nd:YAG) e Active Fiber laser (Ytterbium-doped Yb:YAG), in questo contributo ci concentriamo sui risultati ottenuti dai primi due strumenti.

Nel contesto del progetto SuperStaAr (Sustainable Preservation Strategies for Street Art, <https://prin2020superstar.dcci.unipi.it/>), questo studio presenta una serie di criteri empirici per valutare l'efficacia e i possibili danni indotti dalla pulitura laser nella conservazione delle pitture murali. Cinque parametri, tra cui la presenza di residui, la rugosità della superficie, l'alterazione del colore, l'efficacia della pulitura e il colore del materiale ablato ("pigment pick up"), costituiscono la base di un quadro di valutazione completo. Per facilitare una valutazione accurata, semplice e diretta, una esperta conservatrice ha istituito una tabella di punteggi basandosi sui cinque parametri elencati pocanzi. Il protocollo è stato poi validato mediante metodologie analitiche. Le misure colorimetriche hanno rivelato sostanziali cambiamenti di colore, in particolare nei campioni con leganti a base stirenico-acrilica. Le analisi microATR-FTIR e Py-GC/MS sono state impiegate per valutare i residui e l'efficacia della pulitura laser. L'analisi FTIR ha fornito risultati generalmente in accordo con le valutazioni empiriche, ma in alcuni casi incerti, mentre la Py-GC/MS presenta una sensibilità superiore, fornendo informazioni dettagliate sul materiale ablato. In aggiunta, si è introdotto un sistema di campionamento passivo implementato durante il processo di pulitura laser. Questo sistema, che consta di una membrana in fibra di quarzo termicamente stabile in combinazione con un micro-aspiratore, consente l'analisi Py-GC/MS senza la necessità di prelevare un campione dalla superficie pulita. Confrontando i risultati ottenuti con il laser Q-Switch e il laser Long Q-Switch, si è notato come la loro efficacia sia comparabile, soprattutto in assenza di leganti stirenico-acrilici. Si è notato inoltre che l'invecchiamento del film pittorico non influisce significativamente sull'efficacia della pulitura. Tuttavia, si è osservato che nonostante il laser rimuova efficacemente lo strato spray indesiderato, può erodere anche lo strato superficiale della pittura sottostante. In aggiunta, la superficie pittorica esposta dopo la pulitura risulta essere impoverita di legante e arricchita di pigmenti e riempitivi, il che potrebbe essere un elemento di preoccupazione in un'ottica di conservazione a lungo termine.

In aggiunta ai risultati preliminari ottenuti, questo studio vuole fornire un solido quadro per la valutazione delle procedure di pulitura laser. Con l'evoluzione continua della tecnologia laser nel campo della conservazione dei beni culturali, il sistema di campionamento passivo per le analisi di Py-GC/MS appare

promettente, in grado di offrire informazioni dettagliate sui componenti dei materiali ablati, preservando allo stesso tempo l'integrità delle opere d'arte. Lo studio pone infine le basi per future indagini sui laser attivi in fibra e sull'effetto dei rivestimenti antigraffiti durante i processi di pulitura laser.

Abstract

In the realm of cultural heritage, the significance of contemporary murals is increasingly recognized, as these artworks serve both as artistic reflections of societal concerns and integral components of urban landscapes. However, the conservation of these murals faces persistent challenges from unwanted graffiti and environmental wear. Sharing similar synthetic painting materials poses a considerable challenge in cleaning vandalism graffiti without causing severe damage to the original paint layer. Addressing this complex intersection, we conducted an extensive investigation into the laser cleaning of synthetic sprays on both fresh and artificially aged mock-up samples, presenting a protocol for assessing the effectiveness and safety of laser cleaning on contemporary murals. Of the four types of lasers included in the research, namely a Q-Switch, a Long Q-Switch, a Short Free Running (the three of them Nd:YAG), and Active Fiber laser (Ytterbium-doped Yb:YAG), in this initial phase we focus on presenting the results from the first two instruments.

In the context of the SuperStaAr project (Sustainable Preservation Strategies for Street Art, <https://prin2020superstar.dcci.unipi.it/>), this study introduces a set of empirical criteria to evaluate the efficacy and possible induced damage of laser cleaning in murals conservation. Five parameters, including the presence of residues, surface roughness, color changes, cleaning effectiveness, and pigment pickup, form the basis of a comprehensive assessment framework. Scores assigned by an expert evaluator facilitate a nuanced evaluation, providing a direct and practical insight into the performance of laser cleaning. The protocol is then validated by analytical methodologies. Colorimetric measurements reveal substantial color changes, particularly in samples with styrene-acrylic binders. Residues and effectiveness are investigated with micro ATR-FTIR and Py-GC/MS analyses. While FTIR delivered rapid results that generally correlated with empirical evaluations, Py-GC/MS exhibited superior sensitivity, providing detailed information on the ablated material components. Notably, we introduced a passive sampling system implemented during the laser cleaning process. This system, employing a thermally stable quartz fiber membrane in conjunction with a micro-aspirator, allows Py-GC/MS analysis without the need to sample directly from the artwork.

Comparative analyses between Q-Switch and Long Q-Switch lasers underscore their comparable efficacy in cleaning vandalized murals, especially in the absence of styrene-acrylic binders. The aging of the paint film does not significantly influence the effectiveness of cleaning. However, we observed that while the laser adeptly removes unwanted paint, it may erode the superficial layer of the underlying paint. This unveils a surface diminished in binder content but enriched in pigments and fillers, which requires additional considerations for long-term maintenance.

Beyond the immediate findings, this study provides a robust framework for assessing laser cleaning procedures. As laser cleaning technology continues to evolve in the field of cultural heritage conservation, the passive sampling system for Py-GC/MS stands out as a promising avenue, offering detailed insights into ablated material components while preserving artwork integrity. The study sets the stage for future investigations into fiber-active lasers and the behavior of anti-graffiti coatings under laser cleaning processes, promising continued advancements in the field of cultural heritage conservation.

**MANOMISSIONI E RESTAURI DOMESTICI.
DUE CASI DI RECUPERO DI OPERE DI MARIA LAI E LUCIO FONTANA.**

**DAMAGING AND DOMESTIC RESTORATIONS.
TWO CASES OF RECOVERY OF WORKS BY MARIA LAI AND LUCIO FONTANA.**

Luisa Mensi¹

¹ Restauratore di opere d'arte, Luisa Mensi Conservazione e Restauro, Torino, nazionalità italiana, l.mensi@libero.it

Abstract

Può capitare che opere d'arte, spesso di arte contemporanea, siano state oggetto di manipolazioni pesanti e deturpanti, soprattutto quando non siano state riconosciute come tali o siano state sottovalutate: è il caso di opere che gli artisti regalano ad amici o conoscenti e che talora subiscono sorti nefaste.

Diario di Renato è l'opera che Maria Lai aveva eseguito come dono di nozze per una coppia di amici: si tratta di un'opera realizzata con rettangoli di tessuto di cotone grezzo, ricamati in nero con la macchina da cucire a simulare le pagine di un diario scritto con grafia minuta e fissati solo in pochi punti, lasciando libere le parti inferiori.

Questo effetto fluttuante sembra non fosse gradito alla precedente proprietaria, forse preoccupata per la conservazione dell'opera; qualcuno, in un momento imprecisato, aveva quindi provveduto a impregnare con colla sintetica l'intera opera, fissando in maniera indelebile i fogli alla tela sottostante. L'adesivo aveva saturato la tela conferendole un aspetto più scuro e quasi trasparente, e aveva anche catturato e trattenuto il particolato atmosferico accentuando l'aspetto grigiastro e disuniforme.

L'opera è partita per gli Stati Uniti in questo stato: sono stati interessati dei colleghi per l'intervento di restauro, che hanno smontato meccanicamente e a secco tutte le pagine, mentre i tentativi di pulitura non hanno raggiunto alcun risultato.

L'opera è tornata smontata in Italia, dove, sulla scorta di quanto fatto in precedenza, abbiamo effettuato ulteriori prove, il prelievo e l'analisi dell'adesivo sovrammesso e dei test con un laser Thunder Compact a Nd:YAG. I *laser test* con entrambe le armoniche fornite dal macchinario, hanno dato un risultato di pulitura più avanzato rispetto ai tentativi americani, ma non ancora soddisfacente.

Grazie alla valutazione positiva della solubilità del colorante nero si è potuto intraprendere la strada dell'intervento misto, alternando applicazioni di solventi e/o detergenti e sedute di ablazione laser.

Ancora una volta è stata davvero efficace l'applicazione combinata e alternata delle diverse metodologie laddove né il laser da solo né l'azione singola di solventi e detergenti, né la loro applicazione in soluzione, emulsione o gel avevano sortito un risultato soddisfacente.

L'ablazione laser è stata ripetuta molte volte, fino al raggiungimento di un risultato davvero accettabile, sia sotto il punto di vista estetico, rimuovendo la componente gialla e grigia dal fondo del tessuto, sia funzionale, ridando morbidezza al tessuto di cotone.

Un altro caso di manipolazione domestica non del tutto appropriata ha interessato tre piatti di Lucio Fontana in terracotta, modellati e cotti in Albisola presso il laboratorio di Tullio d'Albisola e parzialmente ingobbati. I piatti erano sempre stati puliti in maniera casalinga, con prodotti per uso domestico, e risciacquati con acqua non purificata.

Se nelle aree trattate con ingobbio la pulitura non presentava particolari problemi con l'applicazione di blandi detergenti a pH neutro, diverso era il caso delle aree dove la terracotta era a vista, poiché la precedente pulitura per via acquosa aveva favorito la penetrazione dei depositi di sporco nelle porosità del materiale, rendendolo parzialmente coerente con la materia dell'opera. Un problema ulteriore era visibile su uno dei piatti, per l'evidente utilizzo di detergenti forti e caustici che avevano creato degli aloni più chiari e molto marcati sulla terracotta.

Scartando i metodi per via umida o acquosa anche per ragioni di tempo, dato che le opere avrebbero dovuto partire nel giro di pochi giorni per una mostra oltreoceano, la scelta è ricaduta da subito sulla tecnologia laser. Ripetuti passaggi di spot con lunghezza d'onda 1064 nm, basse frequenze e una energia costantemente del valore minimo di 0,045 J, dopo molte ore di irraggiamento ha permesso di raggiungere un risultato veramente soddisfacente. La superficie è stata lavorata a secco, senza necessità di inumidire.

In questo secondo caso la tecnologia laser è stata risolutiva dal punto di vista conservativo e decisamente competitiva rispetto ai metodi tradizionali sotto il punto di vista delle tempistiche, con un conseguente risparmio, anche economico.

Abstract

It may happen that works of art, often contemporary art, have been subjected to heavy manipulation and disfiguring, especially when they have not been recognized as such or have been underestimated: this is the case with works which artists give to friends or acquaintances and which sometimes suffer disastrous fates. *Diario di Renato* is the work that Maria Lai had created as a wedding gift for a couple of friends: it is a work created with rectangles of raw cotton fabric, embroidered in black with the sewing machine to simulate the pages of a diary written in tiny handwriting and fixed only in a few places, leaving the lower parts free. This floating effect seems not to have been appreciated by the previous owner, perhaps worried about the conservation of the work; someone, at an unspecified moment, had then proceeded to impregnate it with glue the entire work, irreversibly fixing the sheets to the underlying canvas. The adhesive had saturated the canvas giving it a darker, almost transparent appearance, and had also captured and retained the atmospheric particulate accentuating the greyish and non-uniform appearance. The work left for the United States: colleagues were interested in restoring it, and they mechanically and with *a secco* technique dismantled all the pages, while the cleaning attempts were not successful. The work returned disassembled to Italy, where, on the basis of what was done previously, we performed further tests, sampling and analysing the superimposed adhesive and testing the laser cleaning with a Thunder Compact Nd:YAG laser. The laser tests with both harmonics gave a more efficient cleaning result compared to American attempts, but not yet satisfactory. Thanks to the positive evaluation of the solubility of the black dye, the intervention was conducted by alternating solvents and/or detergents applications and laser ablation irradiations. Once again, the combined application of the different methodologies which were not truly effective, the laser alone nor the single action of solvents and detergents, nor their application in solution, emulsion or gel, had achieved a satisfactory result. The laser ablation was repeated many times, until an acceptable result was achieved, both from an aesthetic point of view, removing the yellow and gray component from the bottom of the fabric, and a functional one, restoring the softness to the cotton fabric.

Another case of not entirely appropriate domestic manipulation involved three plates by Lucio Fontana in terracotta, modelled and fired in Albisola at the laboratory of Tullio d'Albisola and partially engobed. The dishes had always been cleaned in a homemade manner, with products for household use, and without purified water. If the cleaning of engobed area did not present particular problems with the application of mild agents neutral pH detergents, the case was different in the areas where the terracotta was exposed, since the previous cleaning for aqueous had favoured the penetration of dirtiness into the porosity of the material, rendering it partially consistent with the subject matter of the work. A further problem was visible on one of the plates, on which an obviously use of strong and caustic detergents had created lighter and very marked marks on the terracotta. Excluding the wet or aqueous methods, mainly because of time, given that the works would have to leave within a few days for an overseas exhibition, the choice immediately fell on laser technology. Consecutive passages of laser with a wavelength of 1064 nm, at low frequencies and a low energy constantly hold at a minimum value of 0.045 J, and after about hours of irradiation, allowed us to achieve a truly satisfactory result. The surface was treated in dry condition, without the need of moistening. In this second case, laser technology was decisive from a conservative point of view and very competitive compared to traditional methods from the point of view of timing, with consequent savings, also economical.

MATERIALI SINTETICI DELL'ARTE: RICERCA DI ASSORBANZA E RESISTENZA**SYNTHETIC MATERIALS OF ART: RESEARCH INTO ABSORBANCE AND RESISTANCE**Grazia De Cesare¹, Evdoxia Dimitroulaki^{2,3}, Kristalia Melessanaki², Paraskevi Pouli²¹ *Accademia di Belle Arti (ABAQ), L'Aquila, Italy*² *Institute of Electronic Structure and Laser, Foundation for Research and Technology-Hellas (IESL-FORTH), Heraklion, Greece*³ *Department of Material Science and Technology, Heraklion, Greece***Abstract**

L'implementazione dell'uso del laser nel restauro di opere d'arte contemporanee, composte principalmente da materiali industriali, ha prodotto risultati discontinui caratterizzati da un'efficacia diversa a seconda dei casi. Il presente lavoro si propone di stabilire linee guida generali per assistere i restauratori nel considerare la pulitura laser come uno strumento di restauro alternativo ai metodi chimici. L'attenzione è stata quindi focalizzata sui materiali pittorici e substrati in plastica oggi più in uso, per indagare i valori massimi di fluensa (F) per i diversi tipi di laser a diverse lunghezze d'onda, al fine di stabilire i corretti limiti di resistenza di questi materiali. Un principio fondamentale, stabilito in ricerche precedenti, afferma che quando il materiale da rimuovere assorbe molto energia a una specifica lunghezza d'onda quella lunghezza d'onda del laser sarà efficace per la pulitura. Per valutare la correlazione tra l'applicabilità della pulitura laser a diverse lunghezze d'onda e l'assorbimento di energia da parte del materiale, alcuni campioni sono stati preparati e sottoposti ad un'indagine spettrofotometrica al fine di indagarne l'assorbimento e parametri appropriati che non dovrebbero influire sul substrato durante la pulitura. Questa ricerca esplora una serie di sei materie plastiche (polietilene, polipropilene, polistirolo, poliuretano, PLA, cloruro di polivinile) e leganti maggiormente utilizzati in pittura, come acrilici e vinilici in emulsione, selezionati con i quattro colori complementari; rosso-verde, giallo-blu. Il bianco e il nero, già testati in studi precedenti, mostrano la maggiore resistenza del nero (G. De Cesare et al., 2014) rispetto al bianco, vulnerabile con tutte le lunghezze d'onda anche a fluense minime (De Cesare et al., 2013). Tutte le superfici sono state testate irradiandole con laser a diverse lunghezze d'onda, coprendo un'ampia gamma di lunghezze d'onda. Più precisamente, i campioni sono stati trattati con un laser ad eccimeri KrF (LAMBDA PHYSIK; rapidità di impulso 30 ns), che emette impulsi laser nell'ultravioletto (UV) a $\lambda=248$ nm, nonché con un laser QS Nd:YAG (Serie LITRON TRLi; rapidità di impulso di 10 ns) che emettono impulsi nel visibile (VIS) e nell'infrarosso (IR) a $\lambda=532$ nm e $\lambda=1064$ nm, rispettivamente. Per valutare la soglia di rischio dell'energia laser per ciascun materiale, sono stati eseguiti una serie di test di applicazioni laser sui vari provini. Lo scopo era quello di identificare i valori massimi di fluensa laser, che rappresentano l'energia erogata per unità di superficie che garantirebbe di non danneggiare il materiale, mantenendone così l'integrità. Le superfici trattate con laser sono state inizialmente valutate utilizzando un microscopio digitale Dino-Lite sotto illuminazione UV e VIS. Alla luce dei risultati sperimentali, esiste una correlazione tra l'assorbanza delle plastiche selezionate e la loro resistenza a quel tipo di lunghezza d'onda laser. Per materiali altamente assorbenti questa soglia di rischio è alta e si possono usare basse energie, le condizioni autolimitanti non sono efficaci e quindi possono verificarsi danni anche a fluense relativamente basse, portando anche alla rimozione del materiale del substrato. Per i materiali non assorbenti, invece, che potrebbero non essere influenzati dall'irraggiamento ad elevati valori di fluensa, il rischio si riferisce al potenziale danno dovuto alla penetrazione del raggio attraverso la loro massa.

Nei test di questa ricerca si sono registrati risultati variabili per i diversi materiali plastici e pitture, che verranno discussi approfonditamente sulla base delle proprietà dei materiali e dei parametri laser, con l'obiettivo di offrire una base per ulteriori indagini e potenziali progressi nella pulitura laser delle opere d'arte contemporanee, basato su materiali industriali.

Abstract

Implementation of lasers towards the restoration of contemporary artworks, composed mainly of industrial materials, has yielded engaging results characterized by varying effectiveness on a case-by-case basis. The present work aims to establish general guidelines in order to assist conservators restorers when considering laser cleaning as an alternative restoration tool to solvent-based methods. The attention is focused on the substrate materials and thus we investigate the maximum fluence values (F) that ensure no interaction with these materials in order to establish safe limits upon cleaning. A fundamental principle, established in prior research, asserts that a certain laser wavelength is effective for cleaning, when the material to be removed, highly absorbs at that specific wavelength energy. To evaluate the correlation between the applicability of laser cleaning in different wavelengths and the absorption of energy by the material, the prepared technical mock-ups were subjected to a spectrophotometric survey in order to investigate their absorptivity and eventually to establish the appropriate parameters that would not affect the substrate upon cleaning.

This research explores a series of six plastics (i.e., polyethylene, polypropylene, polystyrene, polyurethane, PLA, polyvinyl chloride) and binders mostly used in painting, such as acrylics and vinyls in emulsion, selected with the four complementary colors; red-green, yellow-blue. The white and black, already tested in previous studies, show the greater resistance of black (G. De Cesare et al., 2014) compared to white, vulnerable with all wavelengths even to minimal fluences (De Cesare et al., 2013). All the surfaces were tested by irradiating them with lasers at different wavelengths, covering a wide range of wavelengths. More precisely, the mock-ups were treated with a KrF excimer laser (LAMBDA PHYSIK; pulse width of 30ns), emitting laser pulses in the ultraviolet (UV) at $\lambda=248$ nm, as well as with a QS Nd:YAG laser (LITRON TRLi Series; pulse width of 10ns) emitting pulses in the visible (VIS) and infrared (IR) at $\lambda=532$ nm and $\lambda=1064$ nm, respectively. To evaluate the laser energy risk threshold for each material, a series of laser cleaning tests were performed on the various mock-ups. The aim was to identify the maximum values of laser fluence, which represent the energy delivered per unit area that would ensure no damage to the material, maintaining in such way its integrity. The laser treated surfaces were initially evaluated using a Dino-Lite digital microscope under UV and VIS lighting.

In light of our experimental findings, there is a correlation between the absorbance of the selected plastics and their resistance to that type of laser wavelength. For highly absorbing materials this risk threshold is low, self-limiting conditions are not effective and thus damage may even occur at relatively low fluences, leading also to substrate material removal. On the other hand, for non-absorbing materials, which may not be affected by irradiation at high fluence values, the risk refers to the potential damage due to beam penetration through their bulk.

In our tests, we recorded variable results for the different plastic materials and paints which will be thoroughly discussed on the basis of their material properties and laser parameters, with a view to offer a foundation for further investigation and potential advancements in laser cleaning of contemporary artworks based on industrial materials.

Bibliografia

- [1] G. De Cesare, K. Melessanaki, P. Pouli, J. Domingues, F. Rosi, C. Miliani, and C. Fotakis, Extended Abstract - Laser Cleaning Applied to Contemporary Paintings: Optimization of Working Parameters, in Proceedings from the Cleaning 2010 International Conference Universidad Politécnic de Valencia and Museum Conservation Institute, Washington D.C. 2013, pp 237-238.
- [2] De Cesare G., Russo C., Melessanaki K., Pouli P., Lasers application for the cleaning of plastic supports, FUTURE TALKS 2015 Processes. The Making of Design and Modern Art Materials, Technologies and Conservation Strategies, Oct. 28 to 30, 2015 Pinakothek of Modern, Munich, Germany, pp. 181-187.
- [3] G.De Cesare, P. Iazurlo, P. Biocca, La pulitura laser di vernici sintetiche su una tavolozza acrilico-vinilica: rimozione/resistenza e alterazioni in Convegno APLAR5 - Città del Vaticano, 18-19 settembre 2014.
- [4] Zaccagnini E., De Cesare G., Pulitura laser su plastiche in lastra: Test di valutazione della soglia di rischio in Convegno APLAR7 - Venezia, 7-8 novembre 2019.

MOXY PROJECT: PULITURA DI MATERIALI DI INTERESSE ARTISTICO CON OSSIGENO ATOMICO

MOXY PROJECT: ATOMIC OXYGEN CLEANING OF CULTURAL HERITAGE MATERIALS

Silvia Pizzimenti⁽¹⁾, Alessia Andreotti⁽¹⁾, Ilaria Degano⁽¹⁾, Ilaria Bonaduce⁽¹⁾, Tomas Markevicius⁽²⁾, Anton Nikiforov⁽²⁾, Rino Morent⁽²⁾, Karen Leus⁽²⁾, Nina Olsson⁽³⁾, Jurate Markeviciene⁽³⁾, Agnieszka Suliga⁽⁴⁾, Gianluca Pastorelli⁽⁵⁾, Geert Van der Snickt⁽⁶⁾, Nan Yang⁽⁶⁾, Marta Cremonesi⁽⁶⁾, Klaas Jan van den Berg⁽⁷⁾, Emilie Froment⁽⁷⁾, Catarina Rocha Pires⁽⁷⁾, Dieuwertje Schrijvers⁽⁸⁾, Ana Sobota⁽⁹⁾, Michail Poupouzas⁽⁹⁾, Michaela Florescu⁽¹⁰⁾, Alison Norton⁽¹⁰⁾, Simas Šakirzanovas⁽¹¹⁾, Mindaugas Viliunas⁽¹¹⁾, Gediminas Morkvenas⁽¹¹⁾

¹Università di Pisa, ²Ghent University, ³ICOMOS Lithuania, ⁴European Space Agency ESA, ⁵National Gallery of Denmark,

⁶University of Antwerp, ⁷University of Amsterdam, ⁸WeLoop, ⁹Eindhoven University of Technology,

¹⁰Moderna Museet, ¹¹Kompiuterinis Procesų Valdymas

contatto: ilaria.bonaduce@unipi.it

Abstract

Il progetto MOXY [1], finanziato dall'UE, ha come principale obiettivo lo sviluppo di una metodologia di pulitura di materiali di interesse storico artistico, basata sull'ossigeno atomico (OA), generato da un plasma non termico a pressione atmosferica. L'ossigeno atomico viene impiegato per rimuovere contaminanti a base di carbonio, senza azione meccanica né uso di solventi sulla superficie dell'oggetto. Il principio di funzionamento di questo sistema di pulitura si basa sull'azione dell'ossigeno atomico, il quale reagisce rapidamente con contaminanti a base di carbonio, convertendoli principalmente in vapori di CO, CO₂ e H₂O [2,3]. A questo scopo, nelle prime fasi del progetto, è stato realizzato il primo prototipo che è in questo momento in fase di sperimentazione. Parametri operativi come la fluenza dell'OA, il flusso e il tempo di esposizione sono in fase di sperimentazione, al fine di massimizzare l'efficienza della pulitura, riducendo al massimo il potenziale impatto sul substrato. Al fine di supportare lo sviluppo del prototipo, una fase preliminare del progetto ha previsto uno studio di elicitazione, ancora in corso, che mira ad indagare le esigenze finali dei potenziali utenti tramite delle interviste semi-strutturate ad esperti del settore.

Un'ampia gamma di tecniche di analisi invasive e non saranno impiegate per valutare l'efficacia dell'OA nella rimozione dei contaminanti e per studiare gli effetti indotti nel breve e lungo termine sul substrato in seguito al trattamento con OA.

Nella fase preliminare della ricerca sono stati prodotti numerosi mock-up utilizzando una serie di materiali comunemente presenti nei beni culturali, come gesso, pietra calcarea, tela, carta, pittura acrilica e a olio e pastello. I campioni sono stati intenzionalmente sporcati con comuni contaminanti come fuliggine, vernice spray, inchiostro proveniente da penna a sfera, pennarelli e rossetto. I mock-up sono dunque esposti ad OA utilizzando il nuovo prototipo e la valutazione dell'efficacia della pulitura e dell'effetto dell'ossigeno atomico sul substrato sono in corso di valutazione con un vasto set di metodiche analitiche che comprende la colorimetria, FTIR-ATR, microscopia laser confocale (CLM), tecniche termoanalitiche e spettrometria di massa.

Abstract

The main objective of the EU-funded MOXY project [1] is to develop a methodology for cleaning cultural heritage materials, based on atomic oxygen (OA) generated by a nonthermal atmospheric plasma. Atomic oxygen is used to remove carbon-based contaminants without mechanical action or use of solvents on the surface of the object. The working principle of this cleaning system is based on the action of atomic oxygen, which reacts rapidly with carbon-based contaminants, converting them mainly into CO, CO₂ and H₂O vapors [2,3]. For this purpose, in the early stages of the project, the first prototype was made, which is currently being tested. Operational parameters such as OA fluence, flow rate, and

exposure time are being experimented with in order to maximize cleaning efficiency while minimizing the potential impact on the substrate. In order to support the development of the prototype, a preliminary phase of the project envisaged an elicitation study, which is still ongoing, aimed at investigating the ultimate needs of potential users through semi-structured interviews with experts in the field.

A wide range of invasive and non-invasive analytical techniques will be employed to evaluate the effectiveness of OA in removing contaminants and to study the short- and long-term induced effects on the substrate following OA treatment.

In the preliminary stage of the research, numerous mock-ups were produced using a variety of materials commonly found in cultural heritage, such as plaster, limestone, canvas, paper, acrylic and oil paint, and pastel. The samples were intentionally soiled with common contaminants such as soot, spray paint, ink from ballpoint pens, markers, and lipstick. The mock-ups are therefore being exposed to OA using the new prototype, and the evaluation of the effectiveness of cleaning and the effect of atomic oxygen on the substrate are being assessed with a broad set of analytical methodologies including colorimetry, FTIR-ATR, confocal laser microscopy (CLM), thermoanalytical techniques, and mass spectrometry.

Bibliografia

[1] Green Atmospheric Plasma Generated Monoatomic OXYgen Technology for Restoration of the Works of Art – Art – MOXY - 2022-2026.

Grant agreement ID: 101061336. <https://cordis.europa.eu/project/id/101061336>.

[2] Markevičius, T., N. Olsson, A. Nikiforov, G. Pastorelli, A. Suliga, I. Bonaduce, N. Yang, G. Van der Snickt, S. Pizzimenti, C. Pires, and K.J. van den Berg. 2023. Nascent oxygen innovation in art conservation: Cold atmospheric pressure plasma-generated monoatomic oxygen for the non-contact cleaning of works of art. In *Working Towards a Sustainable Past. ICOM-CC 20th Triennial Conference Preprints, Valencia, 18–22 September 2023*, ed. J. Bridgland. Paris: International Council of Museums.

[3] Banks, B., Rutledge, S., Karla, M., Norris, M., Real, W., Haytas, C. 1999. Use of an Atmospheric Atomic Oxygen Beam for Restoration of Defaced Paintings, in *Proceedings of the 12th Triennial ICOM-CC Meeting, 1999, NASA/TM-1999-20941*.

SR SCANNED REALITY: UN AMBIENTE DIGITALE PER IL DIALOGO TECNICO-UMANISTICO NEL RESTAURO

SR SCANNED REALITY: A DIGITAL ENVIRONMENT FOR THE TECHNICAL-HUMANISTIC DIALOGUE IN RESTORATION

Erminio Paolo Canevese¹

¹CEO Virtualgeo s.r.l., Sacile (PN), Italy - erminio.canevese@virtualgeo.it

Abstract

In questo contributo verranno presentati casi studio che illustrano l'applicazione di un "ambiente operativo" denominato SR Scanned Reality e le sperimentazioni di soluzioni digitali sviluppate, sia per la creazione di modelli digitali di grandi dimensioni con elevate accuratèzze millimetriche e sub-millimetriche, sia per facilitare l'interoperabilità tra le diverse figure professionali che agiscono nelle fasi del restauro.

Il concetto SR Scanned Reality vuole superare quello di Realtà Virtuale (VR) coniato nel 1989 da Jaron Lanier che lo definì come una simulazione informatica in cui gli individui possono interagire con ambienti artificiali o virtuali che riproducono l'esperienza della realtà fisica. Gli ambienti artificiali possono essere sia fisici che digitali, mentre gli ambienti virtuali non hanno una presenza fisica nel mondo reale, tranne che attraverso la realizzazione di plastici in scala o la costruzione di progetti in vari contesti.

Nel caso della Realtà Virtuale, si preferiscono spesso tecniche di modellazione come quelle volumetrica, solida, solida parametrica o basata su NURBS (Non-Uniform Rational B-Spline) per la loro velocità ed efficacia. Nella creazione di ambienti digitali da dati reali, come rilievi del mondo fisico, spesso si usano tecniche di modellazione a superfici per copie 3D accurate. Tuttavia, per gli edifici, le tecniche semplificate della Realtà Virtuale dominano ancora, nonostante siano passati oltre 50 anni dal primo modello 3D nel 1974 ("Sculpt" di Ivan Sutherland).

Inoltre, la definizione di Realtà Virtuale di Lanier non distingue tra ambienti digitali "semplificati" e quelli che riproducono rigorosamente la realtà con accuratèzze millimetriche e micron.

L'"ambiente operativo" che il concetto SR Scanned Reality introduce si propone di identificare e distinguere gli ambienti digitali artificiali, aprendo nuove prospettive e sfide nel campo del restauro e della conservazione dei Beni immobili e mobili.

Le strumentazioni di acquisizione della SR Scanned Reality variano a seconda degli oggetti da digitalizzare, inclusi sia quelli bidimensionali (come documenti, immagini e opere su carta) che tridimensionali (come oggetti o strutture fisiche).

Tali strumentazioni devono essere di elevata precisione al fine di certificare l'accuratèzza geometrica e cromatica.

Non va dimenticato che, mentre il modello 3D resta fondamentale, spesso molti esperti, per la specificità delle loro competenze e conoscenze, potrebbero non trarre vantaggio diretto da esso.

L'ambiente SR Scanned Reality presentato, al fine di sfruttare appieno l'innovazione tecnologica in modo tale di rendere le tecnologie realmente inclusive e non esclusive, genera database informativi e geometrici accurati e di facile utilizzo, promuovendo un approccio multidisciplinare e accessibile a tutti, ampliando la partecipazione di diverse figure professionali, sia di ambito tecnico che umanistico, in modo semplice e interoperabile.

Abstract

This contribution presents case studies illustrating the application of an operational environment called SR (Scanned Reality) and the experiments with digital solutions developed, both for the creation of large-scale digital models with high millimetric and sub-millimetric accuracy and to facilitate the collaboration of various professionals involved in restoration phases. SR (Scanned Reality) aims to go beyond Virtual Reality (VR) concept, coined in 1989 by Jaron Lanier, who defined it as a computer

simulation where individuals can interact with artificial or virtual environments that reproduce the experience of physical reality. Artificial environments can be either physical or digital, while virtual environments do not have a physical presence in the real world, except through the creation of scale models or the construction of projects in various contexts. In Virtual Reality, volumetric modeling techniques, solid modeling, parametric solid modeling, or NURBS (Non-Uniform Rational B-Spline) based techniques are more often used for speed and efficiency. In creating digital environments from real data, such as surveys of the physical world, surface modeling techniques are often used for accurate 3D copies. However, even after 50 years since the first 3D model in 1974 ("Sculpt" by Ivan Sutherland), simplified Virtual Reality techniques are still frequently used for buildings.

Furthermore, Lanier's definition of Virtual Reality does not distinguish between "simplified" digital environments and those that rigorously reproduce reality with millimetric and micron accuracies. The operation environment that SR introduces aims to identify and differentiate artificial-digital environments, opening new perspectives and challenges in the fields of restoration and conservation of immovable and movable assets. The acquisition tools of SR depend on the to-be-digitized objects, including two-dimensional ones like documents, images or works on paper and three-dimensional ones such as objects or physical structures. These instruments must be of high precision in order to certify geometric and chromatic accuracy. It must not be forgotten that, although the 3D model remains fundamental, many experts, given their specific skills and knowledge, may not directly benefit from it. In order to fully exploit technological innovation in such a way as to make technologies truly inclusive and not exclusive, the SR Scanned Reality environment presented generates accurate informational and geometric, easy to use databases. It promotes a multidisciplinary, fully accessible approach accessible to all, broadening the participation of various professional figures, both technical and humanistic, in a simple and interoperable manner.

VALUTAZIONI NEL LUNGO PERIODO TRA LA PULITURA LASER Nd:YAG QS CON QUELLA MICRO AERO ABRASIVO NEL RESTAURO SUGLI STEMMI ARALDICI IN NANTO DEL CORTILE ANTICO DEL PALAZZO DEL BO' NEL 1985

EVALUATIONS IN THE LONG RUN BETWEEN Nd:YAG QS LASER CLEANING WITH MICRO AERO ABRASIVE CLEANING IN THE RESTORATION ON THE HERALDIC COATS OF ARMS IN NANTO OF THE ANCIENT COURTYARD OF THE BO'S PALACE IN 1985

Giancarlo Calcagno¹, Sonia Cattazzo², Francesco Rizzi³, Roberta Giorio⁴

¹ Conservatore, Bassano del Grappa (VI), altechgc@gmail.com;

² Conservatore, CMR Lab, Vicenza, info@cmr-lab.it;

³ Geologo, CMR Lab, Vicenza, info@cmr-lab.it;

⁴ Fisico, CMR Lab, Vicenza, info@cmr-lab.it

Abstract

La pulitura o ablazione a mezzo laser ha ottenuto nel corso degli ultimi anni una sempre crescente affermazione e significativi miglioramenti, volti principalmente alla risoluzione dei depositi carboniosi del particellato rispettando la superficie storica originale, mantenendo la patina “antica” della pietra assumendo un pieno controllo dell’operatore in tutte le fasi. Si tratta dunque di considerare lo strumento laser (Nd:YAG QS, LQS e SFR) nella sua unicità rispetto ad altre forme di pulitura che, attraverso il fotone, possiede il “non contatto” e la capacità di “discriminazione”. Negli ultimi decenni si è dimostrata la capacità della tecnica di pulitura laser di controllare con grande precisione il processo di rimozione del materiale degradato e dei depositi: questo ha consentito di preservare le patine presenti, di rimuovere materiale all’interno di micro cavità, di ridurre la rugosità media delle superfici.

Questo articolo affronta il tema della durata nel tempo della qualità della pulitura ottenibile tramite tecnologia laser. In particolare viene valutato un intervento effettuato nel 1988 su incarico della Soprintendenza BAA del Veneto su alcuni stemmi araldici presenti su un lato del cortile antico del Palazzo del BO (Università di Padova): uno di questi fu pulito con un laser Nd:YAG fornito dal prof. J.F. Asmus, mentre tutti gli altri furono trattati con micro aerabrasivo di precisione. Una prima valutazione a posteriori è stata effettuata nel 1998 e presentata al II convegno Lacona a Liverpool. Sono state eseguite, su campioni prelevati di due stemmi, analisi Cross Section, osservazione microscopio elettronico SEM e indagine della rugosità media (Ra) delle superfici di entrambi. Ora a distanza di 35 anni dall’intervento è apparso opportuno rivalutare la bontà e l’efficacia della pulitura laser confrontandola con la durata di un intervento più “tradizionale”. Le domande cui si cerca di dare risposta in questo articolo sono le seguenti:

- 1. Dopo un periodo di 35 anni dall’intervento di pulitura Laser e micro aero abrasivo, come si presenta la superficie della pietra di Nanto?*
- 2. La rugosità della superficie e la patina sono il principale responsabile della conservazione a lungo termine di una superficie lapidea dopo aver subito il processo di pulitura?*

Per rispondere adeguatamente ai quesiti, si è proceduto con il controllo della superficie lapidea, rivalutando e confrontando le attuali evidenze analitiche con quanto ottenuto nella precedente campagna di studi del 1998, a distanza di 25 anni. Si è quindi ritenuto opportuno mantenere il protocollo analitico della precedente ricerca: Le indagini sono state eseguite mediante microscopia ottica, strumentazione FT/IR, EDAX, SEM e Cross-section.

I dati odierni, sembrano confermare, anche a lungo periodo, il miglior stato di conservazione delle superfici oggetto di pulitura con il laser rispetto a quelle trattate con il micro aero abrasivo. Si tratta di un raro caso di invecchiamento naturale, per un ampio lasso di tempo con esposizione all’aperto, analiticamente documentato, che ha permesso un confronto, su basi scientifiche, tra tecniche di pulitura differenti e tuttora in auge.

Abstract

Laser cleaning or ablation has gained increasing affirmation and significant improvements in recent years, aimed mainly at resolving particulate carbon deposits while respecting the original historic surface, maintaining the "ancient" patina of the stone by assuming full control of the operator at all stages. Therefore, it is a matter of considering the laser tool (Nd:YAG QS, LQS and SFR) in its uniqueness compared to other forms of cleaning, which, through the photon, possesses the "non-contact" and "discrimination" capability. In recent decades, the ability of the laser cleaning technique to control the process of removing degraded material and deposits with great precision has been demonstrated: this has made it possible to preserve the patinas present, to remove material within micro-cavities, and to reduce the average roughness of surfaces.

This article addresses the issue of the durability of the quality of cleaning obtainable through laser technology. In particular, an intervention carried out in 1988 on behalf of the BAA Superintendence of Veneto on some heraldic coats of arms on one side of the ancient courtyard of the BO Palace (University of Padua) is evaluated: one of them was cleaned with an Nd:YAG laser provided by Prof. J.F. Asmus, while all the others were treated with precision micro abrasives. A first retrospective evaluation was carried out in 1998 and presented at the II Lacona conference in Liverpool. Cross Section analysis, SEM electron microscope observation and investigation of the average roughness (Ra) of the surfaces of both coats of arms were performed on samples taken from two coats of arms. Now 35 years after the intervention, it seemed appropriate to reevaluate the goodness and effectiveness of laser cleaning by comparing it with the durability of a more "traditional" intervention. The questions sought to be answered in this article are as follows:

1. After a period of 35 years after the Laser and micro aero abrasive cleaning process, how does the surface of Nanto stone look?
2. Is the surface roughness and patina mainly responsible for the long-term preservation of a stone surface after undergoing the cleaning process?

In order to adequately answer the questions, the stone surface was checked by re-evaluating and comparing the current analytical evidence with what was obtained in the previous study campaign in 1998, 25 years later. Therefore, it was deemed appropriate to maintain the analytical protocol of the previous research: Investigations were carried out by light microscopy, FT/IR instrumentation, EDAX, SEM and Cross-section.

Today's data, seem to confirm, even in the long run, the better state of preservation of the surfaces subjected to laser cleaning than those treated with the micro aero abrasive. This is a rare case of natural aging, over an extensive period of time with outdoor exposure, analytically documented, which allowed a scientifically based comparison of different cleaning techniques that are still in vogue today.

Bibliografia

- J.F. Asmus, G. Calcagno, Performance of statue cleaning in Venice, AIC Conference, Boston 1978.
- G. Calcagno, Italian experience of laser cleaning on historical and artistic work, LACONA 1, Crete, Greece, 1997.
- G. Calcagno, Laser cleaning on stone, evaluation after 10 years after application, LACONA 2, Liverpool UK 1997.
- G. Calcagno, Laser cleaning of St. Stephen's Cathedral portal in Vienna, LACONA 3, Firenze 2000.
- G. Calcagno, Un'avventura iniziata a Venezia, APLAR 7, Venezia 2022.

RIMOZIONE STRATI SOVRAMMESSI NON ORIGINALI DA UN'OPERA IN GESSO DI GRANDI DIMENSIONI MEDIANTE LASER IN FIBRA ATTIVA 300W

REMOVAL OF NON-ORIGINAL COATINGS FROM A PLASTER STATUE WITH ACTIVE FIBER LASER 300W

Marina Polizzi¹, Francesca Zenucchini², Chiara Ricci³, Alessandro Segimiro⁴

¹ Conservator, graduated at Università degli Studi di Torino, 10124 Turin, Italy, marinapolizzi97@gmail.com;

² Conservator, CCR La Venaria Reale, 10078 Venaria Reale, Turin, Italy, francesca.zenucchini@ccrvenaria.it;

³ Conservation Scientist, CCR La Venaria Reale, 10078 Venaria Reale, Turin, Italy, chiara.ricci@ccrvenaria.it;

⁴ Conservator, Università degli Studi di Torino, 10124, Turin, Italy, alessandro.segimiro@unito.it

Abstract

Il presente elaborato presenta uno studio comparativo di metodi di pulitura effettuato durante il restauro dell'opera in gesso *Vergine Addolorata* realizzata dall'artista Salvatore Saponaro a metà del Novecento. L'opera è stata oggetto di un progetto di tesi di laurea magistrale in Conservazione e Restauro dei Beni Culturali presso l'Università di Torino (a.a. 2021/2022), in collaborazione con il Centro di Conservazione e Restauro La Venaria Reale.

La superficie dell'opera era interamente ricoperta da diversi strati sovrapposti non coevi alla sua esecuzione e che ne compromettevano il valore formale ed estetico. Questi strati sono stati investigati durante una campagna analitica attraverso l'utilizzo dell'XRF, della spettroscopia FTIR e mediante un'analisi stratigrafica, permettendo così di determinare la presenza di tre strati sovrapposti. Il primo, a contatto con la superficie, era un primer, il secondo una pittura ad olio dal colore giallo e l'ultimo una pittura alchidica grigia.

I test preliminari per la rimozione di questi strati sono stati realizzati su dei provini che simulavano la stratigrafia osservata sul manufatto. Sono stati sperimentati dei metodi di pulitura a solvente, tre differenti laser Nd:YAG (in modalità Q-Switch, Long Q-Switch e Short Free Running), un laser Er:YAG e il laser Yb in fibra attiva con il nucleo drogato 300W. Durante quei test, la metodologia laser e la pulitura a solvente sono stati confrontati e si è osservata loro diversa modalità di interazione con il substrato.

Dopo questa campagna investigativa il laser in fibra attiva Yb (Infinito 300W di El. En. Group) è stato selezionato, in quanto capace di rimuovere gli strati sovrapposti rispettando le caratteristiche morfologiche superficiali e la cromia del gesso. La pulitura è stata condotta modulando nei diversi momenti della lavorazione l'energia e la durata di impulso. Inoltre, la possibilità di variare la dimensione dello spot tra i 5 e i 70 mm e l'impostazione della frequenza a 40 kHz ha reso questo laser adatto alla pulitura di un'opera dall'ampia superficie.

L'osservazione al microscopio ottico e al microscopio digitale 3D e l'analisi stratigrafica in un'area di transizione sporco-pulito ha confermato l'efficacia del metodo di pulitura proposto. Inoltre, le misurazioni colorimetriche secondo lo spazio di colore CIE-L*a*b effettuate sull'opera prima e dopo la pulitura confermano che il gesso non abbia subito variazioni cromatiche in seguito alla pulitura.

Abstract

This paper presents the comparative study of cleaning methods carried out during the restoration of a nineteenth Century plaster statue "Vergine Addolorata" made by the artist Salvatore Saponaro.

The artwork has been the subject of a master degree thesis work in Conservation of Cultural Heritage at the University of Turin in agreement with the Centro di Conservazione e Restauro La Venaria Reale.

All over the surface of the statue there were multiple coatings non coeval with the execution of the art piece that compromised its formal and esthetic value. These coatings have been investigated with an analytic campaign using XRF and FTIR and through stratigraphy analysis; it was determined the presence of three layers: the first was a primer, the second a yellow oil painting and the last one, on the top of the surface, a grey alkyd paint.

Preliminary tests to remove these overlapping coatings were conducted on mock-ups that simulated the stratigraphy observed on the art work employing solvent based methods, three different Nd:YAG lasers (Q-Switch, Long Q-Switch and Short Free Running), an Er:YAG laser and the laser Yb doped core in active fiber 300W. During these tests, laser methodology and solvent based cleaning have been compared and the different ways of interaction with the substrate have been investigated.

After this investigation campaign the active fiber Yb laser (Infinito 300W of El. En. Group) was selected as the most appropriate cleaning method. The coatings were removed respecting the morphological and optical features of the plaster. The cleaning was carried out varying the energy and the impulse length, while selecting a spot size between 5 and 70 mm and a frequency of 40 kHz allowed a fast cleaning operation. The observation with optical microscope and 3D digital microscope and the stratigraphy in a clean/dirty transition area confirmed the effectiveness of the proposed approach. In addition, the colorimetric measurements carried out on the statue confirm that the plaster has not undergone any chromatic change.

Bibliografia

- M. Polizzi, *Restauro di un'opera in gesso frammentata e ridipinta di Salvatore Saponaro: pulitura, ricomposizione e nuova struttura per l'esposizione*, Tesi di Laurea Magistrale, Università degli Studi di Torino con Fondazione Centro di Conservazione e Restauro Venaria Reale, 2021-2022.
- C. Bigari, E.M. Costantini, A. Sansonetti, U. Santamaria, *Ceppo lombardo e granito di Baveno: confronto tra tre sistemi laser di pulitura per la rimozione di croste nere, ridipinture e residui di protettivi* in APLAR 7 Atti del Convegno Applicazioni Laser Nel Restauro, Firenze, 161-182, 2019.
- F. Margheri, S. Modi, L. Masotti, P. Mazzinghi, R. Pini, S. Siano, R. Salimbeni, *SMART CLEAN: a new laser system with improved emission characteristics and transmission through long optical fibres* in Journal of Cultural Heritage, 119-123, 2000.
- L. Pereira-Pardo, C. Korenberg, *The use of erbium lasers for the conservation of cultural heritage. A review*, Journal of Cultural Heritage 31, 236–247, 2018.
- S. Siano, *Principles of laser cleaning in conservation*, Handbook on the use of lasers in conservation and conservation science, vol. 26, 2007.
- A. Suzuki, C. Riminesi, B. Salvadori, S. Vettori, L. Bartoli, A. Zanini, *La rimozione delle scritte vandaliche: prove preliminari di pulitura di materiali lapidei con un laser in fibra attiva (Yb:YAG)* in APLAR 7, Atti del Convegno Applicazioni Laser Nel Restauro, Firenze, 2019.
- G. Zhu, Z. Xu, Y. Hin, X. Chen. L. Yang. J. Xu. D. Shan. Y. Chen. B. Guo, *Mechanism and application of laser cleaning: a review*, Optics and Lasers in Engineering, 157, n. 107130, 2022.

L'UTILIZZO DEL LASER PER LA RIMOZIONE DI MALTE CEMENTIZIE: IL CASO DEL CRATERE MARMOREO NEOATTICO DI PISA

THE USE OF LASER TO REMOVE CEMENTITIOUS MORTARS: THE CASE OF THE NEO-ATTIC MARBLE CRATER OF PISA

Ada Rovazzani¹, Rosanna Bevilacqua², Anton Sutter³

¹Restauratrice, Opera della Primaziale Pisana, Pisa, Italia, adarovazzani@hotmail.it;

²Restauratrice, Opera della Primaziale Pisana, Pisa, Italia, bevilacquarosanna@gmail.com;

³Restauratore, Opera della Primaziale Pisana, Pisa, Italia, arearestauro@opapisa.it

Abstract

L'oggetto di studio di questo contributo è il cratere marmoreo neoattico pisano, riusato nel medioevo presso il Duomo di Pisa, appartenente alla collezione archeologica dell'Opera della Primaziale Pisana.

Il manufatto presenta, nella fascia centrale, una raffinata decorazione a basso rilievo rappresentante il corteo dionisiaco diviso in due gruppi che procedono in direzione opposta; mentre la parte inferiore è caratterizzata da baccellature.

Attualmente il vaso poggia su un piedistallo moderno, sul cui margine inferiore un'iscrizione ricorda il suo trasferimento all'interno del Camposanto Monumentale di Pisa nel 1810.

Testimonianze dei diversi interventi a cui l'opera è stata sottoposta nel corso dei secoli sono la presenza di staffe in rame allettate in piombo, in corrispondenza delle fratture sulla superficie interna, impiegate come sistema di imperniaggio per assicurare il cratere, quest'ultimo caratterizzato da fratturazioni passanti localizzate su entrambe le facce; e la stesura di malta cementizia, colata grossolanamente nella superficie inferiore interna, che ha danneggiato l'opera sia dal punto di vista conservativo, impiegando materiali non compatibili a quelli costitutivi, sia estetico, obliterando la superficie originale interna.

La presenza di questa stesura spessa e tenace di malta cementizia ha spinto a ricercare metodologie operative, alternative a quelle tradizionali, per la rimozione della stessa. Considerando che metodi tradizionali di pulitura meccanica, come l'uso di strumentazione di precisione manuale o ad aria compressa, non avrebbero garantito la salvaguardia del substrato originale, si è valutato l'impiego della tecnologia laser per rimuovere lo strato deturpante nel rispetto della materia costitutiva.

A tale scopo sono stati condotti test di pulitura adottando due strumenti laser differenti: il laser Nd:YAG Thunder Art, in modalità QS, che tramite l'ablazione fotomeccanica ha consentito di ridurre la resistenza meccanica dello strato da rimuovere, e il laser Nd:YAG, EOS QS, in modalità SFR, attraverso il quale è stato possibile sfruttare l'azione fototermica dell'impulso per sollecitare il distacco del cemento dal substrato marmoreo e rifinire la pulitura in modo puntuale grazie alla piccola dimensione dello spot.

Il metodo operativo ha previsto l'uso combinato dei due laser che ha permesso di ottenere un livello di pulitura soddisfacente, garantendo una procedura selettiva e graduale nel totale rispetto della superficie originale.

Abstract

The subject of this paper is the Neo-Attic marble crater of Pisa, reused in the Cathedral of Pisa in the Middle Ages, which is part of the archaeological collection of the Opera della Primaziale Pisana.

The artefact presents, in the central band, a refined low-relief decoration representing the Dionysian procession divided into two groups proceeding in opposite directions; while the lower part is characterized by pods.

Today the vase is placed on a modern pedestal, on the lower edge of which there is an inscription commemorating the transfer of the vase to the Monumental Cemetery of Pisa in 1810.

Evidences of the various interventions to which the artwork has been subjected over the centuries are the presence of copper stirrups laced in lead, which correspond to the cracks on the inner surface, characterized by localized continuous cracks on both sides; and the application of coarse cement mortar

to the lower inner surface, which has damaged the vase both from a conservation point of view, using materials that are not compatible with the constituent materials, and from an aesthetic point of view, obliterating the original inner surface.

The presence of this thick and tenacious layer of cementitious mortar prompted the search for operative methods, alternative to traditional ones, for its removal. Considering that traditional mechanical cleaning methods, such as the use of precision manual or compressed air instruments, would not have guaranteed the preservation of the original substrate, the use of laser technology was evaluated to remove the disfiguring layer while respecting the constituent material.

For this purpose, cleaning tests were carried out using two different laser instruments: the Thunder Art Nd:YAG laser in QS mode, which reduced the mechanical resistance of the layer to be removed by photomechanical ablation, and the EOS QS Nd:YAG laser in SFR mode, which used the photothermal effect of the pulse to promote the detachment of the cement from the marble substrate and to complete the cleaning in a punctual manner thanks to the small size of the spot.

The operating method involved the combined use of the two lasers, which made it possible to obtain a satisfactory level of cleaning, guaranteeing a selective and gradual procedure with total respect for the original surface.



**PULITURA LASER CON INTERMEDIAZIONE DI GEL DI AGAR:
RESTAURO DI UN CALCO IN GESSO PROVENIENTE DALLA GIPSOTECA PROVINCIALE
DI BARI RAFFIGURANTE L'ARCHITRAVE FIGURATO DELLA CHIESA DI SAN
BENEDETTO A BRINDISI**

**LASER CLEANING WITH AGAR GEL INTERMEDIATION:
RESTORATION OF A PLASTER CAST FROM THE PROVINCIAL PLASTER GALLERY OF
BARI DEPICTING THE FIGURATIVE ARCHITRAVE OF THE CHURCH OF SAINT
BENEDICT IN BRINDISI**

Claudia Carpató¹, Maria Luisa De Toma², Francesco Barile³, Luigi Schiavulli⁴

¹ Restauratrice, Manfredonia, Italia, claudiacarpato@gmail.com;

² Docente professore a contratto, Corso di studi in Conservazione e Restauro dei beni culturali, Dipartimento di Scienze della Terra e Geoambientali, Università degli studi di Bari Aldo Moro, Italia, federiciana.re@gmail.com;

³ Ricercatore, Dipartimento Interateneo di Fisica "M. Merlin", Università degli studi di Bari Aldo Moro, Italia, francesco.barile@uniba.it;

⁴ Professore associato, Dipartimento Interateneo di Fisica "M. Merlin", Università degli studi di Bari Aldo Moro, Italia, luigi.schiavulli@uniba.it

Abstract

Il seguente lavoro, condotto nell'ambito di una tesi di Laurea Magistrale a Ciclo unico in Conservazione e Restauro dei Beni Culturali, ha come oggetto lo studio e l'intervento di restauro su un calco in gesso raffigurante l'architrave marmoreo della chiesa di San Benedetto a Brindisi. L'opera, conservata nei depositi del Castello Svevo di Bari, è stata realizzata nel 1911 dagli artisti Pasquale Duretti e Mario Sabatelli in occasione della Mostra Regionale ed Etnografica svoltasi a Roma per il cinquantenario dell'Unità d'Italia. Il calco in gesso, dopo la partecipazione all'Esposizione insieme ad altri 355 calchi raffiguranti altrettanti particolari dell'architettura pugliese, ha fatto ritorno a Bari, dove è stata appositamente istituita una Gipsoteca Provinciale nei locali a piano terra del Castello Svevo di Bari, in cui i calchi hanno trovato una degna disposizione e collocazione.

Il manufatto mostrava uno strato di deposito superficiale incoerente diffuso su tutta la superficie e in parte penetrato nel substrato. Accanto ad altre forme di degrado quali mancanze e abrasioni superficiali, sul calco erano presenti delle incrostazioni maggiormente individuabili alle estremità superiore e inferiore dello stesso.

L'elevata porosità e le deboli proprietà fisico-chimiche del gesso hanno comportato la necessità di un intervento di restauro che fosse il più rispettoso possibile della fragilità e delle problematiche suddette dei manufatti in gesso. È stato quindi deciso di sperimentare la tecnologia laser, così da agire in maniera selettiva e controllata nella rimozione dei materiali estranei alla superficie che alteravano la leggibilità del calco. A tale scopo sono stati impiegati due laser che utilizzano una sorgente Nd:YAG con la possibilità di variare l'energia dell'impulso, la frequenza di ripetizione dell'impulso e il diametro dello spot laser (modelli EOS 1000 SFR e EOS 1000 LQS prodotti dall'azienda italiana El. En. S.p.a. e caratterizzati da una lunghezza d'onda pari a 1064 nm). Accanto a questi, è stato altresì impiegato il laser Nd:YAG Thunder Art (azienda Quanta System), operante in modalità Q-Switch e utilizzato con lunghezza d'onda di 1064 nm. Tuttavia, la radiazione laser non ha operato sulla superficie asciutta, ma si è deciso di usare il gel di Agar, applicato fluido, come mezzo intermediario tra la superficie del manufatto e il fascio laser, così da contenere eventuali danni termici e meccanici e rendere la pulitura il più omogenea possibile. Per verificare l'efficacia del sistema laser-Agar, sono stati eseguiti numerosi saggi di pulitura sul calco, comparando i diversi parametri dei laser utilizzati e i diversi tempi di applicazione del gel fluido. I dati colorimetrici, acquisiti nel corso di due campagne effettuate prima e dopo l'intervento di pulitura, hanno permesso di verificare l'efficacia di una prova rispetto ad un'altra, consentendo in questo modo di realizzare un livello di pulitura il più omogeneo possibile rispettando al contempo la patinatura originale del calco in gesso.

Il lavoro svolto ha costituito un'efficace occasione per presentare e confermare l'importanza dell'integrazione di diversi sistemi di pulitura (gel fluido di Agar e laser) per raggiungere i risultati desiderati. La pulitura del calco in gesso con la strumentazione laser, supportata dall'applicazione del gel

fluido di Agar in grado di aderire perfettamente ai volumi, ha permesso di rimuovere selettivamente i depositi inglobati dalle porosità del gesso, con l'eventuale possibilità di modulare i parametri in base alle differenti aree da trattare.

Abstract

The following work, conducted as part of a Master's Degree thesis in Conservation and Restoration of Cultural Heritage, is about the study and the restoration on a plaster cast depicting the marble architrave of the church of Saint Benedict in Brindisi. The plaster cast, preserved in the depository of the Swabian Castle in Bari, was created in 1911 by the artists Pasquale Duretti and Mario Sabatelli in the occasion of the Regional and Ethnographic Exhibition occurred in Rome for the 50th anniversary of the Unification of Italy. The plaster cast, after the participation at the exhibition along with other 355 casts depicting as many details of Apulian architecture, has returned to Bari, where a Provincial Plaster Gallery has been especially established in the premises on the ground floor of the Swabian Castle of Bari, where the casts have found a worthy disposition and location.

The artifact showed an incoherent surface deposit layer spread over the entire surface and partially penetrated into the substrate. Along with other forms of degradation such as superficial abrasions, there were incrustations more identifiable at the upper and lower extremities of the plaster cast.

Due to the high porosity and the weak physical and chemical properties of the gypsum, it was necessary to do a restoration that was as respectful as possible of the fragility and the mentioned problems of plaster products. It was therefore decided to experiment the laser technology, so as to act in a selective and controlled way in the removal of extraneous materials to the surface that altered the readability of the plaster cast. For this purpose, two lasers using a Nd:YAG source were used, with the possibility of varying the pulse energy, pulse repetition frequency and laser spot diameter (models EOS 1000 SFR and EOS 1000 LQS produced by the Italian company El. En. S.p.a. and characterized by a wavelength of 1064 nm). In addition, the Nd:YAG Thunder Art laser (Quanta System), operating in Q-Switch mode and used with a wavelength of 1064 nm, was also used. However, the laser radiation did not operate on the dry surface, but it was decided to use the Agar gel, applied fluid, as an intermediary between the surface of the artifact and the laser beam, to contain any thermal and mechanical damage and to make the cleaning as homogeneous as possible. To verify the effectiveness of the laser-Agar system, numerous cleaning tests were carried out on the plaster cast, comparing the different parameters of the lasers used and the different times of application of the fluid gel. The colorimetric data, carried out before and after the cleaning operation, allowed to verify the effectiveness of the tests. In this way it is possible to achieve a level of cleanliness that is as homogeneous as possible while respecting the original patina of the plaster cast.

This work was an opportunity to present and confirm the importance of the integration of different cleaning systems (fluid gel of Agar and laser) to achieve the desired results. The cleaning of the plaster cast with the laser instrumentation, supported by the application of the fluid gel of Agar able to adhere perfectly to the volumes, allowed to selectively remove the deposits incorporated by the porosity of the gypsum, with the possibility of modulating the parameters according to the different areas to be treated.

Bibliografia

- M. Anzani, M. Berzioli, M. Cagna, E. Campani, A. Casoli, P. Cremonesi, M. Fratelli, A. Rabbolini, D. Riggiardi, *Gel rigidi di agar per il trattamento di pulitura di manufatti in gesso*, Quaderno n. 6 del Cesmar7, Il Prato, Saonara (PD), 2008.
- M. Anzani, L. Borgioli, A. Brunetto, A. Rabbolini, A. Sansonetti, J. Striova, *Sperimentazione di pulitura laser con intermediazione di gel di agar*, in A. Brunetto (a cura di), "APLAR 3. Applicazioni laser nel restauro. Atti del convegno. Bari 18-19 settembre 2010", Nardini Editore, Firenze, 2011, pp. 45-58.
- A. Brunetto, *L'utilizzo della strumentazione laser per la pulitura delle superfici nei manufatti artistici*, Il Prato, Saonara (PD), 2004.

APPLICAZIONI LASER A SANTA MARTA AL COLLEGIO ROMANO SU SUPERFICI DECORATE, DIPINTI MURALI, ANTICHI DISEGNI RINVENUTI SUGLI STUCCHI

LASER APPLICATIONS IN SANTA MARTA AL COLLEGIO ROMANO ON DECORATED SURFACES, WALL PAINTINGS, ANCIENT DESIGNS FOUND ON STUCCO

Carla Giovannone¹, Cecilia Balsi², Cecilia Guizzardi³, Eleonora Panella⁴

¹ Carla Giovannone, funzionario restauratore, ICR, Roma, Italia, carla.giovannone@cultura.gov.it;

² Cecilia Balsi, libero professionista, Roma, Italia, cecilia.balsi@gmail.com;

³ Cecilia Guizzardi, libero professionista, Roma, Italia, guizzardicecilia96@gmail.com;

⁴ Eleonora Panella, libero professionista, Roma, Italia, eleonorapanella@yahoo.it

Abstract

L'ICR dal 2018 sta restaurando le superfici decorate dell'interno della chiesa di Santa Marta al Collegio Romano, interventi che hanno preso le mosse dalla controfacciata e dalla volta della prima campata e stanno continuando nell'abside e nella terza campata. Obiettivo del progetto di restauro, condotto principalmente con cantieri didattici della SAF di Roma e di Matera e con completamenti di ditte esterne, è riportare alla luce la *facies* seicentesca della chiesa. Le sue decorazioni sono infatti obliterate da scialbature a calce, depositi stratificati e ridipinture, che alterano i corretti valori tonali tra i vari manufatti artistici che compongono il ricco apparato barocco di rilievi e statue in stucco bianco e dorato, dipinti murali ad affresco, decorazioni a tempera in finto stucco dorato. Tra le varie metodologie operative adottate, la fotoablazione laser si è mostrata una valida alternativa alla pulitura chimica per la risoluzione di problematiche particolari, come la pulitura degli stucchi dorati e degli schizzi di progetto a sanguigna e grafite, rinvenuti nell'intradosso dell'arco absidale nel corso del restauro. Questo ritrovamento è stato anche l'occasione per intraprendere una ricerca sull'efficacia del mentolo come protettivo temporaneo durante la fotoablazione laser.

Santa Marta ospita inoltre, nell'ambito del progetto *Restauro Aperto*, altre opere d'arte come gli affreschi di Domenichino staccati nel 1816 da Pietro Palmaroli dal Palazzetto Farnese ed ora conservati nella Sala delle Firme di Palazzo Farnese. In particolare, durante l'intervento sul secondo pannello dei tre raffigurante la *Morte di Adone* è stato impiegato il laser nella pulitura di un ampio rifacimento a tempera ottocentesco.

Il contributo video proposto presenta le caratteristiche richieste: breve durata (max 7-10 minuti); è originale; comprende uno o più casi studio e proposte di miglioramento applicativo.

Abstract

Since 2018, the ICR has been working on the decorated surfaces inside the church of Santa Marta al Collegio Romano. Restoration started from the counter-façade and the vault of the first bay and are now going on in the apse and in the third bay. The aim of the restoration project, carried out mainly as part of the SAF's training activity, with students from Rome and Matera, and with the aid of external restoration companies, is to bring to light the seventeenth-century *facies* of the church. Its decorations are in fact hidden by soiling, whitewash and overpaint, which alter the correct tonal values among the various artistic artefacts that make up the rich baroque apparatus of white and golden stucco reliefs and statues, frescoes, tempera decorations faking golden stucco. Among the many methodologies used during the intervention, laser photoablation has proven to be a valid alternative to chemical cleaning for the resolution of peculiar issues, such as the cleaning of the golden stucco and the sanguine and graphite sketches, found on the intrados of the apse arch during the restoration. This discovery was also the opportunity to undertake a research on the use of menthol as a temporary protectant during laser photoablation.

Santa Marta also hosts, as part of the *Restauro Aperto* project, other works of art such as Domenichino's frescoes detached in 1816 by Pietro Palmaroli and now preserved in the Hall of Signatures of Palazzo

Farnese. Particularly, during the restoration of the second panel of the three, depicting the Death of Adonis, laser cleaning was used to remove a big nineteenth-century tempera reconstruction.

The proposed video contribution has the required characteristics: short duration (max 7-10 minutes); it is original; includes one or more case studies and application improvement proposals.

Bibliografia

- L. Barucci, A. Brunetto, E. Cajano, G. Capriotti, M. Cardinali, T. Cavalieri, M. Demmelbauer, D. Luzi, C. Giovannone, D. Milani, E. Ozino Caligaris, P. Pastorello, E. Settimi, *Il recupero tramite sinergie laser di antiche iscrizioni e disegni sulle superfici a stucco della Galleria dei Carracci* in Atti del Convegno APLAR 6 Firenze 14-15 settembre 2017.
- C. Balsi, M. Bartolini, C. Giovannone: *L'utilizzo del mentolo e degli oli essenziali come alternative a prodotti tradizionali nel restauro del Sepolcreto della via Ostiense*, Atti del Convegno IGIIC "Lo stato dell'arte 20. Etica e Sostenibilità nella conservazione del patrimonio culturale", Campobasso il 13-15 ottobre 2022.
- F. Giacomini, C. Giovannone, E. Panella, *Pietro Palmaroli e il distacco degli affreschi di Domenichino del Palazzetto Farnese (1817)* in Atti Convegno IGIIC "Stacchi e Strappi di Dipinti Murali", Seconda Edizione, Milano il 24-25 novembre 2022.
- C. Giovannone, *Leonardo Retti a Roma: la decorazione in stucco di Santa Marta al Collegio Romano in collaborazione con Antonio Roncati.*, Atti Del Convegno Art & industry of stucco, Roma Istituto Svizzero, 3-4 febbraio 2022 (in corso di pubblicazione).

**UNA PULITURA CHIMICO-FISICA: SINERGIA TRA EMULSIONI E TECNOLOGIA LASER
NEL RECUPERO DI DUE RILIEVI IN TERRACOTTA ACROMA DI GIOVAN BATTISTA
FOGGINI E CARLO MARCELLINI**

**CHEMICAL-PHYSICAL CLEANING: SYNERGY BETWEEN EMULSIONS AND LASER
TECHNOLOGY IN THE RESTORATION OF TWO TERRACOTTA RELIEFS BY GIOVAN
BATTISTA FOGGINI AND CARLO MARCELLINI**

Shirin Afra¹, Chiara Fornari², Chiara Gabbriellini³

¹ Funzionaria restauratrice, Opificio delle Pietre Dure, Firenze, Italia, shirin.afra@cultura.gov.it;

² Funzionaria restauratrice, Opificio delle Pietre Dure, Firenze, Italia, chiara.fornari@cultura.gov.it;

³ Funzionaria restauratrice, Opificio delle Pietre Dure, Firenze, Italia, chiara.gabbriellini@cultura.gov.it

Abstract

L'intervento di restauro sui due rilievi in terracotta del Museo dell'Opificio delle Pietre Dure è stato programmato in occasione del cambiamento di collocazione delle opere all'interno delle sale espositive. Inizialmente la volontà del Settore di restauro dei materiali ceramici, plastici e vitrei era quella di operare un semplice riordino estetico che correggesse la disomogeneità superficiale dovuta ai viraggi cromatici degli interventi di restauro pregressi. Ad una più attenta osservazione però, l'iniziale manutenzione prevista è mutata nella necessità di effettuare una vera e propria pulitura per la rimozione di tutti i materiali applicati nel tempo e mai definitivamente rimossi dalla superficie e che, a causa del loro degrado, compromettevano la leggibilità della composizione.

Durante le prove di pulitura chimica sono state rimosse le ridipinture e lo spesso strato di cera che copriva le opere. Tuttavia, nelle aree pulite, la superficie appariva molto disomogenea, con zone aride in cui la terracotta era sbiancata e zone più scure, dove anche il solvente applicato non era riuscito ad agire.

Per questa ragione abbiamo realizzato dei nuovi test di pulitura: questa seconda metodologia applicata ha riguardato l'impiego del laser EOS 1000 LQS (Long Q-Switch 100 ns).

L'ablazione laser, applicata diversificando la durata dell'impulso, la fluensa e il diametro dello spot, ha consentito di intervenire laddove con il sistema chimico non si era ottenuto una pulitura uniforme, ma soprattutto dove si rischiava di danneggiare lo strato superficiale della terracotta fortemente inaridito dalla pulitura con emulsione. Tuttavia, sebbene la pulitura laser abbia dato ottimi risultati, ben più esaudienti della pulitura umida, la sola ablazione non era sufficiente a sublimare lo strato di cera e a garantire la restituzione della superficie originale nella sua uniformità cromatica.

Abbiamo quindi provato ad unire le due metodologie associando l'ablazione meccanica a un primo passaggio di emulsione.

La combinazione delle due metodologie ha dato risultati molto soddisfacenti: una prima pulitura chimica con emulsione *OinW* è riuscita ad ammorbidire lo spesso strato di cere applicate; la successiva pulitura laser si è dimostrata efficace e selettiva, rispettando l'integrità dello strato superficiale originale e rimuovendo i residui dei prodotti applicati negli anni che restituivano un aspetto disomogeneo alla composizione.

Abstract

The restoration on the two terracotta reliefs from the Opificio delle Pietre Dure Museum has been planned on the occasion of the change of location of the works within the exhibition rooms. Our desire was initially to carry out a simple aesthetic action that would correct the surface inhomogeneity due to the color changes of previous restoration interventions. On closer examination, however, the initial planned maintenance has changed in the need to carry out a real cleaning for the removal of all materials applied over time and never permanently removed from the surface and which, due to their degradation, impaired the legibility of the composition.

During the chemical cleaning tests, the over paintings and the thick layer of wax covering the works were removed. However, in the cleaned areas, the surface appeared very uneven, with arid areas where the terracotta was bleached and darker areas, where even the applied solvent had failed to act.

For this reason we have carried out new cleaning tests: this second method applied, concerned the use of the EOS 1000 LQS laser (Long Q-Switch 100 ns).

Laser ablation, applied by diversifying the pulse duration, the fluence and the diameter of the spot, allowed to intervene where the chemical system had not obtained a uniform cleaning and, above all, where there was a risk of damaging the surface layer of the terracotta strongly withered by emulsion cleaning.

However, although laser cleaning gave excellent results, much more exhaustive than wet cleaning, ablation alone was not sufficient to sublimate the wax layer and to ensure the return of the original surface in its chromatic uniformity. We then tried to combine the two methodologies associating mechanical ablation with an initial cleaning with emulsion.

The combination of the two methodologies gave very satisfactory results: a first chemical cleaning with *O in W* emulsion has managed to soften the thick layer of waxes applied; the subsequent laser cleaning has proved effective and selective, respecting the entirety of the original surface layer and removing residues of products applied over the years that return the composition a very patchy appearance.

Comitato Scientifico

Alessia Andreotti *SCIBEC-Università di Pisa*
Lorenzo Appolonia *Gruppo Italiano-IIC, Aosta*
Giorgio Bonsanti *MIC-MIUR insegnamento del Restauro, Firenze*
Anna Brunetto *Restauri Brunetto di Brunetto Anna, Vicenza*
Giancarlo Lanterna *già Opificio delle Pietre Dure, Firenze*
Barbara Mazzei *PCAS, Città del Vaticano*
Costanza Miliani *ISPC-CNR, Napoli*
Austin Nevin *The Courtauld Institute of Art, London*
Roberto Pini *IFAC-CNR, Firenze*
Paolo Salonia *ISPC-CNR, ICOMOS Italia, Roma*
Antonio Sansonetti *ISPC-CNR, Milano*
Ulderico Santamaria *Università della Tuscia, Viterbo*

Comitato Organizzativo

Alessia Andreotti *SCIBEC-Università di Pisa*
Anna Brunetto *Restauri Brunetto, Vicenza*
Roberto Fedele *Fondazione Ezio De Felice, Napoli*
Daniela Murphy Corella *Associazione Bastioni, Firenze*
Monica Martelli *Università Suor Orsola Benincasa, Napoli*
Barbara Mazzei *PCAS, Città del Vaticano*

Informazioni e contatti www.aplar.eu

Organizzato con il Patrocinio di



in collaborazione con



il contributo di

