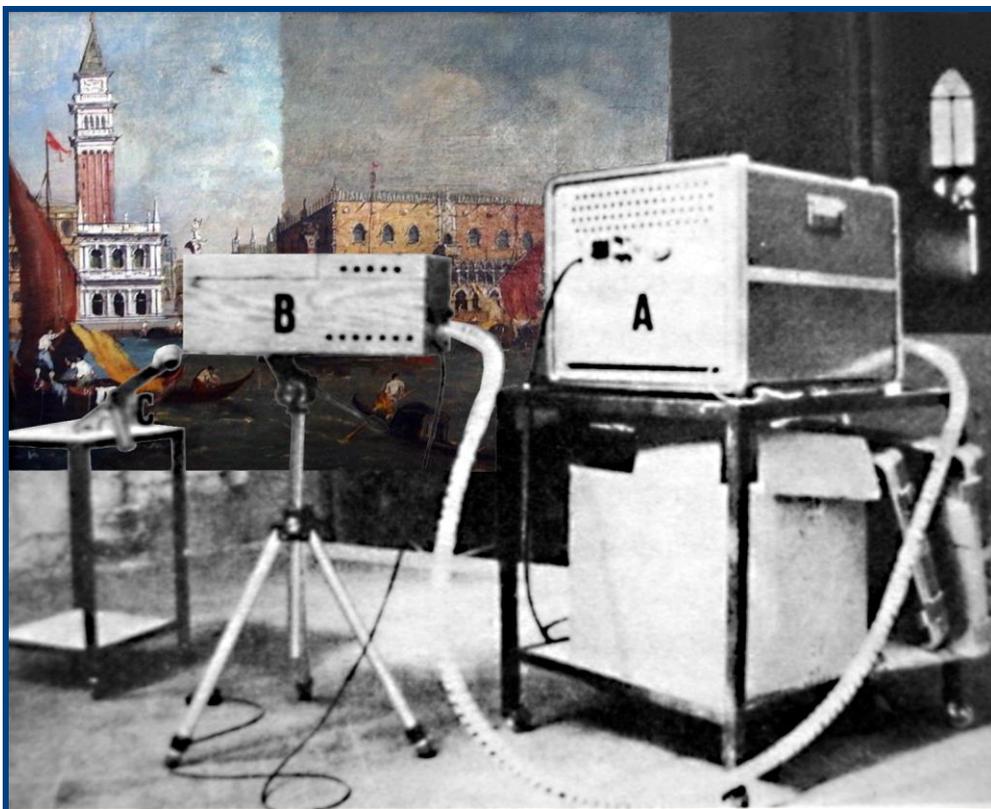


aplar

applicazioni laser nel restauro

ieri, oggi e domani

7



Venezia

Palazzo Ducale, 7-8 novembre 2019

BOOK ABSTRACTS

www.aplar.eu

Presentazione APLAR 7

La settima edizione del convegno biennale APLAR si tiene a Venezia, città che ha visto la prima applicazione di un laser nel restauro di un'opera d'arte.

Ben 47 anni ci dividono da quel primo tentativo di pulire la pietra con un'apparecchiatura tecnologica all'avanguardia: era il 1972, il secolo scorso, distante non solo dal punto di vista cronologico, ma anche dal tipo di approccio alle problematiche antiche del restauro, e dell'innovazione tecnologica.

I sei convegni precedenti hanno affinato progressivamente il taglio degli argomenti rotanti intorno al laser nella conservazione dei Beni Culturali, dalla scelta delle sorgenti, dei modi operativi, delle superfici da trattare e la combinazioni con altre tecniche tradizionali in un percorso parallelo dove si possono toccare con mano, non tanto gli sviluppi della tecnologia dei laser, di per sé evidenti, ma soprattutto della mentalità del mondo del restauro che ha già metabolizzato il laser come strumento non più extra-ordinario. Come conviene alle saghe famose ed ai cicli fantastici del cinema spettacolare, anche APLAR vuole presentare un "prequel" di questi 12 anni di incontri, riandando a ripercorrere con la memoria il relativamente recente cammino del laser nella conservazione.

Questo settimo appuntamento ha quindi l'ambizione di misurare il tempo trascorso e riassumere le metodologie intercorse da quell'epoca fino ad oggi attraverso l'incontro con i protagonisti di allora, i precursori, i loro continuatori, le scuole di ricerca e di pensiero, i fatti e le opere che sono state trattate e studiate da allora fino ad oggi.

Anche per questa occasione il convegno prende vita grazie al patrocinio di numerosi enti di tutela, istituti di ricerca e conservazione ed al generoso contributo di imprese di restauro e di produzione di dispositivi laser, ed è significativo che proprio la città lagunare, che è stata la culla dell'uso del laser nel restauro, ospiti la manifestazione nella magnificenza del Palazzo Ducale.

APLAR 7 Presentation

The seventh edition of the APLAR biennial conference is held in Venice, a city that witnessed the first application of a laser in the restoration of a work of art.

A good 47 years separate us from that first attempt to clean the stone with cutting-edge technological equipment: it was 1972, the last century, distant not only from the chronological point of view but also from the type of approach to restoration.

The six previous conferences have progressively refined the topics around the laser in conservation, from the choice of the sources, to the operating modes, from the surfaces to be treated to the combination with other traditional techniques, in a parallel path where not only the developments of laser technology are evident but above all a great improvement has been done in the mentality of the world of restoration that has now metabolized the laser as a tool no longer extra-ordinary. As in famous cinema sagas, APLAR also wants to present a "prequel" of these 12 years of meetings, going back with the memory and the facts to retrace the relatively recent path of laser in conservation.

Therefore, this seventh edition has the ambition to measure the time elapsed and summarize the methodologies through the meeting with the protagonists of that time, the precursors, their continuators, the schools of research and thought, the topics and the works of art that have been treated and studied since then until today.

Also for this occasion the conference comes to life thanks to the patronage of numerous foundations, research and conservation institutes and to the subventions of restoration companies and manufacturers of laser devices. It is significant that Venice, the lagoon city, which was the cradle of the use of the laser in the restoration, guests the event in the magnificence of the Doge's Palace.



PROGRAMMA CONVEGNO APLAR 7

Venezia, Palazzo Ducale, 7-8 Novembre 2019

GIOVEDÌ 7 NOVEMBRE

9.15 ACCOGLIENZA e REGISTRAZIONE

SALUTI e INTRODUZIONE

10.00 Emanuela Carpani, *Soprintendente SABAP per Venezia e Laguna*

- Gabriella Belli, *Direttore Fondazione Musei Civici, Venezia*

- Anna Brunetto, *Ideatrice Convegno APLAR*

PRIMA SESSIONE – Moderatori: Giorgio Bonsanti e Barbara Mazzei

10.30 *47 years of use of lasers in Cultural Heritage preservation.*

John F. Asmus, University of California, San Diego, UCSD, La Jolla, USA

Vadim Parfenov, University of Saint-Petersburg, Russia

11.00 *Esperienze di pulitura e archeometria su marmi antichi mediante laser.*

Lorenzo Lazzarini, LAMA – Iuav, Venezia

11.30 *Un'avventura iniziata a Venezia.*

Giancarlo Calcagno, Altech Srl, Vicenza

11.55 *Palladio: the first ever laser for restoration designed and made in Italy.*

Antonio Raspa, Quanta System S.p.A., Milano

12.15 *Review of the bright '90s with the full development of laser cleaning in conservation.*

Renzo Salimbeni, IFAC-CNR, Firenze

12.45 *From the past to the future: Er:YAG laser cleaning of paintings*

Adele De Cruz, Museum of Natural History of New York

Maria Perla Colombini, SCIBEC-Università di Pisa

13.15 *Er:YAG Laser in Artworks Conservation.*

Ed Teppo, Montana (USA)

13.40 – 15.00 PAUSA

SECONDA SESSIONE – Moderatori: Lorenzo Appolonia e Paolo Salonia

15.00 *Note tecniche sull'impiego del laser negli interventi conservativi su materiali lapidei e superfici decorate dell'architettura: un percorso metodologico durato 25 anni.*

Luciana Festa, Carla Giovannone

15.25 *Storia delle esperienze laser all'Opificio delle Pietre Dure di Firenze: applicazioni, ricerca e creatività.*

Giancarlo Lanterna

15.50 *Laser cleaning at the British Museum: a retrospective.*

Capucine Korenberg, Michelle Hercules, Tracey Sweek, Lucia Pereira-Pardo, Lucia Melita

16.15 *Restauro con laser nei Balcani: dall'antico al moderno.*

Joakim Striber

16.40 *Fotonica e conservazione: stato dell'arte e prospettive.*

Salvatore Siano

17.05 *Sicurezza laser: Norme di riferimento e obblighi per l'utilizzo da parte dell'operatore.*

Laura Bartoli

17.20 *Adamo, Eva e Marte: LQS e la pulitura di tre statue rinascimentali a Venezia.*

Jonathan Hoyte

VISITA GUIDATA

17.40 Visita guidata alle sculture Adamo, Eva e Marte conservate nella Sala dello Scrutinio di Palazzo Ducale.

VENERDÌ, 8 NOVEMBRE

TERZA SESSIONE – Moderatore: Roberto Pini

9.00 *Applicazioni di tre sistemi laser di pulitura a confronto, per la rimozione di croste nere, ridipinture e residui di protettivi, sul ceppo lombardo disgregato e sul granito di Baveno.*

Cristiana Bigari, Enzo Medardo Costantini, Antonio Sansonetti, Ulderico Santamaria

9.20 *Applicazioni avanzate del laser in fibra per la pulitura di un sarcofago del Museo Pio Cristiano dei Musei Vaticani.*

Maria Gigliola Patrizi, Ulderico Santamaria, Fabio Morresi, Umberto Utro, Alessandro Vella, Fabio Castro, Tiziana Pasciuto

9.40 *Applicazioni laser su superfici lapidee di grandi dimensioni: tempi di applicazione e risultati a confronto.*

Francesca Zenucchini, Marie Claire Canepa, Roberta Coco, Anna Piccirillo, Michela Cardinali, Paola Manchinu

10.00 *La rimozione delle scritte vandaliche: prove preliminari di pulitura di materiali lapidei con un laser in fibra attiva (Yb:YAG).*

Amelia Suzuki, Cristiano Riminesi, Barbara Salvadori, Silvia Vettori, Laura Bartoli, Alessandro Zanini

10.20 *Rimozione selettiva di biodeteriogeni da un manufatto in arenaria con laser Er:YAG (λ 2940 nm).*

Francesca Gervasio, Lea Ghedin, Enrica Matteucci, Marco Nervo, Rosanna Piervittori, Francesca Zenucchini

10.40 *Pulitura laser di marmi con policromie e dorature: il caso del Dossale d'altare della Cattedrale di Orte (VT).*

Giorgia Galanti, Daria Montemaggiori, Simona Pannuzi

11.00 – 11.30 PAUSA

QUARTA SESSIONE – Moderatore Giancarlo Lanterna

11.30 *New technique of removing “gold” bronze from gold leaf on icon.*

Joakim Striber, Jelena Delfar Uzelac, Vanja Jovanović

11.50 *Pulitura laser del bronzo non dorato conservato in interno: un approccio innovativo per la messa a punto dei parametri operativi e tecnica di applicazione ad immersione.*

Antonio Mignemi, Veronica Collina, Nicola Ricotta, Laura Speranza, Stefania Agnoletti, Andrea Cagnini, Simone Porcinai, Monica Galeotti

12.10 *Valutazione di differenti strumentazioni laser per la rimozione di scialbo da una stesura in blu di smalto del dipinto murale del San Rocco a Ponte Capriasca (Svizzera).*

Francesco M. Wiesner, Maria Rosa Lanfranchi, Anna Brunetto, Claudia Daffara

12.30 *Il descialbo laser della pittura murale cinquecentesca raffigurante San Rocco a Ponte Capriasca (Svizzera).*

Greta Acquistapace, Anna De Stefano, Francesco M. Wiesner

12.50 *Il descialbo delle pitture murali di epoca carolingia tramite ablazione laser. Il caso dell'abside centrale del Monastero di Müstair (Svizzera).*

Alberto Felici, Francesca Reichlin, Marco Raffaelli, Jana Striova, Raffaella Fontana, Patrick Cassitti, Marta Caroselli, Valentina Trafeli, Alessandro Zanini, Cristiano Riminesi

13.10 – 14.40 PAUSA

QUINTA SESSIONE - Moderatore: Alessia Andreotti

14.40 *Varnish removal from Easel paintings with YAG lasers.*

Maxime Lopez, Xueshi Bai, Stéphane Serfaty, Nicolas Wilkie-Chancellor, Michel Menu, Vincent Detalle

15.00 *Applicazione della radiazione laser a diversa lunghezza d'onda per la pulitura delle campiture di azzurrite a tempera.*

Giulia Cappelloni, Gloria Tranquilli, Francesca Fumelli, Annamaria Giovagnoli, Gianfranco Priori, Fabio Aramini, Lucia Conti, Fabio Talarico, Giulia Germinario

15.20 *Applicazione laser Er:YAG su superficie di grande dimensione. La pulitura di un'opera del Tintoretto.*

Anna Brunetto, Giulio Bono, Amalia Basso, Alessandro Longega, Fabio Frezzato, Claudia Daffara

15.40 *Pannelli cinesi Coromandel (tecnica Kuan Cai): approcci di pulitura specifici basati sullo studio delle diverse campiture di colore.*

Francesca Zenucchini, Valentina Tasso, Paola Croveri, Roberta Iannaccone, Michela Cardinali, Paola Manchinu

16.00 *Il caso del mantello cerimoniale Tupinambá.*

Daniele Ciofini, Guia Rossignoli, Isetta Tosini, Giancarlo Lanterna, Salvatore Siano

16.20 *Applicazioni laser su opere contemporanee monocrome: successi e insuccessi.*

Luisa Mensi

16.40 *Pulitura laser su plastiche in lastra: test di valutazione della soglia di rischio.*

Elena Zaccagnini, Grazia De Cesare

17.00 / 18.00 TAVOLA ROTONDA e DIBATTITO – Moderatori: Giorgio Bonsanti e Paolo Salonia

Il domani della tecnologia laser correlata alla diagnostica: l'ottimizzazione e l'applicazione dei parametri tecnici.

The future of laser technology related to diagnostics: optimization and application of instrumental parameters.

Intervengono:

Lorenzo Appolonia, Vincent Detalle, Barbara Mazzei, Roberto Pini, Stefano Volpin, Alessandro Zanini

Abstracts

**NOTE TECNICHE SULL'IMPIEGO DEL LASER NEGLI INTERVENTI CONSERVATIVI SU MATERIALI LAPIDEI E SUPERFICI DECORATE DELL'ARCHITETTURA:
UN PERCORSO METODOLOGICO DURATO 25 ANNI**

Luciana Festa¹, Carla Giovannone²

¹Restauratore, Istituto Superiore per la Conservazione ed il Restauro, Roma, luciana.festa@beniculturali.it

² Restauratore, Istituto Superiore per la Conservazione ed il Restauro, Roma, carla.giovannone@beniculturali.it

La comunicazione si propone di ripercorrere idealmente l'evoluzione dell'uso del LASER negli ultimi 25 anni presso l'ICR di allora e l'odierno ISCR negli interventi di restauro su materiali lapidei e superfici decorate dell'architettura.

Da un lavoro presentato proprio a Venezia nel 1994 in cui ancora si proponevano “*metodologie standardizzate per il controllo degli effetti della pulitura LASER su superfici lapidee*” da un gruppo interdisciplinare di lavoro, si passa all'uso intensivo della fotoablazione nel grande cantiere della Torre di Pisa (2003-2009), di cui l'ISCR ha curato progetto e direzione dei lavori, fino agli anni recenti in cui il LASER è ormai divenuto consueto strumento di lavoro dei restauratori per la pulitura di materiali lapidei naturali ed artificiali, come stucchi e superfici decorate dell'architettura.

L'approccio metodologico è stato sempre incentrato sullo studio preliminare dei prodotti di alterazione e dei materiali costitutivi, sul confronto degli esiti di altre metodologie di pulitura meccanica e chimica, ma le soluzioni tecnologiche oggi a nostra disposizione consentono la risoluzione di problematiche conservative sempre più complesse, anche con l'uso di sistemi di pulitura integrati.

Dalle prime sperimentazioni la tecnologia ha avuto uno sviluppo enorme sia nella quantità e qualità delle sorgenti impiegate che nella progettazione e realizzazione dei dispositivi, che da ingombranti strumentazioni impiegabili solo in laboratorio come erano quelle di 25 anni fa, sono divenute trasportabili e facilmente utilizzabili anche nei cantieri di restauro. Verranno mostrati alcuni lavori recenti dell'ISCR che hanno visto l'impiego della fotoablazione sia nei laboratori, come per l'intervento sui busti lapidei di Palmira, o le transenne in stucco gessoso e selenite di Santa Sabina, che in alcuni cantieri romani, come quello sulle superfici decorate dell'arco borrominiano di palazzo Carpegna, della facciata di Santa Pudenziana e della cappella di San Pietro nella stessa basilica.

M. S. D'Urbano, C. Giovannone, P. Governale, A. Pandolfi, U. Santamaria, *La pulitura LASER di superfici lapidee: messa a punto di una metodologia standardizzata per il controllo degli effetti*, in “Materiali lapidei e monumenti: metodologie per l'analisi del degrado e la conservazione”. Atti del III Simposio Internazionale sulla Conservazione dei Monumenti nel Bacino Mediterraneo, Venezia 22-25 giugno 1994.

B. Adembri, S. Gizzi, C. Giovannone, *Problemi storici e di conservazione degli stucchi romani del cosiddetto Tempio della Sibilla sull'acropoli di Tivoli*, in “Lo Stucco. Cultura, tecnologia, conoscenza”. Atti del Convegno di Studi, Bressanone 10-13 luglio 2001.

F. Aramini, P. Biocca, A. Brunetto, L. Conti, C. Giovannone, V. Massa, S. Pannuzi, G. Sidoti, *Effetti della radiazione laser su transenne in stucco gessoso e selenite dalla basilica di Santa Sabina in Roma*, APLAR 5, Atti del Convegno di Studi, Città del Vaticano, 18-19 settembre 2014.

L. Barucci, A. Brunetto, E. Cajano, G. Capriotti, M. Cardinali, T. Cavaliere, M. Demmelbauer, D. Luzi, C. Giovannone, D. Milani, E. Ozino Caligaris, P. Pastorello, E. Settini *Il recupero tramite sinergie laser di antiche iscrizioni e disegni sulle superfici a stucco della Galleria dei Carracci*, in Atti APLAR 6, Firenze 14-15 settembre 2017.

STORIA DELLE ESPERIENZE LASER ALL'OPIFICIO DELLE PIETRE DURE DI FIRENZE: APPLICAZIONI, RICERCA E CREATIVITÀ

Giancarlo Lanterna¹

¹Chimico, *Laboratorio Scientifico, MiBACT Opificio delle Pietre dure e Laboratori di restauro Firenze (IT)*,

giancarlo.lanterna@beniculturali.it

Nell'Opificio delle Pietre Dure la storia dei Laser per il restauro comincia alla metà degli anni '90 del secolo scorso, una storia improntata più alla prudenza piuttosto che all'entusiasmo, ma nel corso dei vari capitoli e delle varie sperimentazioni applicative si è manifestata una nuova, potente e risolutiva tecnica asservita alla pratica conservativa. I ricordi affondano alle primissime dimostrazioni di operatori esterni riguardanti la pulitura di croste nere sui marmi, poi, grazie alla fortunatissima copresenza a Firenze del centro del CNR di Elettronica Quantistica (CNR-IEQ) e della ditta El.En, è iniziato un vero e proprio cammino dell'OPD in mezzo all'evoluzione dei sistemi laser: dai prototipi ad eccimeri prima, alle apparecchiature Nd:YAG fino all'Er:YAG ed ai successivi modelli a più armoniche. Proprio la stretta vicinanza geografica e lo scambio di idee su esigenze e condizioni operative proprie della pratica del restauro da una parte, e ricerca, affinamento, ergonomia e pronte ingegnerizzazioni dall'altra, sono sfociate in apparecchiature confacenti le necessità dei restauratori e le esigenze di salvaguardia e sicurezza per le opere d'arte. Moltissime applicazioni dei laser al di fuori del restauro architettonico sono state portate avanti insieme all'Opificio, fra queste si possono ricordare la stazione di saldatura Nd:YAG con la quale è cambiato radicalmente il modo di restaurare e ricostruire parti di oreficeria; poi le esperienze sul trattamento superficiale dei marmi delle grandi sculture rinascimentali; ancora le prime sperimentazioni con i Laser Er:YAG sulle superfici dipinte, alla ricerca del punto di equilibrio tra sicurezza ed efficacia su un insieme di materiali e di situazioni tra le più varie (pigmenti, leganti, stratificazioni, stato di conservazione, prodotti e fenomeni di alterazione); le applicazioni sulla pulitura dei metalli, principalmente dei grandi bronzi dorati fiorentini, dove la tecnologia laser ha soppiantato i precedenti metodi chimici di pulitura e talvolta collegata a delle vere e proprie espressioni di estro e creatività dei restauratori (verificate sempre e comunque dopo controlli rigorosi); e ancora i laser nei complessi problemi legati alla pulitura della superficie della pittura murale (scialbature, polimeri utilizzati nel restauro); infine le recenti applicazioni degli effetti collaterali dell'interazione tra radiazione laser e lo sporco tenacemente annidato nelle delicate strutture delle piume di costumi etnici. I risultati delle esperienze sono stati condivisi a livello nazionale e internazionale, a cominciare dal congresso LACONA II (Liverpool 1996) in poi, nelle pagine del Bollettino OPD e in quelle delle più prestigiose riviste scientifiche del settore e negli atti dei convegni. Mi preme sottolineare comunque l'atteggiamento dell'OPD che ha sempre messo al centro le problematiche della conservazione, trovando il baricentro tra la scrupolosità del giudizio storico-artistico, la concretezza delle fasi tecniche di intervento materiale e il rigore di un'osservazione scientifica imparziale. Oggi abbiamo esplorato, o almeno preso in esame, praticamente tutte le tipologie e i materiali dell'arte: sono disponibili un parco di apparecchiature molto vasto che spazia dalle sorgenti alle frequenze di emissione, dalla durata degli impulsi ai dispositivi di distribuzione delle radiazioni e ai manipoli appositamente creati per un utilizzo naturale da parte delle mani dei restauratori; però non si esaurisce certo la spinta alla ricerca, all'impegno e all'approfondimento, per cui l'augurio è che ci sia un'edizione di APLAR numero 14 che ci illustri ancora i numerosi successi di applicazioni laser nel restauro.

LASER CLEANING AT THE BRITISH MUSEUM: A RETROSPECTIVE

Capucine Korenberg, Michelle Hercules, Tracey Sweek, Lucia Pereira-Pardo, Lucia Melita

The British Museum, London, United-Kingdom
E-mail contact: ckorenberg@britishmuseum.org

Laser cleaning was first trialled at the British Museum in 2003 when the Enlightenment Gallery was going through a major refurbishment to mark the 250th anniversary of the Museum. Two marble statues were to stand prominently in the new gallery, but were covered by a dark grey layer that had proved impossible to remove using conventional methods in a previous conservation campaign in 1992. In an attempt to clean them, the decision was made to hire an Nd:YAG laser. The results were very impressive and the Museum acquired an Nd:YAG laser two years later.

With this new tool at their disposal, conservators cleaned several statues and objects made of marble, sandstone and ceramic. Among these, the marble statue ‘Europa and the Bull’ proved particularly challenging to clean due to the presence of an unsightly dark yellow-orange layer uncovered by laser cleaning. Pyrolysis gas chromatography mass spectrometry (Py-GC/MS) measurements indicated that the yellow-orange discolouration might be caused by sulphur-containing organic compounds, possibly derived from coal dust. As this layer was determined not to be original, it was removed through poulticing.

In parallel to laser conservation interventions, research was conducted in 2005-2011 to investigate whether the Nd:YAG laser could be used on other materials such as archaeological copper coins, historical iron, archaeological bone and ancient Egyptian coffins. These research projects highlighted it was essential for scientists and conservators to work closely together to fully understand the conservation issues, conduct systematic laser-cleaning experiments and assess the outcomes of laser cleaning. While promising results were obtained on some of the materials, the intensity in the Nd:YAG laser beam was not entirely homogeneous and ‘hot spots’ were present. These hot spots resulted in micromelting on metals and burning on painted surfaces. Consequently, laser cleaning remained confined to stone and ceramic objects.

In 2016 funding was secured for a three-year postdoctoral research project to explore the potential applications of the Er:YAG laser. This laser is very different from the Nd:YAG laser and successful results were obtained for the removal of corrosion, soot, varnishes, adhesives, biological growth and overpaints from a range of substrates. As there are now more types of objects that can be successfully laser cleaned, laser cleaning has become increasingly established as a conservation tool at the British Museum: many conservators are now trained in laser cleaning and turn to laser cleaning when conventional conservation methods fail.

Future work will explore the use of the Er:YAG laser on more materials, but also re-assess the suitability of the Nd:YAG laser on a range of materials, ranging from metals to paper as a beam homogeniser has recently been donated for our Nd:YAG laser to remove the hot spots.

Acknowledgements: We are grateful to Anne and Ed Teppo for their generous support with the purchase of the Nd:YAG laser, their donation of the Er:YAG laser and for designing and donating a beam homogeniser for our Nd:YAG laser. We thank the Mellon foundation for funding the three year postdoctoral project.

RESTAURO CON LASER NEI BALCANI: DALL'ANTICO AL MODERNO

Joakim Striber¹

¹*Professore associato, Alfa BK Università, Belgrado, Serbia, joakim.striber@alfa.edu.rs*

Studiavo Fisica a Novi Sad, ma ero piuttosto attratto alle cose teoretiche.

Quando è cominciata la mia avventura con il laser mi sono ricordato che avevamo 1–2 lezioni sul laser nel corso di fisica, ma io non ho capito niente di queste lezioni. Allora non potevo immaginare che invece il laser avrebbe avuto il posto centrale nella mia vita da scienziato. Il dottorato che ho svolto a Bucharest comprendeva: LIBS (Laser Induced Breakdown Spectroscopy), LIF (Laser Induced Spectroscopy) e la pulitura laser, tutto applicato sugli oggetti per i beni culturali.

Così, per le varie circostanze, che neanche avevano a che fare con la scienza, nel 2000 ho ricevuto un'offerta di lavoro all'INOE 2000 (Istituto Nazionale di Otto-Elettronica 2000) a Bucharest, in un dipartimento che sviluppava le applicazioni laser nel campo del restauro. All'inizio mi aiutava la mia passione per la fisica teoretica, perchè così ho capito cosa è e come funziona il laser, ed anche l'interazione della radiazione laser con la materia. Ma subito dopo si è iniziato con le sperimentazioni. In pratica, il mio crescere nelle conoscenze ed applicazioni laser da una parte e lo sviluppo delle applicazioni laser in restauro in Romania dall'altra, erano in un rapporto dialettico: uno sosteneva l'altro. Già nel 2007, in laboratorio avevamo 6 laser: 3 per la pulitura, 2 per LIBS e 1 per LIF.

Il primo laser con il quale facevo i primi esperimenti era il così detto *Micro laser* – laser: laser che era messo su un microscopio e che permetteva di fare la pulitura sulle piccole superfici, ed era progettato per puliture molto precise. Fascio laser multi modale, che però il microscopio riuniva in un punto focalizzato. Con questo laser si lavorava sui materiali cartacei e sui metalli, tutti oggetti piccoli.

Nel 2004, il nostro dipartimento ha acquistato il sistema laser *Raffaello*. Chi si ricorda, sa che di fronte a - per esempio *Thunder Art* e/o *Thunder Compact*- questo è un gigante, fatto di tre pezzi, ogni pezzo pesava circa 80 kg. Ma allora a noi sembrava una cosa molto agevole. Con questo tipo di laser abbiamo eseguito la pulitura delle colonne nelle due Chiese storiche di Bucharest: *Stavropoleos* e *Madre di Dio*. A parte la Grecia, queste erano le prime puliture laser nei Balcani. Oltre a noi c'era solo una ditta privata di Spalato che ha eseguito la pulitura del Palazzo Diocleziano ed altri edifici importanti.

Già nel 2005 abbiamo acquistato un altro laser, *Giant*, con il quale abbiamo fatto degli esperimenti sulle pitture murali, sempre nelle stesse chiese. Inoltre, nei vari monasteri della Romania, oltre alla pulitura facevamo le campagne delle analisi LIBS e LIF sulle pitture murali nelle chiese.

La tappa seguente della mia esperienza sulla pulitura laser è stata a Belgrado a CIK – Istituto Centrale di Conservazione. L'Istituto è nato come progetto fra due governi: italiano e serbo. Parte logistica nella formazione era svolta dall'ISCR di Roma. All'inizio, dopo che sono tornato a Belgrado dalla Romania, facevo da interprete per le lezioni al corso che faceva l'ISCR di Roma per i restauratori. Le traduzioni erano simultanee. Era abbastanza impegnativo (per dire), ma ho imparato tante cose riguardo al restauro degli oggetti d'arte ed anche dei principi del restauro che stanno dietro. Questo tipo o un'esperienza simile, la augurerei ad ogni scienziato che lavora in questo campo, perchè è essenziale per la collaborazione fruttuosa fra gli scienziati ed i restauratori.

Poi, al CIK è arrivato il *Thunder Art*. Con questo laser abbiamo effettuato puliture su oggetti di vario materiale con grande successo: lapidei (monumenti, mosaici), metalli (gioielli), materiali organici (bronzina ossidata deposta sulla foglia d'oro), dipinti di *Sheffel*. Forse il vertice è l'inizio dello sviluppo di una 'nuova tecnica' che combina il laser con la pulitura meccanica, che spero avrà il suo sviluppo. Per i dipinti, la pulitura laser si combinava con delle analisi spettroscopiche.

Per concludere, spero in una collaborazione sempre più stretta fra i restauratori e gli scienziati, dove i primi avranno sempre di più la fiducia nella scienza e nelle tecniche moderne, e gli altri di approfondire e prendere in considerazione il principio del restauro: rispettare l'integrità dell'oggetto dal punto di vista fisico, estetico e storico.

SICUREZZA LASER: NORME DI RIFERIMENTO E OBBLIGHI PER L'UTILIZZO DA PARTE DELL'OPERATORE

Laura Bartoli¹

¹*El.En. S.p.A., Calenzano (FI), Italia, l.bartoli@elen.it*

La direttiva 2006/25/CE del Parlamento europeo e del Consiglio, del 5 aprile 2006, sulle prescrizioni minime di sicurezza e salute relative all'esposizione dei lavoratori ai rischi derivanti dagli agenti fisici (radiazioni ottiche artificiali) è stata recepita in Italia nei capi I e V del titolo VIII del d.lgs. 81/08. Secondo questo decreto chiunque utilizzi un'apparecchiatura laser di una determinata potenza ha alcuni obblighi di legge da rispettare, la cui violazione può comportare sanzioni pecuniarie e penali.

I laser utilizzati nel restauro sono tutti di classe 4, la più alta, che comporta potenziali livelli alti di pericolosità e la stesura di una apposita valutazione dei rischi.

Chiunque utilizzi professionalmente tali apparecchiature deve avere una formazione specifica e certificata incentrata su argomenti quali: la comprensione del funzionamento e degli eventuali pericoli di un sistema laser, l'utilizzo dei DPI richiesti, la corretta definizione di una zona laser ad accesso controllato e relativa segnaletica, la figura del TSL, la misura della DNRO, eccetera.

In questo intervento verranno illustrate le normative vigenti riguardanti l'utilizzo dei sistemi laser per il restauro e saranno tracciate le linee guida per gli utilizzatori, siano essi lavoratori dipendenti (quindi soggetti alla formazione e informazione dovuta dal datore di lavoro) o lavoratori autonomi.

**ADAMO, EVA E MARTE:
LQS E LA PULITURA DI TRE STATUE RINASCIMENTALI A VENEZIA**

Jonathan Hoyte¹

¹*Restauratore, ditta individuale, Venezia, Italia, hoyte.jonathan@gmail.com*

Nell'ottobre del 2016 ha inizio l'intervento di restauro su tre statue in marmo Apuano eseguite da Antonio Rizzo nell'ultimo quarto del Quattrocento. Le figure rappresentano Adamo, Eva e un Guerriero (probabilmente Marte) ed erano state concepite per occupare delle nicchie nel cortile di Palazzo Ducale a Venezia. Dopo secoli di esposizione al sole, alle intemperie, all'ambiente marino, agli atti vandalici e alle manutenzioni sporadiche, le statue sono state portate all'interno del Palazzo durante la prima metà del secolo scorso. Da allora sono rimaste pressoché inalterate, preservando tutti i vari strati di deposito, di croste e di trattamenti formatisi sulle superfici nel corso degli ultimi cinquecento anni in maniera molto disomogenea, variando anche da figura a figura.

Il lavoro di restauro qui presentato ha riguardato vari aspetti nella conservazione di questo trio, ma la pulitura ha rappresentato l'elemento fondamentale per la buona riuscita dell'intervento. Sulla base dei risultati delle analisi preliminari, sono state testate varie metodologie di pulitura, sia chimiche che meccaniche, ma senza arrivare ai livelli desiderati, lasciando le superfici non omogenee, a causa della presenza dei diversi strati di materiale da rimuovere. Il laser sembrava quindi essere la soluzione più adatta, e una serie di prove eseguite utilizzando dei laser Nd:YAG a Short Free Running (SFR), Long Q-Switch (LQS) e Q-Switch (QS) hanno dimostrato che il LQS fosse la scelta giusta per poter pulire le statue in maniera omogenea e delicata, rispettando le patine del marmo. Infatti, dove gli impacchi chimici o l'azione meccanica lasciavano certe zone più pulite di altre, il LQS riusciva a rimuovere tutti i depositi e lasciare solo le tracce di patine e trattamenti voluti. È così iniziato il lavoro di pulitura con il EOS 1000 LQS, che, durato più di anno, ha permesso di scoprire benefici e limiti di questa lunghezza d'impulso in relazione a statue ricoperte da leggere croste e da vecchi trattamenti. Le analisi eseguite prima e durante il restauro consistevano in fluorescenza a raggi X, stereomicroscopia, diffrattometria a raggi X, microscopia ottica in luce polarizzata e riflessa, microscopia elettronica a scansione, spettroscopia nell'infrarosso e spettroscopia Raman, radiografie e indagini a ultrasuoni.

Essendo le statue in esposizione all'interno della Sala del convegno, sarà possibile dopo la spiegazione dell'intervento visionare le statue dal vivo e valutare i risultati ottenuti al termine dei lavori.

Ringraziamenti: L'intero intervento conservativo è stato sovrinteso e diretto da un comitato scientifico composto da: Gabriella Belli, Direttore Fondazione Musei Civici di Venezia; Emanuela Carpani, Soprintendente di Archeologia, Belle Arti e Paesaggio per il Comune di Venezia e Laguna; Amalia Basso, Funzionario-Storico dell'arte, Soprintendenza Archeologia, Belle Arti e Paesaggio per il Comune di Venezia e Laguna; Alessandro Longega, conservatore Soprintendenza Archeologia, Belle Arti e Paesaggio per il Comune di Venezia e Laguna; Lorenzo Lazzarini, professore associato LAMA – IUAV; Francesco Caglioti, professore Scuola Normale di Pisa; Maria Cristina Improta, direttore settore lapideo Opificio delle Pietre Dure; Toto Bergamo Rossi, Direttore Venetian Heritage. Analisi diagnostiche: Laboratorio di Scienza delle Costruzioni IUAV Venezia; ICVBC Milano; Thierry Radelet, Torino. Consulenza laser: Anna Brunetto, Restauri Brunetto, Vicenza.

Finanziato da Venetian Heritage.

APPLICAZIONI DI TRE SISTEMI LASER DI PULITURA A CONFRONTO PER LA RIMOZIONE DI CROSTE NERE, RIDIPINTURE E RESIDUI DI PROTETTIVI, SUL CEPPO LOMBARDO DISGREGATO E SUL GRANITO DI BAVENO

Cristiana Bigari¹, Enzo Medardo Costantini², Antonio Sansonetti³, Ulderico Santamaria⁴

¹ *Restauratore di Beni Culturali, RIVA impresa restauri Italia, Milano, c.bigari@dittariva.it*

² *Titolare di RIVA impresa restauri Italia, Milano, emcrista@hotmail.it*

³ *ICVBC CNR, Milano, sansonetti@icvbc.cnr.it*

⁴ *Docente Scienza e Tecnologia dei Materiali, Università degli Studi della Tuscia, santamaria@unitus.it*

Il restauro delle superfici lapidee del portale del Seminario Maggiore¹ di Milano ha offerto un'importante occasione di studio, per confrontare i risultati di metodologie di pulitura di tipo chimico, con le modalità operative di tre sistemi Laser, comprovandone la migliore efficacia, su diverse criticità conservative. Il portale presenta differenti litotipi, oltre ad intonaci e decorazioni in malta, con condizioni conservative diversificate, in rapporto al substrato e alla sua interazione con l'ambiente e con i prodotti applicati nel corso dei molteplici interventi di restauro, che si sono succeduti.

Il basamento del portale è realizzato in *Granito di Baveno*. Le restanti superfici sono invece costituite da *Ceppo dell'Adda*, nelle tre tipologie: *Gentile* per le sculture e le parti decorative, *Mediano* e *Rustico* per il bugnato. Sul monumento era stato applicato, in passato, un prodotto di natura polisilossanica, con funzione di protettivo-antigraffiti, fino a tre metri da terra, come dimostra la documentazione fotografica *ante operam*, con una grave modifica del colore delle superfici; il prodotto ha favorito l'adesione di depositi che nel tempo si sono parzialmente concrezionati, ed ha probabilmente inibito la permeabilità al vapore acqueo, causando la disgregazione del materiale, accelerando il processo di solfatazione della componente carbonatica del cemento, tra i clasti di natura silicatica del Ceppo. La rimozione di questo complesso strato scuro con mezzi chimici a base acquosa, non era praticabile in corrispondenza di queste aree, per la presenza di molteplici zone di distacco spontaneo delle concrezioni, che lasciavano a vista la sottostante pietra decoesa e disgregata. Nella parte superiore del portale, priva di prodotto antigraffiti, la formazione di croste nere nascondeva uno strato di ridipintura eseguita a calce, con presenza di ossalati e pertanto difficilmente rimovibile, che a sua volta ricopriva un altro strato di crosta nera.

Il gruppo di lavoro ha supervisionato tutta la fase di prove preliminari di pulitura, realizzate con tre dispositivi laser, valutandone i risultati. Il **Laser Eos Combo** (Sorgente laser a Nd: YAG, trasporto del fascio in fibra ottica, lunghezza d'onda di 1064 nm) è stato testato sia in modalità LQS (Long Q-Switch), che in modalità SFR (Short Free Running); il **Laser Thunder Art** (High power Q-switch Nd:YAG, trasporto del fascio con braccio articolato) ha permesso di eseguire prove con lunghezza d'onda di 1064 nm e di 532 nm.

Sul basamento in granito le due tipologie di laser tradizionali determinavano variazioni cromatiche, pertanto è stato impiegato un laser innovativo, **Laser Blaster**, con generazione della radiazione di 1064 nm nella fibra ottica che contiene il mezzo attivo pompato a diodi.

La versatilità operativa del laser Blaster ha permesso di ottimizzare l'intervento di rimozione dello strato scuro costituito dal prodotto polisilossanico, presente in spessore molto variabile, diversificando la forma dello spot e l'energia impiegata. Per la prima fase della pulitura è stato scelto lo spot a forma di corona circolare, con diametro da 1,5 cm; la potenza impiegata dall'operatore è stata variata tra il 30 ed il 40 % (energia 0,30 mJ e 0,40 mJ), con frequenza di ripetizione di 20 KHz, a seconda dello spessore dello strato da rimuovere. Per rifinire meglio la pulitura è stato eseguito un secondo intervento sulle medesime superfici, con lo spot v- Brush, che permette di sfumare, omogeneizzando i risultati. Il diametro del Brush usato preferibilmente è di 1 cm, mentre la potenza selezionata ha variato tra il 40 ed il 50% (energia 0,40 mJ e 0,50 mJ), mantenendo la frequenza di ripetizione di 20 KHz.

Per comprovare i risultati della pulitura effettuata sia con il laser Thunder Art che con il laser Blaster, sono state eseguite sezioni trasversali lucide ed osservazioni allo stereo-microscopio e al microscopio elettrico a scansione SEM. Le sezioni sono state realizzate su campioni prelevati a cavallo della linea di demarcazione dei tasselli di pulitura, in modo da confrontare le aree pulite con quelle non trattate.

L'intervento con i tre sistemi laser forniti dalla EL.En. Spa di Firenze, ha permesso di eseguire una pulitura estremamente selettiva, differenziabile da punto a punto, per poter ottenere un risultato il più possibile omogeneo e rispettoso delle superfici e delle finiture originarie della pietra. Evitando gli impacchi tradizionali si è impedita la dispersione di acqua all'interno della pietra, ove erano anche presenti argille espandibili, e si è minimizzata la migrazione di sali solubili, presenti per i processi di solfatazione.

¹ Il portale del Seminario Maggiore di Milano fu progettato nel 1652 da Francesco Maria Richini su volere di Federico Borromeo e fu scolpito dallo scultore Giambattista Casella.

APPLICAZIONI AVANZATE DEL LASER IN FIBRA PER LA PULITURA DI UN SARCOFAGO DEL MUSEO PIO CRISTIANO DEI MUSEI VATICANI

Maria Gigliola Patrizi¹, Ulderico Santamaria², Fabio Morresi³, Umberto Utro⁴,
Alessandro Vella⁵, Fabio Castro⁶, Tiziana Pasciuto⁶

1 Restauratrice, Impresa Individuale, Roma, gigliola.patrizi@gmail.com

2 Dirigente Laboratori scientifici dei Musei Vaticani, ulderico.santamaria@scv.va

3 Assistente Laboratori scientifici dei Musei Vaticani, fabio.morresi@scv.va

4 Curatore Reparto Antichità cristiane dei Musei Vaticani, umberto.utro@scv.va

5 Assistente Reparto Antichità cristiane dei Musei Vaticani, alessandro.vella@scv.va

6 Laboratori Scientifici dei Musei Vaticani, fabio.castro@scv.va, pasciuto.tiziana@libero.it

Il presente lavoro prende in esame una fronte di sarcofago a doppio registro, degli inizi del IV secolo, conservato nel Museo Pio Cristiano dei Musei Vaticani (Inv. 31551). La fronte, scolpita ad altorilievo, è ciò che resta di un monumentale sarcofago rinvenuto alla fine del XVI secolo presso il Cimitero di Pretestato sulla via Appia. La cassa fu ridotta in pezzi per distaccarne la fronte, che fu adoperata, nel 1646, per realizzare un monumento celebrativo sotto il portico del Pantheon, dal quale fu presto dismesso per confluire, infine, nel 1757, nelle collezioni pontificie di antichità cristiane.

La fronte di sarcofago presentava diversi problemi conservativi quali depositi superficiali incoerenti, coerenti e parzialmente aderenti. Ricomposta da più frammenti, è stata oggetto di numerosi assemblaggi eseguiti con l'ausilio di perni e colofonia. La presenza di trattamenti di precedenti restauri, deturpanti la leggibilità dell'opera e poco stabili da un punto di vista del degrado, ha indotto a ricercare le migliori metodologie operative per la loro rimozione. Tali strati si presentavano al di sopra del marmo a partire da uno strato bianco di natura gessosa ed uno strato di colore rosato di natura organica con pigmenti a base di ossidi di ferro.

Qui viene presentata la prima applicazione avanzata per la pulitura del sarcofago in marmo con laser in fibra, Laser Blaster, un laser innovativo, con generazione della radiazione di 1064 nm nella fibra ottica che contiene il mezzo attivo pompato a diodi, scelto per la sua elevata selettività e pressoché nulla interferenza con il supporto.

La prima fase di pulitura eseguita con gel di agar-agar con l'aggiunta di Triammonio Citrato ha fornito risultati soddisfacenti, ma sulla superficie si evidenziano maggiormente delle macchie scure localizzate riconducibili alle sostanze precedentemente descritte. Sono stati condotti test di pulitura utilizzando un laser Nd:YAG EOS 1000 LQS. L'applicazione non ha portato, però, al risultato sperato, perché questa tipologia di laser, seppur efficace per l'ablazione di questi strati, provocava l'ingrignimento della superficie lapidea. È stato quindi deciso di testare il Laser Blaster, di El.En.

I test di applicazione di questa strumentazione sono risultati molto efficaci ed estremamente rispettosi della superficie marmorea, come risulta anche dalle indagini RTI, fluorescenza ultravioletta indotta e colorimetria con Tecnologia HMI, eseguite dopo la pulitura laser.

La sperimentazione ha portato, dunque, alla messa a punto di un trattamento di pulitura Laser accuratamente selettivo che, con la corretta scelta delle condizioni di irraggiamento, ha fornito un buon controllo del grado di pulitura. L'estrema versatilità delle modalità di formazione del fascio ha permesso di operare con diverse forme (orizzontale, verticale) e dimensioni dello spot, facilitando notevolmente la rimozione degli strati.

L'impiego di tale strumentazione ha anche fatto riflettere su alcuni suggerimenti per eventuali modifiche che potrebbero contribuire a migliorare ulteriormente l'applicabilità di questa nuova tipologia di laser.

Ringraziamenti: le Dott.sse Claudia Aguzzi e Francesca Cibin per le indagini di laboratorio sui campioni. Il lavoro di restauro è stato eseguito dietro supervisione del Laboratorio Restauro Marmi e Calchi, responsabile il Maestro Guy Devreux.

APPLICAZIONI LASER SU SUPERFICI LAPIDEE DI GRANDI DIMENSIONI: TEMPI DI APPLICAZIONE E RISULTATI A CONFRONTO

Francesca Zenucchini¹, Marie Claire Canepa¹, Roberta Coco¹, Anna Piccirillo², Michela Cardinali³, Paola Manchinu⁴

¹*Restauratore, Centro Conservazione Restauro “La Venaria Reale” Venaria Reale, Torino, Italia.
francesca.zenucchini@centrorestaurovenaria.it*

¹*Restauratore, Centro Conservazione Restauro “La Venaria Reale” Venaria Reale, Torino, Italia.*

²*Diagnosta, Centro Conservazione Restauro “La Venaria Reale” Venaria Reale, Torino, Italia.*

³*Direttrice, Centro Conservazione Restauro “La Venaria Reale” Venaria Reale, Torino, Italia.*

⁴*Storica dell’arte, Centro Conservazione Restauro “La Venaria Reale” Venaria Reale, Torino, Italia.*

Il restauro delle sculture lapidee destinate al riallestimento del complesso monumentale della seicentesca “Fontana di Ercole” progettata da Amedeo di Castellamonte per i Giardini della Reggia di Venaria, Piemonte, ha dato lo spunto per realizzare una campagna comparativa per l’individuazione della strumentazione laser idonea a soddisfare le esigenze di metodo e di tempo di esecuzione dell’intervento.

La campagna di indagini scientifiche ha consentito di analizzare lo stato di conservazione del materiale lapideo e caratterizzare i materiali sovrammessi mediante diverse tecniche analitiche: indagini al videomicroscopio, al microscopio ottico ed elettronico a scansione e in spettroscopia infrarossa a trasformata di Fourier.

I test di pulitura preliminari condotti con varie metodologie sono stati indagati e confrontati tra loro e le verifiche per il controllo dell’intervento condotte sulle aree trattate hanno evidenziato come la strumentazione laser abbia permesso di rimuovere il tenace strato composto da solfati, silicati, carbonati e ossalati su manufatti particolarmente compromessi nel massimo rispetto della superficie lapidea. Successivamente, per mettere a punto e migliorare la metodologia in termini di tempi d’applicazione, è stato testato a confronto con laser Thundet Art (modalità Q-Switch 8 ns, lunghezza d’onda 1064 nm e frequenza di ripetizioni che variano da 1 a 20 Hz) un sistema laser di nuova concezione Laser Blaster di El.En. Group (modalità Long-Q-Switch, 100 ns, lunghezza d’onda 1064 nm e frequenza di ripetizioni che variano da 10 a 100 KHz).

Questo strumento ha dimostrato potenziali interessanti per le applicazioni sui Beni Culturali, con ottimi risultati anche dal punto di vista metodologico oltre che di rapidità di applicazione.

The conservative intervention on the stone sculptures, part of the monumental complex of the seventeenth-century “Fountain of Hercules” by the architect Amedeo di Castellamonte for the Gardens of the Reggia di Venaria, (Piedmont, Italy) was the opportunity to realize a comparative campaign for the identification of the most suitable laser equipment to meet the needs of cleaning method and work timing of the intervention.

The scientific analysis allowed the observation of the state of preservation of the stone and characterizes the materials overlaid by different techniques: investigation with videomicroscope, optical microscope and scanning electron microscope. The preliminary cleaning tests conducted with various methodologies were investigated and compared and the assessor of interventions on the treated areas proved the laser methodology as a cleaning technique suitable for the removal of coherent deposits composed by sulphates, silicates, carbonates and oxalates on a very compromised stone surfaces. The main goal was the improvement of the methodology in terms of application times, it was therefore tested Thundet Art laser (Q-Switch mode 8 ns, wavelength 1064 nm and frequency of repetitions that changes from 1 to 20 Hz) in comparison with a new conception Laser system by El.En. Group, called Blaster (Long-q-switch mode, 100 ns, wavelength 1064 nm and repetition frequency that selects from 10 to 100 KHz).

This is a tool which has interesting application prospective for Cultural Heritage, with excellent results as a method and as well as the speediness.

A. Brunetto, *L’utilizzo della strumentazione laser per la pulitura delle superfici nei manufatti artistici*, il prato, Padova 2004.

P. Cornaglia, *Giardini di marmo ritrovati. La geografia del gusto in un secolo di cantiere a Venaria Reale (1699-1798)*, Lindau, Torino 1994.

LA RIMOZIONE DELLE SCRITTE VANDALICHE: PROVE PRELIMINARI DI PULITURA DI MATERIALI LAPIDEI CON UN LASER IN FIBRA ATTIVA (Yb:YAG)

Amelia Suzuki¹, Cristiano Riminesi¹, Barbara Salvadori¹, Silvia Vettori¹, Laura Bartoli², Alessandro Zanini²

¹ *Institute of Science for Cultural Heritage, National Research Council of Italy (CNR-ISPC). E-mail: suzuki.amelia@gmail.com; cristiano.riminesi@cnr.it; barbara.salvadori@cnr.it; silvia.vettori@cnr.it*

² *El.En. SpA, Firenze. E-mail: l.bartoli@elen.it; a.zanini@elen.it*

Le superfici lapidee di interesse artistico-architettonico sono soggette a fenomeni di degrado dovuti a fattori naturali o antropici. Tra i principali responsabili delle alterazioni ci sono i sali solubili, la formazione di croste nere, il biodeterioramento e il vandalismo grafico (scritte, disegni e incisioni) che possono accelerare il degrado della pietra causando la perdita di valore e leggibilità.

Gli approcci di pulitura si basano generalmente su metodi chimici o meccanici (es. sabbiatura), ma questi rappresentano un rischio potenziale per gli operatori e l'ambiente. In questo contributo viene presentata l'applicabilità di una nuova metodologia laser per la rimozione delle scritte vandaliche a base di spray e pennarelli indelebili da marmo e pietra arenaria. Il sistema laser utilizzato, in fibra attiva, opera a 1064 nm (sorgente Yb:YAG) ed è costituito da uno strumento compatto e leggero dotato di alta portabilità e adattabilità al sito di lavoro.

Il dispositivo consente di modulare i parametri laser e di effettuare una scansione automatica della superficie grazie a un efficace sistema a specchio (l'area della superficie è 40x40 mm² con una lente di lunghezza focale 250 mm).

Questo studio è centrato sulla comprensione degli effetti termici e di ablazione sui materiali indagati e sulla valutazione della soglia di danneggiamento del substrato lapideo per assicurare una pulitura sicura nel rispetto delle superfici. Un ulteriore scopo della ricerca è stato dimostrare la capacità del sistema di controllare il livello di pulitura, dall'assottigliamento della scritta alla sua completa rimozione.

La valutazione sistematica dell'efficacia nelle varie condizioni è stata effettuata variando i parametri come la potenza del laser, la fluenza, la frequenza di ripetizione, lo spot size e la dimensione dell'area scansionata.

Questa ricerca è stata svolta nell'ambito di un progetto di ricerca congiunto fra il CNR e la ditta El.En., per valutare le prestazioni e l'efficacia del sistema in fibra attiva, sviluppato specificamente per la conservazione di beni architettonici e artistici.

RIMOZIONE SELETTIVA DI BIODETERIOGENI DA UN MANUFATTO IN ARENARIA CON LASER ER:YAG (λ 2940 nm)

Francesca Gervasio¹, Lea Ghedin², Enrica Matteucci^{3,4}, Marco Nervo⁵, Rosanna Piervittori⁶, Francesca Zenucchini⁷

¹*Dott.ssa in Conservazione e Restauro dei Beni Culturali, Università degli Studi di Torino, Torino, Italia, francesca.gervasio816@gmail.com*

²*Restauratrice, Aurifolia Restauri, Torino, Italia, leaghedin@libero.it*

³*Collaboratore, Dipartimento di Scienze della Vita e Biologia dei Sistemi, Università di Torino, Torino, Italia, enrica.matteucci@unito.it*

⁴*Collaboratore, Centro Conservazione e Restauro “La Venaria Reale”, Venaria Reale, Italia, enrica.matteucci@centrorestaurovenaria.it*

⁵*Responsabile Laboratori Scientifici, Centro Conservazione e Restauro “La Venaria Reale”, Venaria Reale, Italia, marco.nervo@centrorestaurovenaria.it*

⁶*Professore Associato, Dipartimento di Scienze della Vita e Biologia dei Sistemi, Università degli Studi di Torino, Torino, Italia, rosanna.piervittori@unito.it*

⁷*Restauratrice, Centro Conservazione e Restauro “La Venaria Reale”, Venaria Reale, Italia, francesca.zenucchini@centrorestaurovenaria.it*

Il presente elaborato è il risultato dello studio interdisciplinare e del progetto di restauro condotti su un capitello lapideo in arenaria nell'ambito della Tesi di Laurea Magistrale in Conservazione e Restauro dei Beni Culturali, presso l'Università di Torino (a.a. 2017/2018), in collaborazione con il Centro Conservazione e Restauro “La Venaria Reale”. L'opera, conservata in un ambiente esterno, si presentava completamente ricoperta da una consistente patina biologica, composta prevalentemente da specie licheniche e responsabile di un processo di alterazione di natura fisica. L'obiettivo dello studio è stato quello di definire le più efficaci modalità di rimozione della biomassa senza intaccare il substrato, che presentava un diffuso fenomeno di esfoliazione superficiale. A tale scopo è stata valutata la rimozione fisica mediante strumentazione laser, sperimentando i diversi processi di foto-rimozione e la selettività della radiazione. Durante i test sono stati valutati e messi a confronto il laser Nd:YAG (λ 1064 nm), in modalità di impulso QS, LQS e SFR, il laser Nd:YAG (λ 532 nm) in modalità QS e il laser Er:YAG (λ 2940 nm), in modalità di impulso Very Short, Short e Long. L'efficacia della rimozione laser e la selettività nei confronti del materiale lapideo sono stati monitorati mediante diverse tecniche analitiche, quali videomicroscopio, microscopio ottico, microscopio elettronico a scansione (SEM) e fluorimetro. I risultati hanno fatto emergere l'efficacia del laser Er:YAG per la rimozione della patina biologica nella sua totalità, indipendentemente dalla colorazione, mediante un processo di ablazione autoterminante e del tutto selettivo nei confronti del materiale costitutivo. Fondamentale ai fini del restauro è stata la proprietà della radiazione λ 2940 nm di limitare la profondità di ablazione e massimizzare l'assorbimento da parte del materiale superficiale da rimuovere in presenza di gruppi OH-, eliminando in questo modo gli effetti fisici secondari.

Brunetto A., *L'utilizzo della strumentazione laser per la pulitura delle superfici nei manufatti artistici*, il prato, Padova, 2004.

De Cruz A., Wolbarsht M. L., Andreotti A., Colombini M. P., Pinna D., Culberson C. F., Investigation of the Er:YAG Laser at 2.94 μ m to Remove Lichens Growing on Stone. In *Studies in Conservation*, vol. 54, N.4, 2009, pp. 268-277.

Favero-Longo S. E., Gazzano C., Girlanda M., Castelli D., Tretiach M., Baiocchi C., Piervittori R., Physical and Chemical Deterioration of Silicate and Carbonate Rocks by Meristematic Microcolonial Fungi and Endolithic Lichens. In *Geomicrobiology Journal*, 28:8, 2011, pp. 732-744.

Speranza M., Sanz M., Oujja M., de los Rios A., Wierzchos J., Pérez-Ortega S., Castillejo M., Ascaso C., Nd:YAG laser irradiation damages to *Verrucaria nigrescens*. In *International Biodeterioration & Biodegradation* vol. 84, 2013, pp. 281-290.

Pereira-Pardo L., Korenberg C., The use of erbium lasers for the conservation of cultural heritage. A review. In *Journal of Cultural Heritage*, 2017, <http://doi.org/10.1016/j.culher.2017.10.007>

PULITURA LASER DI MARMI CON POLICROMIE E DORATURE: IL CASO DEL DOSSALE D’ALTARE DELLA CATTEDRALE DI ORTE (VT)

Giorgia Galanti¹, Daria Montemaggiori², Simona Pannuzi³

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

² Restauratore, Ditta Individuale Daria Montemaggiori, Roma, Italia, daria.montemaggiori@gmail.com

³ Archeologo, Istituto Superiore per la Conservazione e il Restauro, Roma, Italia, simona.pannuzi@beniculturali.it

In questi ultimi due anni l’ISCR ha portato avanti un intervento conservativo su statue e rilievi appartenenti ad un dossale d’altare cinquecentesco dell’antica Cattedrale di Orte. Il dossale d’altare fu distrutto agli inizi del Settecento e parte dei marmi scolpiti che lo componevano furono riutilizzati per altri scopi, mentre altri andarono perduti. Fortunatamente rimane nell’Archivio Diocesano di Orte un disegno di Anonimo datato al 1723 che raffigura il dossale nella sua interezza compositiva subito prima della sua demolizione.

I marmi superstiti oggetto dell’intervento, mostravano un differente stato conservativo a causa dei riusi avuti nel tempo, ma tutti presentavano numerosi strati sovrapposti di oli, cere e depositi incoerenti di sporco, che coprivano le parti policrome e dorate ancora conservate. Alcuni dei marmi avevano subito anche degli interventi di rimozione delle dorature, evidentemente all’epoca conservate solo in parte. Grazie alle indagini diagnostiche effettuate, è stato evidenziato che le opere presentavano strati di dorature e di policromie sovrapposte, con differenti strati preparatori. Questi erano relativi ad interventi succedutisi nel corso del Cinquecento, evidentemente quando il dossale fu spostato da una cappella laterale all’altar maggiore della Cattedrale, e poi effettuati nel Sette-Ottocento, prima e dopo lo smembramento dell’altare ed i nuovi utilizzi delle sue varie parti.

Per la presenza di questa sovrapposizione di policromie e dorature è stato particolarmente importate scegliere il più corretto metodo di pulitura dei marmi. Inizialmente sulla foglia d’oro, che copriva quasi completamente alcuni dei marmi superstiti, sono stati effettuati alcuni test preliminari con gel semirigidi (Chelating Solvent Gel) e con miscele solventi, che si sono rivelati non del tutto soddisfacenti per preservare l’integrità delle dorature.

È stato deciso perciò di testare l’utilizzo della pulitura laser sia sulle policromie che sulle dorature 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 sulla superficie decorata dei marmi. Le prove di ablazione sono state eseguite con un laser di tipo “Eos 1000” in modalità LQS, con un laser “Eos Combo” in modalità Long Q-Switching and Short Free Running e con un laser “Thunder Compact”. Sono stati effettuati diversi test definendo i parametri operativi di ogni strumentazione e verificandone i risultati anche con l’utilizzo del Dinolite.

Tutte queste prove di ablazione hanno portato ad individuare la più appropriata strumentazione da utilizzare per questa particolare categoria di materiali lapidei rivestiti di successivi strati policromi e di dorature. Sono stati ritenuti particolarmente soddisfacenti sia l’Eos 1000 che l’Eos Combo, entrambi in modalità LQS, che, rimuovendo in modo selettivo, graduale e completo i depositi di sporco, si è rivelata particolarmente idonea, non provocando alcun tipo di alterazione negli strati preparatori e negli strati policromi e dorati sovrapposti.

Anselmi S. E., *Sculture lapidee e lignee*, in Anselmi S. E., Principi L., *Il museo d’arte sacra di Orte*, Perugia, 2013, pp. 50-53.

Anselmi S. E., *Committenze ad Orte in età barocca. Cultura gesuita e influenza pozziana. Gli Alberti e i Nuzzi*, Roma, 2006, pp.127-128.

Sidoti, G., Conti, L., Pannuzi S., Montemaggiori, D., Galanti G, “Indagini chimiche sui marmi appartenenti al dossale d’altare della Cattedrale di Orte”, in *Bollettino ISCR* (in corso di stampa).

NEW TECHNIQUE OF REMOVING “GOLD” BRONZE FROM GOLD LEAF ON ICON

Joakim Striber¹, Jelena Delfar Uzelac², Vanja Jovanović³

¹ Associate Professor, Alfa BK University, Belgrade, Serbia, joakim.striber@alfa.edu.rs

² Conservator, Faculty of Theology, Belgrade, Serbia, mr.jelena.uzelac@gmail.com

³ Conservator, Central Institute for Conservation, Belgrade, Serbia, vanjajov69@gmail.com

This work is focused on the problem of "gold" bronze. Application of material known as "gold" bronze in the interiors of Orthodox temples was practiced during the 20th Century. Widespread use on decorative frames and wood carvings, is associated with a lack of educated staff and economic situation.

The process of removing this layer by chemical means by the restorer is time consuming and toxic. In addition, chemical removal in such cases could be extremely risky, especially when the solubility parameters of the bronze coating and of the mixture used in the original gilding coincide (e.g. when an oil-based liquid bronze is directly applied on a gilding with oil mixture).

Here is presented the new conservation treatment, combining the laser irradiation and the mechanical cleaning based on the phenomenon of delamination of layers is used.

This technique that brings possibility to developing new methodology of cleaning artwork objects, was tested on samples and then applied on the *Icon Holy Mother of God*: the icon was made with technique of egg tempera in the 19th century in Ukraine. The liquid bronze coat, has oxidised during the ageing process and harmed the aesthetic appearance of the icon.

Irradiation at 1064 nm, 10 ns of the surface layer caused the separation of the added layer of coating from the original layer which allowed, subsequently, an easy mechanical removal of unwanted layers. Combination treatment using two techniques - laser cleaning and mechanical removal, demonstrated, in this case, to be faster and more uniform than in the case of treatment by other techniques.

Mechanical removal of the bronze coating layer was followed by microscopic analysis of the gold leaf surface. The analysis showed that the golden leaf remained compact, and only a very small area noticed the lack of the leaf, but it is not known whether it was already from earlier or happened during the cleaning.

Therefore, new researches of similar cases are desirable, in order that this technique to be brought to a standardized procedure.

In addition, it could be applied also on other types of artwork, such as gold baroque artefacts on which surfaces lazurite was applied, and which often falls from the surface during the conservation process of its.

PULITURA LASER DEL BRONZO NON DORATO CONSERVATO IN INTERNO: UN APPROCCIO INNOVATIVO PER LA MESSA A PUNTO DEI PARAMETRI OPERATIVI E TECNICA DI APPLICAZIONE AD IMMERSIONE

Antonio Mignemi¹, Veronica Collina², Nicola Ricotta³, Laura Speranza⁴, Stefania Agnoletti⁵, Andrea Cagnini⁶, Simone Porcinai⁷, Monica Galeotti⁸

¹*Restauratore di Beni Culturali, MIMARC S.r.l., L'Aquila, Italia, antonio@mimarc.it*

²*Restauratore di Beni Culturali, diplomato OPD, Firenze, Italia, veronica.collina@gmail.com*

³*Restauratore di Beni Culturali, diplomato OPD, Firenze, Italia, nico.ricotta@hotmail.it*

⁴*Direttore settore Bronzi e Armi Antiche OPD, Firenze, laura.speranza@beniculturali.it*

⁵*Funzionario restauratore OPD settore Bronzi e Armi Antiche, Firenze, stefania.agnoletti@beniculturali.it*

⁶*Funzionario chimico OPD laboratorio scientifico, Firenze, andre.cagnini@beniculturali.it*

⁷*Funzionario chimico OPD laboratorio scientifico, Firenze, simone.porcinai@beniculturali.it*

⁸*Funzionario chimico OPD laboratorio scientifico, Firenze, monica.galeotti@beniculturali.it*

Il restauro del tondo bronzeo *L'incredulità di san Tommaso* (1510 circa), realizzato da Cesarino Roscetto su disegno di Raffaello e conservato presso l'Abbazia di Chiaravalle a Milano, ha rappresentato un interessante caso studio per la sperimentazione di differenti metodologie di pulitura.

Questo lavoro, eseguito presso il Laboratorio Bronzi e Armi Antiche dell'Opificio delle Pietre Dure di Firenze in collaborazione con il suo Laboratorio Scientifico, ha permesso di trovare soluzioni efficaci alle problematiche conservative dell'opera, che presentava una scura e disomogenea alterazione superficiale causata dalla mineralizzazione di vecchi film protettivi di natura organica, mediante l'impiego della tecnica laser ad immersione localizzata.

Questa tecnica fu presentata al convegno APLAR 2 a seguito di un lavoro svolto su opere in bronzo esposte all'aperto. Questo caso studio, tuttavia, rappresenta il primo esempio di applicazione della tecnologia laser ad immersione su bronzi non dorati conservati in ambiente interno ed è stato caratterizzato da un approccio innovativo in tutte le fasi del restauro: dalla messa a punto e individuazione dei parametri di esercizio alle fasi operative di applicazione.

L'approccio innovativo è consistito nell'impiego della tecnologia laser ad immersione localizzata mediante vaschetta, nell'individuazione dei parametri di pulitura attraverso indagini fotografiche IRfc e nell'utilizzo della sabbatura criogenica durante le fasi preliminari di pulitura e di rifinitura.

L'utilizzo della tecnica ad immersione risponde ai limiti dei sistemi laser relativi alla rimozione dei prodotti di alterazione presenti su superfici in lega di rame, evitando di provocare modifiche ai substrati della superficie del metallo da preservare.

Questo contributo presenterà i diversi processi di pulitura, descriverà i test eseguiti e mostrerà i risultati che hanno portato all'individuazione dei parametri di esercizio spiegando la metodologia di applicazione della pulitura laser ad immersione per il bronzo conservato in ambiente interno.

VALUTAZIONE DI DIFFERENTI STRUMENTAZIONI LASER PER LA RIMOZIONE DI SCIALBO DA UNA STESURA IN BLU DI SMALTO DEL DIPINTO MURALE DEL SAN ROCCO A PONTE CAPRIASCA (CH)

Francesco M. Wiesner¹, Maria Rosa Lanfranchi², Anna Brunetto³, Claudia Daffara⁴

¹Conservatore-Restauratore, Freelance, Celerina, Svizzera, cesco.wiesner@gmail.com

²Restauratrice, Scuola Universitaria Professionale della Svizzera Italiana (SUPSI), Lugano, Svizzera, lanfranchimariarosa@gmail.com

³Restauratrice, Restauri Brunetto di Brunetto Anna, Vicenza, Italia, annalaser@aplar.eu

⁴Professoressa di fisica applicata, Università di Verona dipartimento di Informatica, Verona, Italia, claudia.daffara@univr.it

Il lavoro qui presentato è mirato alla valutazione e comparazione di differenti sistemi LASER per la scopritura di una stesura in blu di smalto occultata da uno strato di scialbo a base di calce del dipinto murale cinquecentesco di San Rocco situato nell'Oratorio di San Rocco a Ponte Capriasca (CH). Sul dipinto, obliterato nel corso del Novecento, non erano state ancora identificate le metodologie di descialbo che ottimizzassero in modo controllato la conservazione della pellicola pittorica, in particolare modo per quanto riguardava le campiture in blu di smalto.

A tal fine, si è pianificato uno studio sperimentale per una valutazione preliminare delle strumentazioni LASER su provini di laboratorio realizzati *ad hoc* e la successiva applicazione *in situ* degli strumenti considerati potenzialmente più idonei.

L'intero dipinto è stato inizialmente caratterizzato mediante osservazioni *in situ*, indagini non invasive, e analisi invasive focalizzate sui fondi in blu di smalto. Sull'intera superficie sono state effettuate analisi tramite *imaging* multispettrale, p-XRF, e colorimetria, mentre sui campioni prelevati sono state effettuate indagini al microscopio ottico a luce trasmessa polarizzata, FT-IR, SEM-EDS e GC-MS.

Sulla base delle informazioni ottenute è stato quindi realizzato il set di provini per riprodurre la stratigrafia delle campiture in blu di smalto: un primo strato di intonaco con una preparazione bruna ad affresco, uno strato in blu di smalto applicato con legante organico (colla di coniglio) e uno strato superficiale di scialbo bianco a base di calce. I provini sono stati caratterizzati prima della scialbatura e dopo i test di rimozione per gli aspetti relativi al colore e alla morfologia superficiale con tecniche di micro e macro-fotografia, spettrofotometria, e microprofilometria ottica a scansione.

Sono stati comparati differenti sistemi LASER: Nd:YAG, λ 1064 nm (NM, SFR, LQS e QS); Nd:YAG, λ 532 nm, QS; Ho:YAG λ 2100 nm e Er:YAG λ 2940 nm. I test sono stati effettuati sia in condizioni di superficie asciutta che inumidita, operando a valori di fluensa crescenti e alla minima frequenza disponibile per strumento. Sono state eseguite prove puntuali anche su provini privi di scialbatura o dopo un precedente abbassamento dello strato di scialbo con bisturi. Inoltre, in termine di confronto, sono stati effettuati test con metodi di descialbo meccanici e chimici quali ad esempio la rimozione tramite bisturi, ablatori ad ultrasuoni e applicazione di resine a scambio ionico.

Le informazioni desunte dallo studio sperimentale hanno consentito di affrontare la fase di test *in situ*, ottimizzando i parametri d'impiego delle strumentazioni LASER e rilevando in questi ultimi test analogie con i fenomeni osservati sui provini. I LASER selezionati sono stati Nd:YAG λ 1064 nm e λ 532 nm in QS e λ 1064 nm LQS.

IL DESCIALBO LASER DELLA PITTURA MURALE CINQUECENTESCA RAFFIGURANTE SAN ROCCO A PONTE CAPRIASCA (SVIZZERA)

Greta Acquistapace¹, Anna De Stefano², Francesco M. Wiesner³

¹Conservatrice-restauratrice, SUPSI – Scuola Universitaria professionale della Svizzera italiana, Lugano, Svizzera, acquistapaceg@yahoo.com

²Conservatrice-restauratrice, Lares Restauri S.r.l, Venezia, Italia, annadst@hotmail.com

³Conservatore-restauratore, Freelance, Celerina, Svizzera, cesco.wiesner@gmail.com

Il dipinto oggetto del presente intervento è stato realizzato durante la seconda metà del XVI secolo da un artista ignoto, probabilmente legato alla scuola di Bernardino Luini [1]. L'opera, realizzata in un'unica giornata, è stata dipinta con una tecnica pittorica mista: un disegno preparatorio realizzato ad affresco usando una miscela di ocre, terre e nero vegetale, e strati pittorici eseguiti con una tecnica a secco, impiegando calce per le stesure più chiare, come ad esempio le lumeggiature, e leganti organici (è stata identificata la colla animale per lo sfondo blu [2]).

Il dipinto è stato occultato all'inizio del XX secolo con l'applicazione di uno strato di calce; negli anni seguenti la superficie è stata gravemente danneggiata da maldestri tentativi di rimozione meccanica dello scialbo che hanno intaccato la materia pittorica sottostante che si presenta molto corposa e, a dipendenza delle campiture, polverulenta.

Nel 2012 la Scuola Universitaria Professionale della Svizzera Italiana (SUPSI) ha iniziato lo studio dell'opera e la valutazione delle possibili metodologie per un sicuro intervento di descialbo. Sono state condotte prove meccaniche e chimiche ottenendo differenti risultati senza però delineare una metodologia di intervento definitiva.

Nel 2017 è stato possibile testare diversi sistemi LASER (Nd:YAG 1064 nm, modalità: QS, LQS, SFR) ottenendo ottimi risultati per la messa in luce di quasi tutta la superficie. Sono state inizialmente condotte prove a fluenze crescenti sia su superficie asciutta che inumidita, ottenendo risultati incoraggianti su gran parte del dipinto. Ulteriori test sono stati condotti sulle campiture più chiare (che definivano gli incarnati e le lumeggiature bianche realizzate a calce) con la combinazione di metodi di pulitura meccanici, chimici e LASER. Il trattamento LASER ha di fatto consentito la rimozione dello strato di scialbo sia da aree stabili sia da strati di pellicola pittorica che si presentavano decoesi; unicamente sulle campiture dello sfondo blu l'azione LASER è risultata incontrollabile a causa del forte assorbimento dello strato preparatorio bruno sottostante, proibendone l'impiego.

L'osservazione macro e microscopica *in situ* dei risultati ottenuti e l'analisi microscopica di una sezione lucida di un campione prelevato al confine tra un'area descialbata e non, hanno permesso di constatare l'effettiva efficacia del trattamento e l'assenza di danni alla pellicola pittorica in seguito all'irraggiamento.

Questo intervento ha consentito di dimostrare l'efficacia della combinazione tra diverse strumentazioni LASER e metodi di pulitura meccanica e chimica per un'ottimale rimozione di uno scialbo a calce nel campo della pittura murale.

[1] Rahn J. R., *Malereien aus dem Renaissance-Zeitalter in der italienischen Schweiz*, Stuttgart, Spemann, 1889.

[2] Wiesner F.M., *Valutazione di differenti strumentazioni LASER per la rimozione dello scialbo da una stesura in blu di smalto. Sperimentazione sulle repliche e sul caso studio di San Rocco a Ponte Capriasca*, tesi di laurea Master non pubblicata, Lugano, Scuola Universitaria Professionale della Svizzera Italiana, 2018.

IL DESCIALBO DELLE PITTURE MURALI DI EPOCA CAROLINGIA TRAMITE ABLAZIONE LASER. IL CASO DELL'ABSIDE CENTRALE DEL MONASTERO DI MÜSTAIR (SVIZZERA)

Alberto Felici¹, Reichlin Francesca¹, Marco Raffaelli², Jana Striova², Raffaella Fontana², Patrick Cassitti³, Marta Caroselli¹,
Valentina Trafeli⁴, Alessandro Zanini⁴, Cristiano Riminesi⁵

¹SUPSI

²INO CNR

³Fondazione Pro Müstair

⁴El.EN S.p.A

⁵ISPC CNR

Il presente lavoro tratta lo studio e l'efficacia dell'impiego della tecnologia laser per la rimozione di scialbature sovrapposte a superfici pittoriche presenti all'interno nel catino absidale centrale della chiesa abbaziale di San Giovanni Battista a Müstair in Canton Grigioni (Svizzera), sito del Patrimonio mondiale dell'UNESCO dal 1983.

I dipinti murali, realizzati nei primi anni dell'VIII secolo, appartengono al più vasto ciclo di pitture parietali esistente di epoca carolingia; alterati nel corso dei secoli da diversi incendi, sono stati successivamente oblitterati nelle epoche successive da varie stratificazioni di scialbo. Riscoperte verso la metà del secolo scorso, le pitture presentano oggi numerosi residui di scialbo non adeguatamente rimossi durante il restauro degli anni Cinquanta.

Per verificare l'attuabilità dell'utilizzo della strumentazione laser per questo particolare caso studio, nel 2019 è stata avviata una tesi Master del corso di laurea in restauro e conservazione in dipinti murali, stucchi e decorazioni delle superfici architettoniche della SUPSI (Scuola universitaria professionale della Svizzera italiana) di Lugano.

Lo studio ha previsto una sperimentazione preliminare su frammenti d'intonaco dipinto provenienti dagli scavi archeologici condotti all'interno del monastero ed appartenenti al medesimo ciclo pittorico. In questa prima fase sono state eseguite prove comparative con dispositivi Nd:YAG, Er:YAG e Ho:YAG. Per valutarne l'efficacia è stata effettuata un'osservazione visiva con microscopio portatile digitale affiancata da indagini non invasive della superficie pittorica per individuare eventuali alterazioni dei pigmenti attraverso rilevamenti colorimetrici e per analizzare la morfologia della superficie pittorica irraggiata mediante Conoscopia e Tomografia ottica computerizzata. Il prelievo e l'osservazione al microscopio ottico di alcuni micro campioni a cavallo tra le aeree trattate e strato di scialbo ha consentito di acquisire ulteriori informazioni sul colore e sulla stratificazione degli scialbi soprammessi. Inoltre è stata misurata la temperatura dell'irraggiamento laser mediante termo camera Optris PI 450.

A seguito dei risultati riscontrati sui frammenti, lo studio è proseguito all'interno della calotta centrale della Chiesa del monastero, su campiture a base di Ferro, Piombo e Rame. I risultati migliori sono stati ottenuti con strumentazione Nd:YAG ($\lambda=1064$ nm) in regime di impulso corto Q-Switch (QS, con lavori di fluensa tra 0.06 e 0.08 J/cm²) e d'impulso lungo Short Free Running (SFR, con valori di fluensa compresi tra 0.08 e 0.1 J/cm²). Dove necessario, l'irraggiamento è stato accostato a metodologie chimiche e meccaniche di indebolimento dello scialbo da rimuovere prima dell'operazione in base alla tenacità di quest'ultimo. L'esito di queste prove consente d'indicare questa metodologia, in alternativa e in combinazione con sistemi chimici e meccanici, per la prosecuzione del recupero di questo importante ciclo pittorico.

VARNISH REMOVAL FROM EASEL PAINTINGS WITH YAG LASERS

Maxime Lopez^{1,4}, Xueshi Bai^{1,2}, Stéphane Serfaty³, Nicolas Wilkie-Chancellor³, Michel Menu¹ and Vincent Detalle¹

¹ Centre de Recherche et de Restauration des musées de France (C2RMF), 14 Quai François Mitterrand, 75001 Paris, France

² Centre de Recherche sur la Conservation (CRC), Muséum national Histoire naturelle, CNRS, Ministère de la Culture, 36 rue Geoffroy Saint Hilaire, 75005 Paris, France

³ Systèmes et Applications des Technologies de l'Information et de l'Energie (SATIE), UMR CNRS 8029, Université de Cergy-Pontoise, 5 mail Gay Lussac, 95031 Neuville sur Oise, France

⁴ Fondation des sciences du patrimoine/EUR-17-EURE-0021, 33 boulevard du Port, MIR de Neuville, 95 011 Cergy-Pontoise cedex, France

The cleaning of paintings encompasses pollutant removal from the surface of artworks, removal or thinning of oxidized yellowed varnishes and removal of irrelevant overpaintings. It is performed on a regular basis by conservators to recover the legibility of artworks and to get as close as possible to the artist's original intentions. This operation is generally carried out either by swabbing the surface with the proper solvent or by using a mechanical action with a scalpel or a combination of both. It remains very critical because of its invasiveness and the risk of irreversible overcleaning. Moreover, the means of control are generally visual and tactile and are very operator-dependent.

Among the various alternative methods, pulsed laser processing is a very promising technique due to its very local, selective and highly-resolved action of material removal. Moreover, the possibility to implement scientific methods of on-line control during the laser operation makes it a potential tool of choice for painting cleaning.

Since the beginning of the 90's, many pulsed sources were studied for varnish removal from easel paintings. Ultraviolet (UV) excimer lasers were first considered and gave very promising results^[1] but they were slowly replaced by UV Nd:YAG sources^[2] (4 ω : 266 nm and 5 ω : 213 nm), more robust, compact, necessitating less upkeep and thus more adapted to the Cultural Heritage (CH) field. On the other hand, an alternative to UV coherent light for painting cleaning is given by Er:YAG lasers (2.94 μ m), taking advantage of the high absorption of hydroxyl groups at this wavelength, and allowing an hybrid methodology of laser softening of the unwanted material followed by mild solvent action^[3].

In this work, we propose a comparative parametric study of varnish removal from easel paintings with nanosecond (ns) UV Nd:YAG lasers (Quantel CFR 200 4 ω , 266 nm and Quantel Q-smart 450 5 ω , 213 nm) and a microsecond (μ s) Er:YAG laser (El. En. Light Brush 2, 2.94 μ m). Gradual removal of the varnish and residual surface aspect were controlled by spectral-domain optical coherence tomography (SD-OCT Thorlabs GAN220-OCT Base Unit + Thorlabs OCTP900M Scanner) and optical microscopy (OM) while the possible photo-induced modifications of the remaining material were assessed by colorimetry and time-resolved UV-induced luminescence.

C. Fotakis, *Lasers for art's sake*, Optics and Photonics News, vol. 6, no. 5, pp. 30–35, 1995.

D. Ciofini, *Removal of varnish and overpaint layers from easel paintings using pulsed Nd:YAG lasers*, Ph.D thesis, Università degli studi Firenze, 2015.

A. De Cruz et al., *Laser removal of contaminants from painted surfaces*, Journal of Cultural Heritage, vol. 1, no. 2, pp. S173–S180, 2000.

APPLICAZIONE DELLA RADIAZIONE LASER A DIVERSA LUNGHEZZA D'ONDA PER LA PULITURA DELLE CAMPITURE DI AZZURRITE A TEMPERA

Giulia Cappelloni¹, Gloria Tranquilli², Francesca Fumelli², Annamaria Giovagnoli³, Gianfranco Priori², Fabio Aramini², Lucia Conti², Fabio Talarico², Giulia Germinario².

¹*Restauratrice, Roma, Italia, cappellonigiulia@gmail.com*

²*Istituto Superiore per la Conservazione ed il Restauro (ISCR), Via di S. Michele 25, 00153, Roma*

³*Chimico, ex Istituto Superiore per la Conservazione ed il Restauro (ISCR).*

Nell'ambito del lavoro di tesi Magistrale, presso l'Istituto Superiore per la Conservazione ed il Restauro di Roma, che ha avuto come oggetto il restauro del dipinto su tavola di ambito tardo gotico "San Nicola di Bari e Santa Caterina d'Alessandria" (Galleria degli Uffizi), è stata condotta una sperimentazione sull'applicabilità della tecnologia laser per la pulitura delle pellicole pittoriche composte da azzurrite. Esse hanno da sempre rappresentato una sfida per i restauratori, sia per l'elevata porosità dello strato che per il comportamento del minerale in determinate condizioni.

Nel dipinto la pellicola pittorica appariva molto alterata cromaticamente da uno spesso strato bruno nel quale, le indagini FTIR eseguite preliminarmente alla pulitura, hanno evidenziato la presenza di Ossalati di calcio, gesso, carbonato di calcio e silicati. La complessa rimozione di questo spesso strato proteico è stata anche eseguita mediante l'utilizzo del laser Er:YAG LIGHT BRUSH λ 2940 nm, controllando e valutando, con l'ausilio di accurate analisi scientifiche, la gradualità e la selettività del metodo di pulitura. Al fine di comprendere l'interazione delle varie tipologie di laser con la superficie sottoposta a irraggiamento, è stato eseguito l'esame macroscopico e microscopico delle trasformazioni osservate sulle superfici. La fase analitica è stata articolata come segue: controllo delle variazioni di colore superficiale mediante indagine spettrofotocolorimetrica; controllo della tessitura superficiale mediante l'acquisizione ed elaborazione di immagini con stereomicroscopio a modalità di messa a fuoco estesa; controllo delle trasformazioni a livello mineralogico con Microscopia Ottica e Petrografia e Spettroscopia Raman.

Per quanto riguarda invece la zona del fondo azzurro da cui si stagliano le figure dei due santi, composto da uno strato di azzurrite e una velatura di lapislazzuli legati a colla animale, il materiale proteico risultava compenetrato nello spessore dello strato pittorico. Pertanto è stato necessario mettere a punto un metodo di pulitura che andasse in primo luogo a intaccare superficialmente il materiale sovrammesso al fine di agevolarne una successiva azione estrattiva, eseguita mediante mezzi chimici. Nella prima fase è stato utilizzato il laser Nd:YAG THUNDER COMPACT nella II° armonica (λ 532 nm). La scelta del laser Nd:YAG a luce verde, è stata dettata dall'analisi della curva spettrale dell'azzurrite [1], la quale risulta altamente riflettente alla lunghezza d'onda di 532 nm e quindi compatibile con la radiazione utilizzata. Prima di affrontare la pulitura della campitura azzurra del dipinto è stata predisposta una sperimentazione finalizzata alla comprensione dei processi d'interazione tra laser e pigmento. Essa è stata suddivisa in tre fasi: la prima ha previsto la realizzazione di una tavoletta campione, sulla quale, nella seconda fase, sono state eseguite le prove di irraggiamento laser. La terza fase di tipo diagnostico, ha permesso di individuare le soglie di danneggiamento; è stato così possibile operare la pulitura della campitura in azzurrite del dipinto in sicurezza utilizzando la tecnologia laser.

[1] A. GIOVAGNOLI (a cura di), *Blu. Banca dati comparativa tra materiali moderni e antichi nel restauro dei dipinti*, in Progetto CE.R.MA, 2015, Quaderno 1, p. 52.

[2] [3] 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*; C. CHILLÈ, V. PAPADAKIS, C. THEODORAKOPOULOS, *Er:YAG laser: testing and evaluation of laser cleaning on a varnished 20th century oil painting*. Entrambi 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.

APPLICAZIONE LASER Er:YAG SU SUPERFICIE DI GRANDE DIMENSIONE. LA PULITURA DI UN'OPERA DEL TINTORETTO

Anna Brunetto¹, Giulio Bono², Amalia Basso³, Alessandro Longega⁴, Fabio Frezzato⁵, Claudia Daffara⁶

¹*Restauratrice, Restauri Brunetto di Brunetto Anna, Vicenza, Italia, annalaser@alice.it*

²*Restauratore, Conservazione opere d'Arte, Venezia, Italia, giulionicolabono@gmail.com*

³*Funzionario Storico dell'arte, Soprintendenza ABAP per Venezia e Laguna, Italia*

⁴*Funzionario Restauratore, Soprintendenza ABAP per Venezia e Laguna, Italia*

⁵*Chimico, CSG Palladio, Vicenza, Italia, fabio.frezzato@fastwebnet.it*

⁶*Fisica, Università di Verona, Verona, Italia, claudia.daffara@univr.it*

Il contributo presenta lo studio di ottimizzazione dei parametri, l'applicazione della metodologia adottata e le indagini conoscitive e di controllo svolte per il trattamento conservativo di un'opera su tela di grande formato (cm 376 x 181).

L'opera in oggetto è il 'San Marziale in gloria con i santi Pietro e Paolo' di Jacopo Tintoretto datato 1548-49. E' un dipinto ad olio su tela che subì alcuni interventi di restauro all'inizio del '700, poi nel 1846, ed una terza volta nel 1959 dal famoso restauratore Mauro Pelliccioli. Quest'ultimo, per affrontare i problemi del dipinto di sollevamento della pellicola pittorica, foderò ed applicò sulla superficie una vernice protettiva pigmentata che con il passare del tempo si ossidò, offuscando completamente l'opera.

Il laser ad Er:YAG (λ 2940 nm) nelle diverse modalità dell'impulso (Very Short e Short) è stato impiegato in combinazione di miscele solventi in emulsione per effettuare il trattamento di pulitura, soprattutto dei residui molto tenaci presenti negli avvallamenti del colore sull'intera opera, riducendo la tempistica dell'intervento e aumentando l'efficacia del trattamento.

L'intervento è stato monitorato con una campagna di indagini che hanno permesso di studiare le condizioni dell'opera, raccogliere dati sulla genesi, la tecnica esecutiva e controllare e verificare l'effettiva gradualità ed efficacia dei trattamenti di pulitura considerati (microscopia ottica, ESEM/EDX, micro FTIR, indagini non invasive di imaging, spettrometria e microprofilometria ottica).

Le indagini con la tecnica della microprofilometria ottica, sono state effettuate con l'obiettivo di ottenere informazioni sulla struttura della superficie pittorica prima, durante, e dopo i diversi trattamenti di pulitura.

L'utilizzo, quindi, e la messa a punto delle diverse tecnologie durante le fasi di lavoro hanno permesso di ottimizzare il trattamento di pulitura laser e chimico, ideato specificatamente per liberare l'immagine dall'offuscamento e restituendo al dipinto una vibrante ed inattesa forza cromatica.

PANNELLI CINESI COROMANDEL (TECNICA KUAN CAI): APPROCCI DI PULITURA SPECIFICI BASATI SULLO STUDIO DELLE DIVERSE CAMPITURE DI COLORE

Francesca Zenucchini¹, Valentina Tasso¹, Paola Croveri², Roberta Iannaccone³, Michela Cardinali⁴, Paola Manchinu⁵

¹*Restauratore, Centro Conservazione Restauro “La Venaria Reale” Venaria Reale, Torino, Italia.
francesca.zenucchini@centrorestaurovenaria.it*

¹*Restauratore, Centro Conservazione Restauro “La Venaria Reale” Venaria Reale, Torino, Italia.*

²*Chimica, Centro Conservazione Restauro “La Venaria Reale” Venaria Reale, Torino, Italia.*

³*Diagnosta, Centro Conservazione Restauro “La Venaria Reale” Venaria Reale, Torino, Italia.*

⁴*Direttrice, Centro Conservazione Restauro “La Venaria Reale” Venaria Reale, Torino, Italia.*

⁵*Storica dell’arte, Centro Conservazione Restauro “La Venaria Reale” Venaria Reale, Torino, Italia.*

I pannelli che costituiscono il paravento del XVIII secolo con decorazioni tipiche delle lacche Coromandel, sfondi in lacca Urushi con figure incise e successivamente colorate, esposti nel Castello di Cavour, a Santena, in Piemonte sono stati inseriti in un progetto di ricerca sull’arte orientale “Un ponte tra Oriente e Piemonte. Programmi di ricerca scientifica sulle tecniche dei manufatti orientali e lacche d’imitazione nell’area piemontese”.

L’opera, con il suo articolato schema decorativo continuo su entrambe i lati, si trovava in pessime condizioni conservative principalmente a causa del decadimento strutturale, dell’invecchiamento dei materiali intrinseci oltre che al deterioramento dei molteplici interventi precedenti non idonei.

L’osservazione e la caratterizzazione dei materiali sovrammessi, l’analisi non invasiva e micro-invasiva (SEM e MO) hanno consentito lo sviluppo di una metodologia di pulitura specifica delle diverse campiture: applicazione di metodi acquosi, soluzioni solventi e metodi fisici.

Nello specifico l’applicazione di strumentazioni laser Erblio: YAG (2940 nm) in sinergia con una miscela solvente e laser Neodimio YAG (1064 nm) in modalità long-Q-switch in modalità dry, hanno consentito la rimozione di vernici naturali fortemente alterate da colori con un’elevata sensibilità ai trattamenti con metodi tradizionali. La messa a punto delle condizioni operative ottimali, effettuata anche con l’ausilio di tecniche non invasive (colorimetria e FORS) ha garantito una pulitura selettiva compatibile con la tecnica decorativa originale.

The 18th century lacquers screen with typical decorations of Coromandel technique, backgrounds in Hurushi lacquer with figures engraved and subsequently painted, exhibited in the Cavour’s Castle of Santena (Piedmont - Italy), was restored within a research project on Oriental art "A bridge between the Orient and Piedmont. Programs of scientific research on the techniques of oriental artefacts and imitation lacquers in the Piedmont area " sponsored by Conservation Centre “La Venaria Reale”

The artwork, with a decorative scheme on both sides, was in very poor condition mainly because of the structural deterioration, the aging of the constitutive materials as well as the deterioration of several previous unsuitable restoration works.

A close observation and investigation of the overlaid materials was carried out, the non-invasive and micro-invasive analysis (SEM e MO), allowed the development of a specific cleaning method for every different background: water emulsion, solvent mixture and physical methods.

In detail, the application of an Erbium laser instrument (2940 nm) combined with a solvent mixture and a Neodymium laser (1064 nm) Long-Q-switch in dry mode, allowed the removal of a strongly altered natural resin from high sensitive colors that can not be cleaned by traditional methods. The set-up of the operating conditions, carried out with the aid of non-invasive techniques (colorimetry and FORS), was an opportunity to monitoring the cleaning method according the compatibility criteria with original materials.

Pereira-Pardo L., Korenberg C., 2017, The use of erbium lasers for the conservation of cultural heritage. A review. In *Journal of Cultural Heritage*.

De Kesel W. – Dhont G., 2002, ‘Coromandel. Lacquer screen’.

Webb M., 2000, “Lacquer: technology and conservation. A comprehensive guide to the technology and conservation of Asian and European lacquer”, Butterworth- Heinemann.

IL CASO DEL MANTELLO CERIMONIALE TUPINAMBÁ

Daniele Ciofini¹, Guia Rossignoli², Isetta Tosini², Giancarlo Lanterna², Salvatore Siano¹

¹ *Istituto di Fisica Applicata “Nello Carrara”, Sesto Fiorentino, Italia*

² *Opificio delle Pietre Dure, Fortezza da Basso, Firenze, Italia*

La rimozione di depositi da manufatti etnografici realizzati con fibre vegetali e/o animale, con i mezzi attuali, è solitamente problematica e ci si trova spesso di fronte all'impossibilità d'intervenire o di ottenere risultati pienamente soddisfacenti. Pertanto, in tale settore, data la grande fragilità e deteriorabilità dei materiali fibrosi e la variabilità delle morfologie, l'esplorazione di tecnologie e metodologie innovative risulta fortemente motivata quanto necessaria.

Nel presente lavoro, sostenuti da alcune ricerche incoraggianti [1, 2] è stata dimostrata per la prima volta l'efficacia dell'ablazione laser nel trattamento di pulitura di un mantello cerimoniale Tupinambá, un manufatto raro della fine del XVI secolo conservato presso la Veneranda Biblioteca Ambrosiana di Milano. Il manufatto si trovava in condizioni conservative precarie, interamente ricoperto da accumuli di particellato incoerente, attaccato da microrganismi, danneggiato dall'usura e da rimaneggiamenti effettuati in epoche imprecisate. La sperimentazione è stata condotta su alcune delle penne rosse (*Eudocimus ruber*, *Guara Rubra*) e gialle (*Ara Macao*, *Ara Ararauna*) del manto che erano state rinvenute spezzate alla sommità del rachide. La struttura anatomica delle stesse, lo stato conservativo e le proprietà ottiche sono state studiate mediante spettrofotometria Vis-NIR in riflettanza e trasmittanza, microscopia ottica ed epifluorescenza, e indagini SEM-EDX. La misura dell'angolo contatto è stata inoltre utile per valutare l'idrofobicità delle penne a seguito del trattamento laser. La determinazione dei margini operativi è stata condotta a frequenze di 1, 5, 10 e 20 Hz utilizzando laser Nd:YAG a lunghezza d'onda di 1064 nm, sia in modalità Q-Switched (durata impulso 10 ns) che Long-Q-Switching (durata impulso 120 ns).

Dalle indagini e dai test laser è emerso che per le penne di ibis, la fluensa di soglia singolo-impulso era di 0.1 J/cm² per il laser QS e di 0.3 J/cm² per quello LQS. L'inizio di leggere alterazioni cromatiche è stato osservato a fluenze circa 4-5 volte superiore per entrambe le durate di impulso, mentre le soglie di alterazione strutturale sono risultate fino a 10 volte superiori quelle di pulitura. Il range operativo consigliato è stato individuato sia per le penne rosse che per le gialle tra 0.1-0.4 J/cm² per il laser QS e 0.3-1 J/cm² per il laser LQS. I margini operativi più ampi del regime LQS sono stati confermati anche a frequenze d'impulso più elevate. Questa caratteristica unita ad una maggiore gradualità del laser LQS hanno determinato la scelta di utilizzare quest'ultimo per il trattamento esteso del mantello. Sulla base di questi risultati si è sviluppato un protocollo di pulitura dedicato che ha previsto il trattamento a secco con laser LQS e l'uso di varie soluzioni per evitare la contaminazione delle penne durante il processo di rimozione.

S. Schaeufelbut, H. Tello, S. Schneider, Cleaning of feathers from the ethnological museum, Berlin, in: M. Wright, Margot (Ed.), *Conserv. Fur, Feather Ski.*, CEA series, Archetype Publications, London, 2002: p. 62.

S. Pandozy, C. Rivière, M. Brunori, F. Nepote, A. Rivalta, U. Santamaria, F. Morresi, F. Fraticelli, C. Colantonio, A. Brunetto, *Sperimentazione sull'uso del laser per la pulitura delle piume presenti nella Collezione Etnologica dei Musei Vaticani*, in: Anna Brunetto (Ed.), *APLAR 5. Appl. Laser nel Restauro*, Nardini, Firenze, 2017, pp. 423–441.

APPLICAZIONI LASER SU OPERE CONTEMPORANEE MONOCROME: SUCCESSI E INSUCCESSI

Luisa Mensi¹

¹*Restauratrice, Luisa Mensi Conservazione e Restauro, Torino, Italia; l.mensi@libero.it*

Ventun'anni di applicazioni sperimentali su opere di arte contemporanea: è questo il contributo che si vuole portare al convegno APLAR del 2019.

Ma quando è che un restauratore si rivolge alla tecnologia laser? La prima volta che mi sono avvalsa di questa - allora nuova - opportunità, è stato quando esaurite le prove con tutte le metodologie di mia conoscenza e non sapendo più "a che santo votarmi", ho deciso di provare anche con il laser.

In seguito, mi è capitato di affidarmi a questa tecnologia sempre più spesso ed ovviamente in maniera sempre più mirata.

Sappiamo tutti che l'intervento perfetto è quello che si fa con un dovuto tempo, un dovuto budget, una dovuta serie di indagini che vanno da quelle stilistico-letterarie a quelle scientifico-analitiche, ma sappiamo anche che le indagini non sempre ci danno risposte risolutive e che talora, per non dire spesso, non c'è il tempo o non ci sono i soldi per eseguirle. Oltre a tutto, quanto riguarda molte opere di arte contemporanea, non c'è nemmeno la possibilità di eseguire un prelievo.

Mi riferisco a quelle opere che vengono classificate come pittura ma che invece potrebbero meglio essere assimilate alla scultura e alla scultura dipinta, dove la superficie da trattare (e teoricamente prima da analizzare) interessa tutta la superficie dell'opera e si estende ai bordi che poi rimangono a vista; si tratta molto spesso di opere monocrome, dove il danno puntuale, e quindi anche un prelievo piccolissimo per una stratigrafia, risultano estremamente evidenti e pertanto impraticabili.

In altri casi si tratta di tele non dipinte o parzialmente dipinte, dove quindi le campiture da trattare possono essere ricondotte al caso del monocromo.

In altri casi, dove la parte da trattare non è omogenea sull'opera, è inutile eseguire un prelievo in una zona nascosta, ma non significativa.

Pertanto, spesso, può valere la pena di eseguire dei test empirici, quale che sia il risultato, e che, nel peggiore dei casi non porta a nessun risultato.

Nel corso di questi venti anni, in collaborazione con Anna Brunetto, abbiamo affrontato opere, quasi sempre monocrome, ottenendo tanti successi quanti insuccessi.

Abbiamo testato laser al Nd:YAG a differenti lunghezze d'onda (1064-532-248 nm) e durate di emissione dell'impulso (QS-LQS-SFR) e laser ad Er:YAG.

Ogni volta comunque ci mettevamo in discussione e si puntava sempre a confrontare i diversi dispositivi offerti dalla tecnologia. Nella maggior parte dei casi la scelta del tipo di laser ricadeva sulla luce verde del Nd:YAG.

Data la lunghezza d'onda e tipo d'impulso, abbiamo lavorato variando energia, frequenza e dimensione dell'irraggiamento sulla superficie, ripetendo più volte l'applicazione anche a distanza di giorni. Abbiamo lavorato con applicazioni miste di tecniche più tradizionali, come l'uso di solventi e detergenti o rimozioni meccaniche, abbinandole alternativamente con l'applicazione del laser ed i risultati migliori sono stati proprio quelli dove alla metodologia tradizionale è stato applicato il valore aggiunto del laser.

Sono state trattate, tra gli altri, importanti opere di Giulio Paolini, Piero Manzoni, Mario Merz, Jannis Kounellis e alcuni di questi successi, ma anche alcuni di questi insuccessi che verranno descritti in dettaglio.

PULITURA LASER SU PLASTICHE IN LASTRA: TEST DI VALUTAZIONE DELLA SOGLIA DI RISCHIO

Elena Zaccagnini¹, Grazia De Cesare²

¹ *Restauratore di Beni Culturali, Via Primo Carnera 37, 00142, Roma, elena.zaccagnini@gmail.com*

² *Restauratore Laboratorio di restauro dei materiali dell'arte contemporanea, ISCR – Istituto Superiore per la Conservazione ed il Restauro, Via di S. Michele 25, 00153, Roma, grazia.decesare@beniculturali.it*

Le tecniche di pulitura LASER vengono impiegate ormai da molti decenni nel campo della conservazione dei beni culturali, su materiali di natura diversa e su manufatti di tutti i tipi. A oggi, tuttavia, il loro impiego sui materiali di sintesi rimane un campo ancora poco esplorato, fatta eccezione per un alcuni studi, inerenti a pitture sintetiche (acriliche, viniliche, alchidiche e nitrocellulosiche), a schiume polietileniche, poliuretaniche e polistireniche e a lastre di polimetilmetacrilato trasparente.

Il presente contributo illustra le prove condotte presso il Laboratorio di Restauro dei Materiali dell'Arte Contemporanea dell'ISCR circa l'applicabilità di alcuni LASER alla pulitura di una serie di plastiche con differenti composizioni chimiche. Lo studio non si è concentrato sulla rimozione di sostanze sovrammesse, ma piuttosto sulla valutazione su provini della capacità dei materiali polimerici di sopportare il trattamento LASER. In quest'ottica è stato misurato il livello di soglia di rischio di quattro diverse plastiche in lastra, con diverse colorazioni: polimetilmetacrilato (PMMA), laminati decorativi ad alta pressione (HPL), polivinilcloruro (PVC) e acrilonitrile-butadiene-stirene (ABS).

Questi materiali sono stati scelti tra la grande varietà di plastiche che, dal loro avvento sul mercato ad oggi, gli artisti hanno impiegato nel campo dell'arte contemporanea e del design, prendendo spunto da un caso studio oggetto di restauro presso l'ISCR, il *Supercomponibile 1967* dell'artista romano Sergio Lombardo, caratterizzato da superfici in laminato decorativo monocromo rosso e giallo, con elevato valore di gloss. Le plastiche in lastra selezionate per la realizzazione dei provini erano infatti tutte monocromatiche e caratterizzate da elevati valori di gloss. Su tali campioni sono state condotte delle prove di applicabilità con tre diverse strumentazioni LASER, aventi lunghezza d'onda e durata d'impulso differenti: Er:YAG con emissione nel medio infrarosso (λ 2940 nm), in modalità di impulso Short e Very Short; Nd:YAG con emissione nel vicino infrarosso (λ 1064 nm), in modalità LQS e SFR; Nd:YAG con possibilità di emissione nel campo del vicino infrarosso (λ 1064 nm) e del visibile verde (λ 532 nm). Ogni materiale è stato sottoposto a prove di irraggiamento a diverse fluenze, con numero di impulsi crescente, fino all'insorgere sulla superficie di danni macroscopici.

Dall'analisi macroscopica e microscopica dei risultati ottenuti è emerso con chiarezza come la colorazione dei materiali in parte influenzi il loro livello di interazione con la sorgente LASER. La soglia di danneggiamento all'azione del LASER a Erblio dei materiali testati è troppo bassa per poterlo considerare un sistema di pulitura applicabile in sicurezza. Applicabilità e controllabilità più ampie, invece, sembrano essere garantite dal LASER Nd:YAG 1064 in modalità SFR, che, come emerso dalle prove, consente l'impiego di fluenze elevate, senza che il materiale ne risulti danneggiato. Sono risultate drasticamente più ridotte, invece, le fluenze consentite impiegando lo stesso strumento in modalità LQS e quelle utilizzabili lavorando con il LASER Nd:YAG sia a 1064 nm, sia a 532 nm.

[1] G. De Cesare, C. Russo, K. Melessanaki, P. Pouli, *Applicazione LASER per la pulitura dei supporti in plastica*, Lo Stato dell'Arte XIII - Torino 22-24 Ottobre 2015, Nardini Editore, Firenze 2015, pp. 471-478.

aplar 7

applicazioni laser nel restauro

Comitato d'Onore

John F. Asmus - *University of California, San Diego, USA*
Gabriella Belli - *Fondazione Musei Civici, Venezia*
Giancarlo Calcagno - *Altech srl, Bassano del Grappa (VI)*
Emanuela Carpani - *Soprintendenza ABAP per Venezia e Laguna*
Lorenzo Lazzarini - *LAMA, Università Iuav, Venezia*
Renzo Salimbeni - *IFAC- CNR, Firenze*
Edward Teppo - *Montana, USA*

Comitato Scientifico

Alessia Andreotti - *Dipartimento di Chimica e Chimica Ind.- SCIBEC - Università di Pisa*
Lorenzo Appolonia - *Soprintendenza BBCC Regione Valle d'Aosta - Presidente IGIIC*
Giorgio Bonsanti - *Presidente Comm. interMinisteriale MIBAC-MIUR insegnamento del Restauro*
Anna Brunetto - *Restauri Brunetto di Brunetto Anna, Vicenza*
Giancarlo Lanterna - *Opificio delle Pietre Dure, Firenze*
Barbara Mazzei - *PCAS, Città del Vaticano*
Austin Nevin - *Università di Gothenburg*
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 - *Dipartimento di Chimica e Chimica Ind.- SCIBEC - Università di Pisa*
Anna Brunetto - *Restauri Brunetto di Brunetto Anna, Vicenza*
Anna Chiarelli - *Soprintendenza ABAP per Venezia e Laguna*
Elena Marchetti - *Fondazione Musei Civici Venezia*
Barbara Mazzei - *PCAS, Città del Vaticano*

Informazioni e contatti www.aplar.eu

Organizzato con il Patrocinio di



in collaborazione con



con il contributo di

