

**IL RESTAURO DI UNA GRANDE SCULTURA IN TERRACOTTA.
UN MODELLO DI GASPARE SIBILLA PER IL RESTAURO DEL NILO VATICANO:
TRATTAMENTO DI PULITURA LASER**

Pietro Baraldi*, Maria Giulia Barberini, Davide Fodaro***, Claudia Pelosi****,
Livia Sforzini*******

* Chimico, Università di Modena e Reggio Emilia, pietro.baraldi@unimore.it

** Storico dell'Arte, Museo Nazionale del Palazzo di Venezia, Roma, mariagiulia.barberini@beniculturali.it

*** Restauratore, Istituto Superiore per la Conservazione ed il Restauro, Roma, davide.fodaro@beniculturali.it

**** Chimico, Università degli Studi della Tuscia, Viterbo, pelosi@unitus.it

***** Restauratore, Livia Sforzini restauro e conservazione, Tivoli, liv.sforz@libero.it

1. Nota storico-artistica

La scultura oggetto del nostro lavoro (Fig. 1), proveniente dalla collezione Gorga [1], era conservata nei depositi del Museo Nazionale del Palazzo di Venezia. A causa delle precarie condizioni conservative si è deciso di realizzarne il restauro. Contestualmente all'intervento di conservazione si è iniziato lo studio della scultura, che è replica del marmo colossale rappresentante “Il Nilo” conservato nei musei Vaticani. Come risulta dai documenti la scultura è stata sottoposta a un intervento di restauro nella seconda metà del settecento, nell'ambito dei lavori eseguiti sulla collezione di sculture antiche destinate al Museo Pio-Clementino [2]. L'intervento fu eseguito dallo scultore-restauratore Gaspare Sibilla (1723-1782), il quale, in una nota prezzi del 22 febbraio 1773, relativa ai diversi restauri intrapresi, riguardo all'intervento sul Nilo, annota precisamente le parti da ricostruire: “... *inoltre vanno rifatti di nuovo molti frutti al cornucopio, il naso alla sfinge, e il naso, e parte del labro superiore al fiume, gran parte del serto, che orna la testa del medesimo, tutta la fettuccia della legatura di detto serto, che svolazza sopra la spalla sinistra del fiume, la quale va tutta traforata, e un bon pezzo della fettuccia compagna alla descritta, che posa sopra alla spalla destra del fiume sudetto traforata come vedesi. Molti pezzi di capelli e barba del medemo,...* ” [3] e specifica inoltre che: “... *di tutti li descritti pezzi se ne deve prima costruire il modello di creta,...* ” [3]. Alla luce di questa descrizione è ragionevole ipotizzare che la nostra scultura possa essere il modello eseguito dal Sibilla come ausilio al suo intervento di restauro.

2. Problemi di conservazione

La scultura in terracotta è stata eseguita per modellazione diretta. La testa è cava e in alto è stato aperto un foro per consentire l'uscita dei gas che si formano durante la cottura.

La leggibilità dell'opera era fortemente compromessa dalla presenza di pesanti depositi di particolato atmosferico, polvere e sporco grasso (Fig. 2).

Al di sotto degli strati di sporco erano visibili i resti di una coloritura, presente in modo residuale sull'intera superficie della terracotta. Tracce di colore verde e ocra rivestivano in più punti il serto vegetale che cinge il capo del Nilo. Il nastro che raccoglie i capelli era di colore blu scuro e la capigliatura e la barba erano di colore bruno. Tale coloritura è stata eseguita per *nobilitare* la materia costitutiva e, probabilmente, per rendere la scultura più accattivante per il mercato antiquario.

Al di sotto di tale policromia era visibile uno strato di colore bianco che è stato identificato come la patinatura originale. Dall'osservazione della stratigrafia e dalla morfologia degli strati dipinti si rilevato che la coloritura è sovrapposta alla patinatura bianca ed è presente anche nelle profonde cretture di quest'ultima (Fig. 3). Ulteriore conferma si è avuta dai risultati delle indagini diagnostiche: il bianco presente nella coloritura più recente è bianco di zinco (è stato identificato come litopone, un bianco di zinco entrato in uso alla fine dell'ottocento), mentre la patinatura sottostante è costituita da bianco di piombo.

La presenza di queste tracce di patinatura bianca confermerebbe l'origine e la finalità dell'opera, rispondendo appieno all'esigenza di camuffare la superficie della terracotta con un rivestimento a imitazione del marmo. I residui della patinatura originale sono più numerosi in corrispondenza della capigliatura e della barba, e la frammentarietà di tale rivestimento è da imputare, probabilmente, agli esiti di precedenti e non idonei interventi di manutenzione e restauro. Il corpo ceramico mostra numerose fratture e lacune, localizzate in particolare nella parte inferiore del busto (Fig. 4). Queste lesioni presentano le caratteristiche morfologiche tipiche dei difetti che spesso si originano in cottura. Le lacune e le fratture sono state risarcite con uno stucco a base di gesso e colla, e con molta probabilità si tratta di un intervento eseguito in un momento immediatamente successivo alla realizzazione dell'opera: è plausibile che tale intervento sia stato realizzato dallo stesso artista. Infatti, non era raro che le sculture si danneggiassero durante la cottura e l'artista fosse costretto a mutarsi in restauratore per riparare le lesioni. Questa ipotesi troverebbe conferma anche dalla presenza sulle stuccature di una sottile pellicola pittorica di colore rosso (Fig. 5), probabilmente uno strato applicato per uniformare le parti stuccate al colore originale della terracotta e per creare un substrato adeguato all'applicazione della patinatura finale.

Lo stato di conservazione della parte inferiore del busto appariva notevolmente compromesso, a causa di fenomeni notevoli di esfoliazione e polverizzazione del corpo ceramico. In queste zone la terracotta si presentava decoesa e fragile, le lesioni erano numerose e la superficie mostrava parecchi sollevamenti e scagliature, con conseguente perdita di materiale (Fig. 6). Questo tipo di degrado è stato probabilmente causato dalla presenza di sali nel corpo della terracotta. Tali sali possono essere presenti già nell'impasto argilloso o originarsi in fase di cottura e rimanere inalterati se la temperatura raggiunta nel forno è inferiore ai 1000°C, circostanza questa confermata dalla presenza di calcite nel corpo ceramico della scultura. Questo minerale, infatti, si può riscontrare solo se la temperatura di cottura è inferiore agli 850°C. L'esistenza di questi sali può anche essere imputabile alla presenza del gesso impiegato per le stuccature delle zone lacunose, soprattutto nella parte bassa del busto. Il gesso, anche se non direttamente responsabile della fuoriuscita dei sali, ha sicuramente aggravato la già compromessa situazione conservativa. Sono note, infatti, le proprietà assorbenti di questo materiale, che tende a assorbire acqua dall'esterno, per poi rilasciarla nel tempo. I suddetti sali, in conseguenza della loro solubilità, danno luogo a fenomeni ciclici di cristallizzazione superficiale e sub-superficiale, che provocano forme di degrado identiche a quelle riscontrate sulla parte bassa del busto.

Lo stato di conservazione, eterogeneo e complesso, poneva diversi problemi nell'esecuzione dell'intervento conservativo, rendendo pressoché impossibile l'impiego, senza danno, di metodi di pulitura convenzionali.

Considerata l'estrema fragilità della materia costitutiva, l'impraticabilità di intervenire con soluzioni pulenti a base acquosa, e in considerazione della probabile presenza di sali e l'impossibilità di procedere alla loro rimozione mediante lavaggi, si è deciso di eseguire dei test di pulitura con il laser. Tale strumento, presenta peculiari caratteristiche utili in situazioni simili a quella in parola: il laser, infatti, permette di intervenire in totale sicurezza e selettività, eseguendo un tipo di pulitura senza contatto con la terracotta e soprattutto evitando la necessità di pre-consolidare il substrato, e conseguentemente fissare alla superficie lo sporco.

3. Indagini diagnostiche

Le indagini diagnostiche sono state eseguite su 8 microcampioni prelevati in fase di studio e restauro dell'opera al fine di approfondire la conoscenza dei materiali costitutivi, della tecnica d'esecuzione e degli interventi effettuati nel tempo. Le analisi sono state condotte tramite: microscopio ottico-mineralogico Zeiss Axioskop sulle polveri in Balsamo del Canada e sulle sezioni lucide e sottili, spettrofotometria infrarossa in trasformata di Fourier operando in riflettanza diffusa (DRIFT FTIR) e in micro FTIR per mezzo di uno strumento Nicolet Avatar 360 con microscopio Centaurus, spettroscopia

micro Raman eseguita con un sistema Labram della Jobin-Yvon equipaggiato con Laser He-Ne a 632,8 nm. Di seguito vengono presentati i risultati più significativi ottenuti. La terracotta si presenta costituita da una matrice argillosa abbastanza compatta e uniforme di colore arancione (Fig. 7). L'impasto si presenta omogeneo e molto depurato con pochi minerali visibili, oltre a quelli dell'argilla che costituisce la matrice ma i cui minerali non sono distinguibili con l'osservazione tramite microscopio ottico-mineralogico. L'analisi FTIR ha permesso di individuare la presenza, oltre ai minerali dell'argilla, di carbonato di calcio, tracce di gesso e di sostanze proteiche (probabilmente colla). Relativamente alla patinatura originale le analisi hanno mostrato la seguente articolazione degli strati (Fig. 8): al di sopra della stuccatura che risarcisce la terracotta, è visibile uno strato costituito da particelle gialle e rosse che dall'analisi Raman sono risultate costituite da giallo di Napoli ed ematite; sottilissimo strato di gesso visibile in una parte della sezione e probabilmente riferibile ad una stuccatura vicina al punto di prelievo del campione; due mani di bianco di piombo molto uniformi dello spessore di circa 30-40 μm ciascuno con evidenti crettature, la fluorescenza gialla di questo strato indica l'uso di un legante oleoso; particelle nere in superficie costituite da carbone. L'analisi FTIR ha messo in evidenza anche la presenza di sostanze organiche proteiche che probabilmente sono state impiegate insieme al gesso per le stuccature.

Nelle zone individuate come ridipinture (nastro azzurro sui capelli e zona bianca centrale sul retro all'altezza delle spalle) l'analisi micro Raman ha permesso di individuare la presenza di blu oltremare, ematite, carbone, gesso, litopone (solfato di bario e solfuro di zinco), magnetite e cotunnite per la zona del nastro dei capelli; carbone, ematite, magnetite, quarzo, goethite e litopone per la zona bianca sul retro. La cotunnite (PbCl_2) è un minerale presente frequentemente delle zone vulcaniche ma raramente riscontrato nelle policromie [4]. Il carbone, presente in tutti i campioni esaminati, è certamente legato ai materiali depositati nel tempo sul manufatto.

Relativamente alle stuccature, sono stati determinati diversi materiali. Sul retro, le stuccature originali, effettuate molto probabilmente dall'autore dell'opera per i danni già prodottisi in fase di cottura, sono stati impiegati gesso e colla. La malta impiegata per rivestire le stuccature sul retro è costituita da calcite, gesso e coccio pesto che fa assumere al materiale un colore rosato. Inoltre, al di sotto della barba, sul petto del busto, è stato individuato uno stucco adesivo che, dall'analisi FTIR, è risultato costituito da una resina naturale di tipo terpenico. Le maggiori analogie si riscontrano con la resina sandracca.

Infine, l'analisi della malta interna alla scultura ha evidenziato la presenza di calcite micritica con aggregati costituiti principalmente da sabbia e pozzolana.

4. Studio bibliografico

Individuato il laser come possibile soluzione ai problemi di pulitura della scultura, si è iniziato uno studio bibliografico sull'argomento, finalizzato alla presa in esame di esperienze simili. Dai risultati dei primi test di pulitura con il laser di opere d'arte, realizzati a Venezia nei primi anni settanta del novecento [5], la diffusione del laser come strumento utilizzato dai restauratori si è sviluppata in particolare nell'ambito del restauro lapideo e la letteratura sull'argomento è ormai piuttosto consistente e variegata. Sono rare, invece, le pubblicazioni che hanno come tema specifico l'impiego del laser per la pulitura di opere in terracotta. Di seguito riportiamo le esperienze pubblicate che abbiamo avuto modo di esaminare.

In un lavoro del 1996 sulla pulitura di elementi architettonici in terracotta [6], gli autori, Larson e Cooper, hanno condotto uno studio sulla possibilità di impiegare il laser per la nettatura di questo tipo di materiale. Sono stati eseguiti dei test di pulitura su dei campioni di terracotta ricoperti da uno strato di sporco a imitazione di quello presente sugli elementi architettonici originali. L'apparecchiatura impiegata per questi test di pulitura era un laser Nd:YAG Q-Switch, con una durata dell'impulso di 6 ns e diametro del fascio di 3 mm. Dopo le prove di pulitura sono state esaminate le superfici impiegando

microscopia ottica, SEM e EDA (Energy Dispersive Analysis), per rilevare le eventuali modificazioni originatesi sui campioni. I risultati ottenuti hanno dimostrato un'efficiente rimozione dello strato di sporco, senza modificazione della superficie della terracotta, se la fluenza rimane nell'intervallo di $0.05\text{--}0.1\text{ J/cm}^2$. Altri test eseguiti con il laser in modo normal mode e con una lunghezza dell'impulso di $100\text{ }\mu\text{s}$, hanno documentato che in queste condizioni operative non è possibile rimuovere in modo efficiente i depositi di sporco senza provocare modificazioni sulla superficie della terracotta. Alla luce di questi test sperimentali gli autori hanno realizzato la pulitura dei pannelli in terracotta dimostrando che con il laser è possibile rimuovere uno strato di sporco molto aderente a una superficie molto deteriorata, senza produrre modificazioni del substrato.

Nel fondamentale volume curato da Martin Cooper "Laser cleaning in conservation" [7], sono documentate due esperienze di uso del laser su terracotta: la pulitura di una grande scultura seicentesca rappresentante Nettuno attribuita a Puget e l'intervento realizzato su degli elementi architettonici provenienti dalla facciata di un edificio vittoriano di Liverpool.

Nel caso della scultura la prima fase della pulitura è stata condotta impiegando una fluenza di solo 0.3 J/cm^2 . In seguito, in quei punti dove lo strato di sporco era più spesso e più tenacemente aderente alla superficie si è condotto un secondo passaggio con una fluenza maggiore, 0.5 J/cm^2 . Danni alla superficie della terracotta si sono riscontrati solo al superamento della soglia di fluenza corrispondente a 0.7 J/cm^2 . Cooper afferma che con l'impiego del laser è stato possibile rimuovere in maniera controllata gli strati di sporco riuscendo a preservare gli strati più delicati della superficie.

Nel caso degli elementi architettonici, la pulitura con il laser ha permesso di rimuovere gli strati sottili di sporco accumulatosi per l'esposizione di anni all'inquinamento atmosferico. Con una fluenza di 0.4 J/cm^2 e una frequenza di ripetizione di 10 Hz , ed eseguendo la bagnatura della superficie, è stato possibile rimuovere la maggior parte dello sporco depositato sulle superfici.

In un articolo del 2000 che ha come argomento lo sviluppo della tecnologia laser applicata alla conservazione [8], tra gli esempi applicativi citati, è riportato il caso della pulitura di una scultura in terracotta del settecento, opera dello scultore francese Clodion. In quest'occasione, utilizzando il laser è stato possibile eseguire una rispettosa nettatura, che ha consentito di preservare le tracce di colore originale presenti sulle superfici. In un interessante contributo del 2005 [9], il laser è stato selezionato come possibile soluzione da utilizzare per le operazioni di pulitura delle sculture in terracotta che decorano il timpano del portale di Palos, della Cattedrale di Siviglia in Spagna. Anche in questo lavoro sono stati eseguiti dei test di pulitura, utilizzando un laser Q-Switch Nd:YAG. Le porzioni pulite sono state sottoposte a controlli scientifici e dagli esiti di questi test è risultato che la lunghezza d'onda di 1064 nm , con una fluenza di 0.2 J/cm^2 , è la più efficiente e al contempo rispettosa del fragile substrato. Dall'esame della bibliografia risulta che il tipo di laser che ha dato migliori esiti nella pulitura di sculture in terracotta, sia per efficienza, sia per rispetto del substrato, è il laser Nd:YAG con le seguenti caratteristiche: modo Q-Switch, lunghezza d'onda di 1064 nm , lunghezza dell'impulso $5\text{--}10\text{ ns}$. Inoltre è stato dimostrato che l'intervallo di valori di fluenza entro il quale non si hanno modificazioni del substrato è tra 0.3 e 0.7 J/cm^2 .

Infine, in ragione della presenza dei residui della patinatura originale bianca, costituita da bianco di piombo, si è ritenuto opportuno esaminare gli studi pubblicati sugli effetti dell'irraggiamento laser di pigmenti. Tra tutte le referenze è particolarmente interessante lo studio condotto sugli effetti del laser IR (1064 nm) sui pigmenti e strati dipinti [10], in cui si evidenzia la notevole sensibilità del bianco di piombo, che si altera in grigio a seguito dell'irraggiamento.

5. Prove di pulitura

Prima di iniziare le operazioni di nettatura della scultura sono stati realizzati, come da buona prassi, dei saggi di pulitura. Si è reputato necessario eseguire dei test di confronto, utilizzando un materiale a volte

impiegato nella pulitura di sculture in terracotta: una soluzione al 5% di triammonio citrato. Per questo motivo sono stati eseguiti dei saggi di pulitura con una soluzione di triammonio citrato al 5% (saliva sintetica) applicata alla superficie con tamponi di cotone idrofilo (Fig. 9). Accanto a questi primi saggi sono stati realizzati 5 test con l'apparecchiatura laser (Fig. 10). Un sesto saggio di pulitura laser è stato eseguito in corrispondenza di una parte della superficie con dei residui della patinatura originale ricoperta dalla ridipintura (Fig. 11). L'apparecchiatura impiegata (l'ARTINY laser della Lambda Scientifica di Vicenza) è un laser Nd:YAG Q-Switch, con una durata dell'impulso di 20 ns e diametro del fascio di 3 mm. L'intervallo di valori di fluenza impiegati è stato: 0.03-0.1 J/cm², mantenendoli al di sotto di quello riscontrato nella letteratura esaminata (0.05-0.7 J/cm²), entro il quale non si hanno modificazioni del substrato.

Di seguito riportiamo la descrizione e le modalità operative dei test eseguiti con il laser:

Saggio n 1 (Fig. 12)- a secco, lunghezza d'onda 1064 nm, frequenza 1 Hz, energia 10 mJ, distanza dalla superficie 30 cm, diametro dello spot 7 mm – fluenza 0,03 J/cm²

Con il livello di fluenza più bassa è possibile rimuovere parte dello sporco e comunque ottenere un livello omogeneo.

Saggio n 2 (Fig. 12)- a secco, lunghezza d'onda 1064 nm, frequenza 1 Hz, energia 25 mJ, distanza dalla superficie 30 cm, diametro dello spot 7 mm – fluenza 0,06 J/cm²

Con questo livello di fluenza intermedia lo sporco viene quasi completamente rimosso nel pieno rispetto del substrato (controllo effettuato con stereo-microscopio).

Saggio n 3 (Fig. 12)- a secco, lunghezza d'onda 1064 nm, frequenza 3 Hz, energia 40 mJ, distanza dalla superficie 30 cm, diametro dello spot 7 mm – fluenza 0,1 J/cm²

Con questo terzo livello di fluenza lo strato di sporco è completamente rimosso, nel pieno rispetto del substrato (controllo effettuato con stereo-microscopio).

Saggio n 4 (Fig. 13)- a umido (bagnatura con tampone di cotone), lunghezza d'onda 1064 nm, frequenza 3 Hz, energia 10 mJ, distanza dalla superficie 30 cm, diametro dello spot 7 mm – fluenza 0,03 J/cm²

Con questo livello di fluenza e a umido la rimozione dello sporco è efficiente seppure si abbia un cambiamento del colore del substrato (probabile arricchimento d'idrossidi di ferro della superficie).

Saggio n 5 (Fig. 13)- a secco, lunghezza d'onda 1064 nm, frequenza 3 Hz, energia 10 mJ, distanza dalla superficie 30 cm, diametro dello spot 7 mm – fluenza 0,03 J/cm²

Rimozione discreta dello sporco senza variazione del colore della superficie.

Saggio n 6 (Fig. 11)- sulla superficie nuda della terracotta (a secco, lunghezza d'onda 1064 nm, frequenza 4 Hz, energia 10 mJ, distanza dalla superficie 15 cm, diametro dello spot 4 mm – fluenza 0,08 J/cm²), sulla ridipintura (a secco, lunghezza d'onda 1064 nm, frequenza 3 Hz, energia 10 mJ, distanza dalla superficie 30 cm, diametro dello spot 7 mm – fluenza 0,03 J/cm²)

Rimozione efficace dello sporco senza variazione del colore della superficie della terracotta, indebolimento della ridipintura sovrapposta alla patinatura originale bianca.

Con i risultati ottenuti dai test di pulitura, si è confermato che il laser permette di eseguire una pulitura molto selettiva, consentendo una progressione stratigrafica nella rimozione dello strato di sporco. Infatti, dal confronto visivo con i test eseguiti con la saliva sintetica, si può osservare come il laser

consenta una gradualità nella rimozione del materiale estraneo (Fig. 12), che è molto difficile da ottenere, se non impossibile, con la soluzione di triammonio citrato.

6. Intervento di pulitura

Alla luce dei risultati ottenuti con i test di pulitura, si è dato inizio all'intervento, pulendo la superficie della terracotta priva di rivestimento e utilizzando esclusivamente il laser, utilizzando il range di valori di fluenza 0.03-0.1 J/cm². In seguito, nelle zone dove era presente la patinatura originale bianca, coperta dalla spessa ridipintura posticcia, si è eseguito un primo passaggio con il laser e si è potuto osservare che: il laser provocava un'alterazione della ridipintura (che da bruno scuro virava verso un rosa salmone) e che pur non rimuovendola, indebolendone i legami chimici, ne facilitava considerevolmente la successiva eliminazione con solventi (miscela di acetone+saliva sintetica) (Fig. 14). Nelle aree dove la patinatura originale bianca non era ricoperta dalla ridipintura, la pulitura è stata eseguita con la sola saliva sintetica.

Il laser è stato utilizzato sulla parte frontale del torso, volto e barba esclusi, evitando di irraggiare le parti in cui la patinatura bianca era esposta (Fig. 15).

Sul retro il laser è stato utilizzato solo sulla terracotta priva di patinatura e laddove erano presenti tracce di patinatura bianca non coperte dalla ridipintura, si è utilizzata la saliva sintetica, applicata a tampone (Fig. 16).

Sempre sul retro il trattamento con laser della ridipintura è stato eseguito esclusivamente nelle zone corrispondenti ai capelli e al nastro (Fig. 16). Anche in questo caso sono state isolate e non trattate con il laser le parti in cui erano visibili residui di colore bianco privi di ridipintura. Le spalle sono state pulite completamente mediante laser, sempre risparmiando i residui della patinatura bianca.

Conclusioni

L'impiego del laser ha permesso di compiere la pulitura in modo selettivo e modulato, su delle superfici talmente deteriorate da non consentire un intervento di tipo tradizionale. In particolare, l'esfoliazione e la polverizzazione del corpo ceramico impedivano di operare senza danno sulle superfici e l'impiego del laser ha permesso di eseguire la pulitura evitando il pre-consolidamento del corpo della terracotta.

Infine, ottimi risultati sono stati raggiunti impiegando il laser per “indebolire” lo strato di ridipintura e agevolarne la successiva rimozione con solventi.

L'uso del laser ci ha consentito di intervenire in completa sicurezza, salvaguardando la stabilità strutturale e conservativa dell'opera. La patinatura originale è stata completamente recuperata, esaltando la valenza estetica della scultura (Fig. 17) e diminuendo in modo sostanziale i tempi di esecuzione della pulitura.

Referenze bibliografiche

1 A. Cionci, Il tenore collezionista. Vita, carriera lirica e collezioni di Evan Gorga, Firenze, 2004

2 C. Piva, Restituire l'antichità. Il laboratorio di restauro della scultura antica del Museo Pio-Clementino, Roma, 2007

3 M. B. Guerrieri Borsoi, Gaspare Sibilla «scultore pontificio», in Studi sul Settecento Romano. Sculture romane del Settecento, la professione dello scultore, E. Debenedetti (a cura di), Roma, 2002, p. 151-189

- 4 M. Naruse, *Investigation of inorganic pigments used on the Shoso-in objects by X-ray analyses*, Spectrometric Examination in Conservation, October 31 - November 2 1994 Tokyo National Research Institute of Cultural Properties, Tokyo, Japan (1996), 168-176
- 5 L. Lazzarini, J.F. Asmus, L. Marchesini, Lasers for the cleaning of statuary: initial results and potentialities, in: Colloque international sur la deterioration des pierres en oeuvre, La Rochelle, 1972, Chambéry, 1973, p. 89-94
- 6 J. Larson, M. Cooper, The use of laser energy for cleaning architectural terracotta decoration, in: Architectural ceramics: their history, manufacture and conservation. A joint symposium of English Heritage and the UKIC, 22 - 25 September 1994, English Heritage, London, 1996, p. 92-100
- 7 M. Cooper (a cura di), Laser cleaning in conservation: an introduction, London, 1998
- 8 J. Larson, M. Cooper, S. Sportun, Developments in the application of laser technology for conservation, in: Tradition and innovation: advances in conservation. Contributions to the IIC Melbourne congress, 10-14 October 2000, Roy, Ashok, Smith, Perry (a cura di), International Institute for Conservation (IIC). London, 2000, p. 107-110
- 9 M. Oujja, et altri, Laser cleaning of terracotta decorations of the portal of Palos of the Cathedral of Seville, in: Journal of cultural heritage, Vol. 6, N. 4, 2005, p. 321-327
- 10 A. Schnell, L. Goretzki, and Ch. Kaps, IR-Laser Effects on Pigments and Paint Layers, in Laser in the Conservation of Artworks, LACONA V Proceedings, Osnabrück, Germany, September 15-18, 2003, K. Dickmann, C. Fotakis, J.F. Asmus (a cura di), Berlin, 2005, p. 291-296

Elenco figure e didascalie

- fig. 1 Il busto del Nilo (prima del restauro)
- fig. 2 Particolare del volto del Nilo (prima del restauro)
- fig. 3 Particolare della spalla con residui della patinatura originale ricoperti dalla ridipintura (prima del restauro)
- fig. 4 Particolare della parte bassa del busto (prima del restauro)
- fig. 5 Particolare delle integrazioni in gesso con residui di colore (prima del restauro)
- fig. 6 Particolare del busto, stato di estremo degrado della terracotta (prima del restauro)
- fig. 7 Sezione sottile del campione nr.1. Ingrandimento obiettivo 10x
- fig. 8 Sezione lucida del campione nr. 3. Ingrandimento obiettivo 10x
- fig. 9 Particolare, saggi di pulitura con triammonio citrato al 5% (saliva sintetica)
- fig. 10 Particolare, saggi di pulitura con saliva sintetica e 5 saggi di pulitura laser
- fig. 11 Particolare, saggio di pulitura laser
- fig. 12 Particolare, saggi di pulitura laser (numerati da 1 a 3)
- fig. 13 Particolare, saggi di pulitura laser (numerati da 4 a 5)
- fig. 14 Particolare, saggio di rimozione della ridipintura (riquadro tratteggiato rosso)
- fig. 15 Grafico delle aree trattate con il laser (fronte)
- fig. 16 Grafico delle aree trattate con il laser (retro)
- fig. 17 Il Nilo dopo il restauro