

Il progetto COBRA e il recupero degli affreschi nel cupolino di San Costanzo a Ronciglione

Il progetto COBRA, promosso dall'ENEA e finanziato dalla Regione Lazio, ha come obiettivo lo sviluppo e la diffusione di metodi, tecnologie e strumenti avanzati per la conservazione dei beni culturali, basati sull'applicazione di radiazioni e di tecnologie abilitanti.

Nell'articolo viene illustrato il primo caso di studio, che riguarda gli affreschi sulla cupola di San Costanzo a Ronciglione, in provincia di Viterbo

DOI 10.12910/EAI2016-050

di Roberta Fantoni, Luisa Caneve, Massimo Francucci, Massimiliano Guarneri, Valeria Spizzichino, Franca Persia, Angelo Tati, ENEA
Maria Fernanda Falcon Martinez, Chiara Giuffrida, Francesca Scirpa, Adriana Adelmann, Restauratrici
Alessandro Zanini, Laura Bartoli, El.En. SpA

Un popolo senza la conoscenza della propria storia, origine e cultura, è come un albero senza radici
(Marcus Garvey)

Il titolo di questo numero della Rivista, che ho avuto l'onore e l'onere di coordinare insieme al collega Andrea Fidanza, è stato scelto per sottolineare il passaggio epocale da una fruizione passiva, la contemplazione distaccata del “bello”, ad una interattiva in cui il bene

culturale viene vissuto nella realtà contemporanea entrando a farne parte al punto da diventare “possibile”. A questo passaggio danno un contributo particolarmente significativo le nuove tecnologie che offrono opportunità rilevanti per la conservazione e la fruizione dei beni culturali: dalla diagnostica su materiali e sugli effetti di degrado dovuti all'ambiente, al monitoraggio strutturale per prevenire danni sia ai beni che agli utenti.

D'altra parte il patrimonio culturale identifica la cultura di un popolo attraverso canoni estetici che si sono formati nel corso dei secoli. La distruzione del patrimonio culturale corrisponde, quindi, ad un tentativo di distruggerne l'anima. Dalla distruzione delle grandi biblioteche dell'antichità ai recenti fatti di Palmira, le furie iconoclaste hanno sempre avuto lo scopo preciso di operare un “genocidio” culturale che spesso, e purtroppo



po, precede il genocidio fisico. Conservare il patrimonio culturale diventa allora un dovere per chi vuole trasmettere i propri valori di civiltà alle generazioni future, ma la conservazione pura e semplice, oltre a non essere tecnicamente facile e spesso costosa, può non bastare. Un'attenta conservazione deve implicarne una altrettanto corretta fruizione, fondamentale per tramandarne i valori che la cultura esprime. Questo è già possibile anche cambiandone la destinazione d'uso: le Terme di Caracalla, ad esempio, da lussuosi bagni pubblici sono diventati un incomparabile scenario per il teatro lirico estivo. Attraverso strumenti ITC, ormai di

larga diffusione e particolarmente graditi alle nuove generazioni, esistono alternative alla fruizione diretta sia in forma remota che virtuale. Benché risulti difficile considerarle una valida sostituzione all'incomparabile impatto della visita *in situ*, ne va sottolineata l'importanza nei casi legati ad opere poco accessibili per l'ambiente ostile in cui si trovano (parchi sottomarini) o per la loro intrinseca fragilità (ambienti ipogei). La possibilità di visite virtuali, in questi casi, è da considerarsi come una opzione di notevole importanza per la diffusione della cultura. La fruizione digitale in rete resta inoltre l'unico accesso alle opere, quando non esposte in appositi

spazi musivi o mostre temporanee. Non solo. La possibile integrazione del reale con il virtuale, infatti, in un sito archeologico, per una vera e propria immersione nel passato, è un modo di fare cultura, sempre più apprezzato, che sta introducendo con successo tecniche di spettacolo multimediale nella fruizione del patrimonio culturale. Il *Viaggio nei Fori - Foro di Augusto e Foro di Cesare - 2 storie e 2 percorsi* a cura di Piero Angela e Paco Lanciano, realizzato a Roma nell'estate del 2016, ne è un esempio considerevole. La fruizione, sia nella forma diretta che nella forma virtuale, produrrà di conseguenza un aumento della consapevolezza del cittadino, sia

esso turista o residente, della importanza di possedere un patrimonio culturale così rilevante come quello presente nel nostro Paese, anche come volano della economia. Ad esempio la conservazione di un intero borgo medievale, nel rispetto dei moderni criteri antisismici e di risparmio energetico, può fare da traino ad un turismo responsabile che valorizzi anche gli aspetti intangibili della cultura ad esso associabili, dalla musica e le rappresentazioni storiche agli eventi popolari e la cucina tradizionale.

Tecnologie e patrimonio culturale non sono quindi corpi estranei in quanto la tecnologia del domani, usando le parole di Edward Teller, altro non è che la scienza di oggi.

In questo articolo, che apre la sezione Focus, si vuole anche parlare del contributo che le nuove tecnologie possono offrire sia alla conservazione sia alla fruizione dei beni culturali, così come è avvenuto nel caso di studio degli affreschi sulla cupola di San Costanzo a Ronciglione, una battaglia contro il degrado vinta grazie alla tecnologia laser.

Possiamo quindi affermare che il progetto regionale COBRA è una scommessa per l'innovazione tecnologica nel settore dei Beni Culturali.

Nell'ambito della Legge regionale 13/2008 nel 2014 la Regione Lazio ha presentato un bando per l'innovazione tecnologica al quale l'ENEA ha partecipato con successo proponendo il progetto COBRA, dedicato allo sviluppo e diffusione di metodi, tecnologie e strumenti avanzati per la Conservazione dei Beni culturali, basato sull'applicazione di Radiazioni e tecnologie Abilitanti¹. I principali

obiettivi di questo progetto riguardano lo sviluppo di dimostratori per gli end user nel settore della conservazione dei beni culturali e la dimostrazione e promozione delle tecnologie innovative su cui questi dispositivi si basano. Fra le tecnologie proposte dall'ENEA, in COBRA rientrano quelle basate sull'impiego della radiazione laser sia per le diagnostiche non invasive su superfici dipinte sia per il restauro delle medesime mediante tecniche di pulitura selettiva. Per quest'ultima tipologia di azioni all'ENEA si è affiancata la El.En. SpA con la sua riconosciuta esperienza nella realizzazione di sistemi laser dedicati.

Fin dal suo inizio, il 21 luglio 2015, il progetto si è posto il problema di affrontare casi di studio reali nel Lazio sui quali dimostrare l'efficacia di interventi possibili solo a fronte dell'innovazione tecnologica. La diffusione dell'innovazione tecnologica nel settore dei beni culturali soffre di due importanti colli di bottiglia, uno legato al costo proprio delle tecnologie, per cui le indagini diagnostiche sui materiali e sulle strutture vengono eseguite solo raramente nella fase preliminare prima di giungere al progetto definitivo appaltabile, e l'altro alla necessità di formazione di personale specializzato. Il progetto ha tentato di superare entrambi questi ostacoli mettendo a disposizione dimostratori di tecnologie replicabili a costo contenuto, il supporto tecnico del proprio staff e formando i restauratori per il loro utilizzo. Per realizzare significativi casi di studio sono state stimulate proposte da parte di operatori nel settore, Sovrintendenze e restauratori, invitandoli a presentare problemi

conservativi rilevanti avuti con i mezzi tecnici a loro disposizione e per cui si sia ritenuto utile l'ausilio di tecnologie diagnostiche. Il primo caso di studio sul quale il progetto COBRA è stato chiamato a confrontarsi riguarda un intervento dimostrativo di tecnologie laser per il recupero degli affreschi cinquecenteschi nella cupola della Chiesa di San Costanzo a Ronciglione, in provincia di Viterbo. Il caso di studio è risultato particolarmente complesso e quindi molto stimolante dal punto di vista delle applicazioni tecnologiche. Gli affreschi, affioranti a tratti sotto due strati di successive scialbature, risultavano in pessimo stato di conservazione e la loro completa ripulitura con tecniche tradizionali appariva impossibile. Le tecnologie optoelettroniche per le quali l'ENEA ha messo a punto sistemi compatti trasportabili, utilizzati anche sui cinque piani di impalcature già presenti nel cantiere, sono state in primo luogo utilizzate per documentare lo stato della superficie, caratterizzandone sia la morfologia che la composizione. Nello specifico le principali questioni aperte hanno riguardato:

- la caratterizzazione dei leganti degli strati policromi sovrapposti agli affreschi;
- la presenza di biodeteriogeni, localizzazione e identificazione;
- la mappatura e riconoscimento delle aree in cui si conservava ancora l'affresco;
- l'efficacia e la penetrazione dei consolidanti utilizzati;
- la presenza di umidità, i distacchi degli intonaci, i rifacimenti e le fessurazioni
- l'applicabilità e l'efficacia della pulitura laser.



L'ENEA ha utilizzato le proprie tecnologie, in particolare due sistemi di indagine ottica e spettroscopica e una termocamera, che hanno fornito risposte immediate, anche preliminari, ai suddetti quesiti. In particolare è stato utilizzato un sistema di scansione laser tricromatica (RGB-ITR), brevettato da ENEA [1, 2], che consente di analizzare e digitalizzare remotamente sia le componenti colorimetriche che strutturali dell'opera investigata, al fine di individuare, ad esempio, alterazioni pigmentali e micro-fessurazioni.

Il prototipo ENEA di sistema laser a scansione di fluorescenza (LIF scanning) [3] è stato impiegato in selezionate aree, permettendo l'individuazione del bio-degrado e lo studio della diffusione dei consolidanti utilizzati nel restauro in corso. È stato inoltre impiegato un sistema laser Raman portatile per la caratterizzazione degli strati di ridipintura. Quest'ultima indagine puntuale ha permesso l'identificazione di alcuni pigmenti di uso comune e l'esclusione dell'utilizzo della tempera o di leganti organici, confermando l'ipotesi della stesura di una tinta a calce. L'applicazione della termografia ha inoltre per-

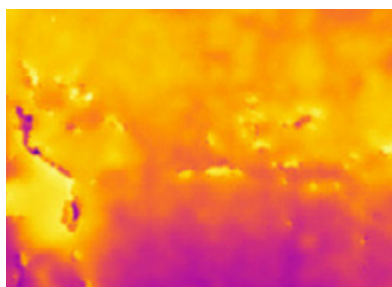


Fig. 1 Immagine termografica del settore ovest della cupola acquisita in alto, in prossimità del lucernario. In giallo le zone con maggiore presenza di umidità. Sono evidenti distacchi e fessurazioni (in basso a sinistra)



Fig. 2 Cupola di San Costanzo a Ronciglione, vicino Viterbo. Recupero di affreschi del tardo Cinquecento: il dettaglio del volto di un angelo musicante come era prima del restauro (a sinistra) e come è oggi (a destra)

messo di rilevare l'estrema disomogeneità dell'adesione dell'intonaco alla muratura con individuazione dei distacchi. In particolare le immagini riguardanti i livelli superiori della cupola (Figura 1) presentano uno stato di conservazione molto critico a causa delle infiltrazioni dell'acqua piovana, responsabili di cristallizzazione dei Sali e della presenza di fenomeni di attacco biologico. Le immagini ottenute con la termografia, combinate con quelle relative alle differenze di spessori sub-millimetrici, misurate mediante RGB-ITR, hanno contribuito a un efficace utilizzo della tecnica di pulitura laser, già presa in considerazione in seguito a tentativi non efficaci con tecniche chimiche e meccaniche. La pulitura laser è stata monitorata nei test iniziali tramite i sistemi di diagnostica laser ed immagini fotografiche (Figura 2). Nonostante sia stata messa in sicurezza grazie a importanti interven-

ti strutturali, la cupola presenta le pesanti conseguenze di una lunga storia di infiltrazioni, negligenza e abbandono che ha lasciato dietro di sé gravi conseguenze, come disgregazione degli intonaci, efflorescenze saline, distacchi e lacune con conseguente perdita di materiale originale (Figura 3). Lo strato pittorico si presenta molto deteriorato e sono evidenti diversi momenti decorativi sovrammessi. Al momento del restauro la superficie pittorica raffigurava un finto cassettonato, che costituisce il momento decorativo più recente. Dopo aver studiato la superficie è stato subito evidente che questa decorazione riprende un'altra fase decorativa antecedente perfettamente coincidente per decori e toni. La scoperta più significativa è stata il ritrovamento di un terzo strato pittorico ad affresco più antico, raffigurante una gloria di angeli musicanti sopra un cielo e nuvole. Il tutto poggia in maniera

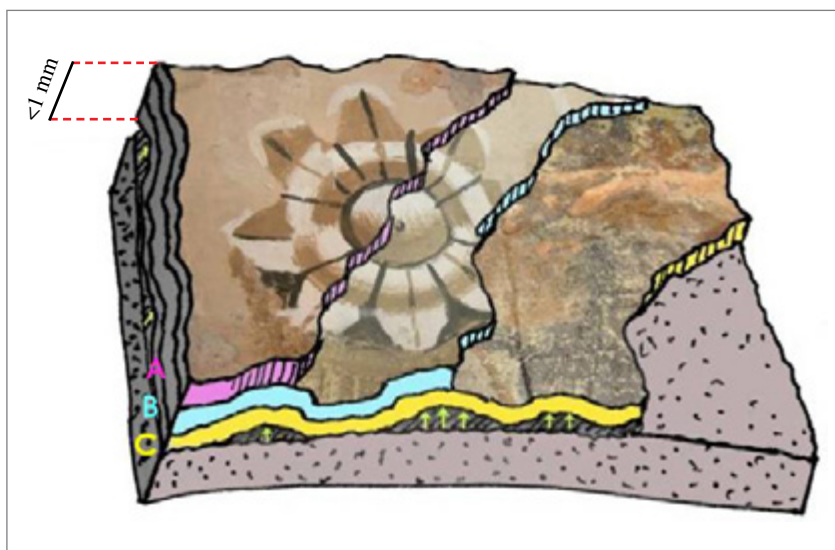


Fig. 3 Stratigrafia delle decorazioni della cupola di San Costanzo: A - Policromia con motivo a lacunari, finitura a calce che riprende il motivo decorativo sottostante; B - Policromia con motivo a lacunari eseguito a calce direttamente senza strato preparatorio e con incisioni delle geometrie direttamente sull'affresco; C - Affresco con gloria di angeli, presenta lacune, finiture a secco e forti stati di decoesione, in verde i diffusi distacchi anche di qualche cm

disomogenea, con distacchi a volte di notevole entità, su un substrato fortemente decoeso ed intriso di biodeteriogeni e sali.

Lo stato di conservazione degli intonaci vincola la tipologia d'intervento. Gli strati tenacemente carbonatati, ormai solidali ma fragili nell'insieme, non permettono una lavorazione con metodi tradizionali, chimici o meccanici. Il degrado è tale che lo strato policromo sollevato riesce a malapena a sostenere il proprio peso. In molte parti lo strato di affresco sollevato dalla malta di supporto è in realtà tenuto insieme dalle scialbature sovrastanti.

Le numerose problematiche emergenti, le difficoltà operative con metodi tradizionali hanno indirizzato gli operatori, in collaborazione con l'ENEA e l'El.En. SpA, alla prova della pulitura laser che si è dimostrata un ottimo alleato nella riscoperta degli affreschi originali. Il sistema laser utilizzato è un EOS

COMBO il quale combina due regimi temporali appositamente sviluppati per la pulitura di Beni Culturali: il regime *Short Free Running* (SFR), con durata dell'impulso variabile da 50 a 110 μ s, e il *Long Q-Switch* (LQS), con impulsi da 100 ns. Il sistema consente di poter variare, oltre alla durata dell'impulso, l'energia e la frequenza di ripetizione, permettendo di adattare la lavorazione alle numerose variabili di uno scenario così complesso. Il laser, in questo caso, ha agito tramite un effetto detto di "spallazione secondaria" che ha permesso il distacco puntuale di micro porzioni delle ridipinture.

A seconda della zona in lavorazione era possibile trovare: presenza di sali fra l'affresco e le ridipinture, strati pittorici tenacemente solidali fra loro, distacchi dei tre strati dell'ordine dei 3/4 cm, uno strato di intonachino già frammentario al momento della ridipintura, fino

al caso più problematico in cui si ritrovava solo pigmento allo stato di polvere.

Il laser nell'intervento di pulitura ha dimostrato la minima invasività (la pulitura viene facilitata a volte solo con l'assistenza di una vaporizzazione di acqua e alcool) e soprattutto la grande precisione in quanto il processo di pulitura interessa solo l'area illuminata dal fascio, regolabile per intensità e grandezza (1,5-6 mm).

D'altro canto l'utilizzo del laser, per quanto decisamente risolutivo, ha mostrato in questo contesto così particolare alcune criticità, in quanto la variabilità delle situazioni e del grado di conservazione del velo pittorico hanno costretto i restauratori a lenti e laboriosi aggiustamenti dei parametri operativi, lavorando peraltro a basse frequenze.

Per la presenza di policromie in tutti gli strati, sia in quelli da rimuovere che ovviamente in quelli da conservare, è stato difficile sfruttare la selettività cromatica propria del laser, anche perché non è stato possibile fissare o preconsolidare le superfici policrome, altrimenti la pulitura laser sarebbe stata ancora più difficoltosa e lenta per la presenza di consolidanti.

Grazie alla collaborazione fra restauratori e ricercatori del progetto COBRA, per la cupola di San Costanzo sono state trovate e applicate tecnologie e soluzioni altrimenti insostenibili per un ordinario intervento di restauro. COBRA, infatti, ha dato la possibilità alle restauratrici di essere supportate da una importante fase diagnostica e di essere addestrate all'utilizzo del sistema laser.

Quello della cupola e della chiesa di San Costanzo ha rappresentato un restauro "in progress", che ha



visto consolidarsi la collaborazione interdisciplinare, anche nelle successive fasi di intervento, attraverso un lavoro sinergico nel miglioramento degli obiettivi scientifici, nella formazione tecnica degli operatori e nella ricerca di nuove possibilità applicative degli studi fatti tra cui test sui materiali utilizzati, supporto alla catalogazione, divulgazione e calibrazione di immagini fotografiche, ampliamento della banca dati delle strumentazioni, apertura di nuovi campi di collaborazione con l'ENEA.

I lavori si concluderanno probabilmente entro il 2016, con la riscoperta dei bellissimi affreschi che la cupola come uno scrigno ha nascosto nei secoli.

Ringraziamenti

Si ringraziano: la Soprintendenza Archeologia, Belle Arti e Paesaggio area metropolitana di Roma, provincia di Viterbo e Etruria Meridionale, in particolare il direttore dei lavori per il restauro della cupola, dott.ssa Luisa Caporossi, e

la progettista, dott.ssa Federica di Napoli Rampolla; l'architetto Pietro Lateano, direttore del cantiere di restauro della Chiesa di San Costanzo, e Don Silvio Iacomi, parroco della medesima.

Si ringraziano inoltre i tecnici ENEA Massimiliano Ciaffi e Gaetano Terranova per il supporto fornito durante la campagna.

*Per saperne di più:
roberta.fantoni@enea.it*

¹ L'attività dell'ENEA è stata interamente svolta nell'ambito del progetto COBRA (n. 1031 LR 13/2008) finanziato dalla Regione Lazio.

BIBLIOGRAFIA

Guarneri, M., Ferri De Collibus, M., Fornetti, G., Francucci, M., Nuvoli, M. and Ricci, R., "Remote colorimetric and structural diagnosis by RGB-ITR color laser scanner prototype", *Advances in Optical Technologies*, Vol. 2012, 1 – 6 (2012)

Guarneri, M., Danielis, A., Francucci, M., Ferri De Collibus, M., Fornetti, G., Mencattini A., "3D remote colorimetry and watershed segmentation techniques for fresco and artwork decay monitoring and preservation", *Journal of Archaeological Science*, 46, 182– 190 (2014)

Caneve, L., Colao, F., Fantoni, R. and Fiorani, L., "Scanning lidar fluorosensor for remote diagnostic of surfaces", *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research A*, 720, 164–167 (2013)