



Radiografia X su decorazioni architettoniche presso la chiesa dei SS Luca e Martina in Roma.[†]

Ombretta Tarquini,^a Marcello Colapietro,^a Augusto Pifferi.^a



La radiografia a raggi X è una tecnica d'indagine non distruttiva, che consente di ottenere immagini delle strutture interne di un oggetto. Per l'utilizzo della tecnica di indagine per lo studio di decorazioni architettoniche è stato necessario realizzare uno strumento trasportabile ad hoc. Questo rapporto descrive la strumentazione realizzata per lo studio delle decorazioni architettoniche della chiesa dei SS Luca e Martina in Roma.

Keywords: Strumentazione trasportabile per radiografia X digitale, decorazioni architettoniche.

1 Introduzione

La radiografia X è una tecnica d'indagine non distruttiva, che consente di ottenere immagini delle strutture interne di un oggetto mediante l'impiego di radiazione X penetrante. La misura avviene in trasmissione: l'oggetto viene posto tra la sorgente ed il rivelatore. La metodologia si basa sull'assorbimento selettivo dei raggi X da parte della materia, descritto dalla legge di Lambert-Beer. La radiazione X che investe un oggetto eterogeneo subirà delle variazioni nell'intensità trasmessa che dipendono dallo spessore, dalla struttura e dal tipo di atomi che lo costituiscono. Gli atomi con numero atomico N grande (esempio Pb $N=82$) sono meno trasparenti ai raggi X rispetto ad atomi con N piccolo (esempio Ca $N=20$). Il risultato dell'analisi è un'immagine digitale in bianco e nero. L'immagine risulta più scura dove sul rivelatore arriva un gran numero di fotoni e più chiara nelle zone in cui i fotoni sono maggiormente assorbiti dal materiale. Pertanto la radiografia è essenzialmente una mappa della densità totale dei fotoni X che attraversano l'oggetto.

Dall'analisi delle immagini digitali di un manufatto, si possono ricavare numerose informazioni strutturali, sia dal punto di vista della sua realizzazione, che da quello dello stato di conservazione. Inoltre è possibile individuare decorazioni nascoste oppure rifacimenti non documentati, nonché è possibile realizzare dei veri e propri restauri virtuali.^{1,2}

Spesso non è possibile spostare i manufatti da analizzare presso i nostri laboratori per motivi di sicurezza oppure perché non è fisicamente possibile farlo, come nel caso di oggetti molto grandi o strutture architettoniche; pertanto è nata la necessità di realizzare una strumentazione trasportabile per la radiografia X digitale. Tale apparato è stato assemblato presso il Laboratorio di Archeometria dell'Istituto di Cristallografia del C.N.R. (ICLA-IC-CNR) ed è stato messo alla prova nell'analisi delle decorazioni architettoniche della cupola della chiesa dei SS Luca e Martina in Roma.

2 La strumentazione sperimentale realizzata

Per realizzare il nostro apparato radiografico, siamo partiti da una strumentazione commerciale per radioscopia, che è stata opportunamente modificata ed assemblata. L'apparecchiatura ha le seguenti caratteristiche:

- 75 kVp

^a Istituto di Cristallografia, C.N.R. via Salaria km 29.300, 00015 Monterotondo, Italia

Creative Commons Attribution - Non commerciale - Condividi allo stesso modo 4.0 Internazionale

[†] Rapporto tecnico IC-CNR 2015/08 protocollo n 1228 del 03/07/2015

- 10 mA max
- finestra di Al = 1mm e diametro 1 cm
- tubo monofocale con macchia focale 1.5 x 1.5 mm². Il fascio X uscente è collimato entro un cono di 22° di apertura

Il generatore X è costituito da due blocchi: il box di comando (da cui è possibile fissare i valori di tensione di alimentazione, corrente di tubo e tempo di esposizione) ed il tubo RX con il generatore di alta tensione.

Come rivelatore è possibile utilizzare o una lastra elettronica Imaging Plate (IP) della Kodak formato 18 cm x 24 cm con il suo lettore Kodak CR7400, oppure una camera CCD Starlight (2750 X 2200 pixel), accoppiata con ottica professionale ad uno schermo fosforescente.

Un braccio meccanico supporta rigidamente il tubo RX e il rivelatore garantendo il loro allineamento.

3 Il test della strumentazione

Il test della nostra strumentazione è stato fatto nella chiesa dei SS. Luca e Martina (Fig. 1), che si trova tra il Foro Romano ed i Fori di Cesare e di Augusto in Roma. La ditta incaricata del restauro della cupola e del tamburo della chiesa ci ha incaricato di eseguire un'indagine radiografica di alcuni elementi architettonici floreali (rosoni) che decorano la cupola.

I rosone analizzati si trovano al centro delle tre losanghe di cui è decorata ciascuna delle otto vele, le loro dimensioni si riducono procedendo dal basso verso l'alto (per comodità sono stati definiti: grande, medio e piccolo). Il loro oggetto molto pronunciato (circa 50 cm il rosone di dimensioni maggiori) ha destato interesse nei restauratori, i quali hanno voluto accertarsi dell'eventuale utilizzo di elementi metallici per la loro esecuzione e il loro collocamento nella struttura architettonica.

Dopo un primo sopralluogo abbiamo scelto di utilizzare l'IP come rivelatore, perché meno ingombrante.

La strumentazione è stata trasportata sul ponteggio montato per il lavoro di restauro tramite un paranco (Fig. 2,3).

Il lettore dell'IP è stato posizionato all'altezza del piano del tamburo, il generatore con il rivelatore so-



Fig. 1 La chiesa dei SS Luca e Martina in Roma.

no stati spostati di volta in volta dove si trovavano gli elementi da radiografare (Fig. 4).

È stata analizzata la parte centrale dei tre rosone alla massima tensione di tubo per un tempo di esposizione di 8 secondi. Le immagini digitali ottenute sono state elaborate con software dedicati.

La strumentazione ha permesso di eseguire l'analisi radiografica di elementi decorativi che non potevano essere trasferiti in laboratorio, e di rispondere ai quesiti che ci avevano posto i restauratori. Su tutti e tre gli elementi analizzati non è stata riscontrata la presenza di parti metalliche, mentre è stata rivelata l'esistenza di elementi poco radiopachi. Quest'ultimi si ripetono all'interno del corpo dei rosone medio e grande, facendo ipotizzare la presenza di una qualche struttura di rinforzo, probabilmente legno, vedi Fig. 5 e 6. Tali elementi non sono stati rilevati nel rosone più piccolo.

In tutte e tre le tipologie di rosone la parte terminale dell'oggetto risulta quasi trasparente alla radiazione utilizzata, indice, oltre che del minor spessore, anche della minor densità del materiale utilizzato.

Dall'analisi delle immagini radiografiche si pos-



Fig. 2 Un momento del trasporto della strumentazione tramite paranco fino al piano del tamburo

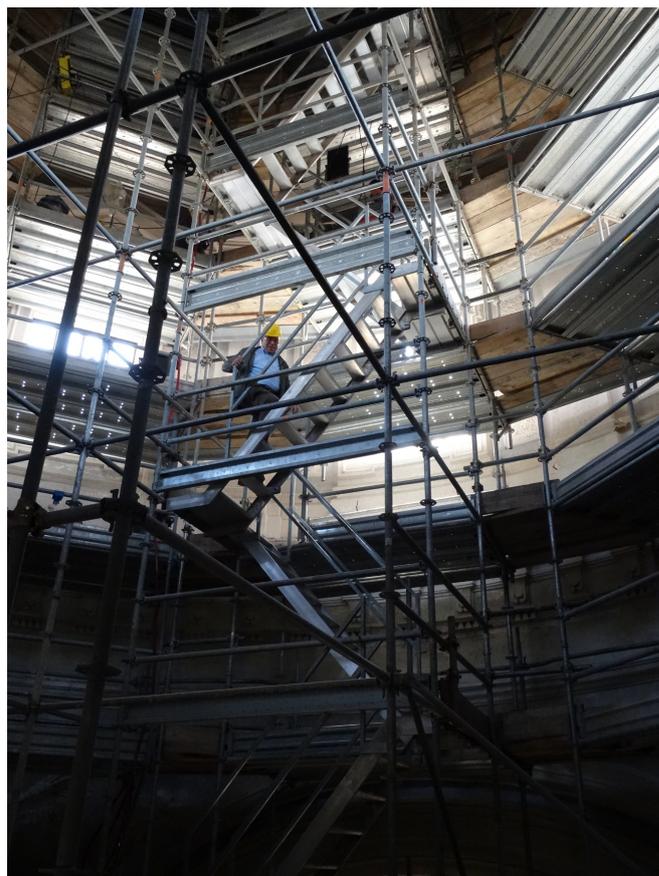


Fig. 3 Ponteggio all'interno della cupola sopra il piano del tamburo.

sono ricavare delle indicazioni sulla tecnica di esecuzione:

- le parti più interne sono state realizzate con materiale più compatto e rafforzate con strutture lignee
- le parti più esterne sono state eseguite con materiale meno compatto (malta di granulometria maggiore) alleggerito e legato con l'utilizzo di fibre vegetali, visibili nella tessitura del materiale la cui presenza è stata confermata da analisi stratigrafiche eseguite durante il restauro.



Fig. 4 Particolare di una ripresa radiografica.

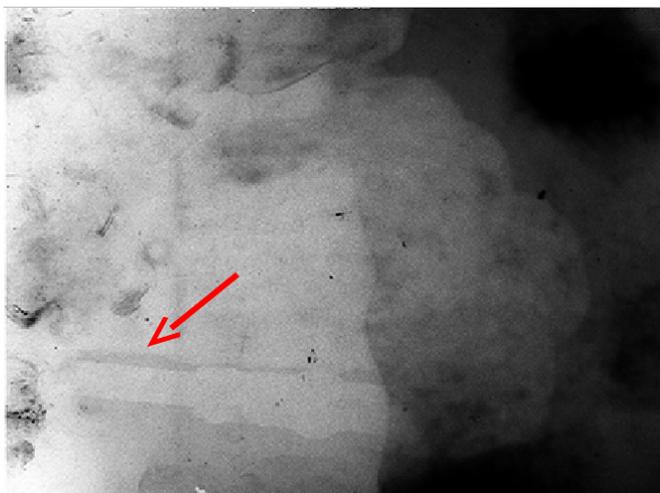


Fig. 5 Immagine radiografica del rosone grande. La freccia indica la presenza di un elemento poco radiopaco, probabilmente legno. L'estremità della decorazione si trova nella parte destra dell'immagine.

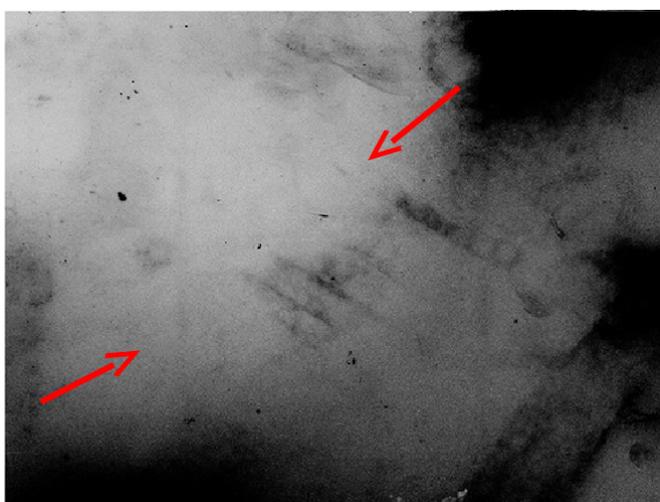


Fig. 6 Immagine radiografica del rosone medio. Le frecce indicano la presenza di elementi poco radiopachi, che si ripetono all'interno della struttura. L'estremità della decorazione si trova nella parte destra dell'immagine.

Riferimenti

- 1 J. . Lang, A. Middleton, Radiography of cultural material, Elsevier Butterworth-Heinemann, Oxford, 2005.
- 2 O. Tarquini, M. Colapietro, A. Pifferi, B. B. Marchesini, Virtual restoration of a dagger from crustumium (italy) using x-ray radiography and digital imaging processing , in le armi antiche: dalle forge ai campi di battaglia, (Centro di Archeologia Sperimentale, Civitella Cesi, 25 aprile 2014), in press.



Fig. 7 Particolare della cupola con le tre tipologie di rosoni analizzate, nei box sono riportate le varie fasi dello svolgimento delle analisi radiografiche.