

CECILIA MASSENZI

ANALISI DI RADIOGRAFIA DIGITALE
E FLUORESCENZA X SU UN REPERTO
ARCHEOLOGICO PROVENIENTE DALLA
NECROPOLI DI *CRUSTUMERIUM*:
L'ARCHEOMETRIA COME SUPPORTO AL LAVORO
DELL'ARCHEOLOGO

ABSTRACT - MASSENZI C., 2015 - Digital Radiography and X-ray Fluorescence analysis of an archaeological remain from Crustumerium necropolis: archaeometry supporting the work of archaeologist.

Atti Acc. Rov. Agiati, a. 265, 2015, ser. IX, vol. V, B: 95-102.

The study was carried out in collaboration with the Special Superintendence for Rome's Archaeological Heritage. It involved the use of non-destructive explorations of a clod of material from the archaeological site of Crustumerium in Settebagni, Rome, where remains of an ancient Latin town and its necropolis were found. The clod contains the bust and hips of a girl of about 7 years, with concretions of metal oxides at the humeri, hypothetically attributable to the corrosion of two or more bracelets worn on each of her arms. To obtain as much information on its content as possible before doing a microexcavation, the clod was examined at the University of Rome "La Sapienza" using non-destructive techniques such as X-rays, which revealed the actual presence of the bracelets and their manufacture, and X-ray fluorescence spectroscopy, which allowed the identification of the alloy used.

KEY WORDS - Preliminary investigations, Digital Radiography, XRF, metallic ornaments, non destructive analysis.

RIASSUNTO - MASSENZI C., 2015 - Analisi di Radiografia digitale e Fluorescenza X su un reperto archeologico proveniente dalla necropoli di *Crustumerium*: l'archeometria come supporto al lavoro dell'archeologo.

Il presente lavoro, realizzato in collaborazione con la *Soprintendenza Speciale ai Beni Archeologici di Roma*, concerne l'applicazione di indagini non distruttive allo studio di un pane di terra proveniente dal sito archeologico di *Crustumerium* a Settebagni, Roma, dove sono stati rinvenuti i resti di un'antica città latina e della sua necropoli. Il pane contiene il busto e il bacino di una bambina di circa sette anni e presenta delle concrezioni di ossidi metallici all'altezza degli omeri che sono stati attribuiti, in via del tutto ipotetica, alla corrosione di

due o più armille su entrambe le braccia. Al fine di ottenere il maggior numero possibile di informazioni sul suo contenuto prima del microscavo, il pane è stato esaminato presso l'università di Roma *La Sapienza* utilizzando tecniche non distruttive come la radiografia digitale e la Fluorescenza X. La radiografia ha evidenziato l'effettiva presenza delle armille nonché la loro manifattura mentre, con la tecnica XRF, è stata effettuata la caratterizzazione della lega.

PAROLE CHIAVE - Indagini preliminari, Radiografia digitale, XRF, Ornamenti metallici, Analisi non distruttive.

INTRODUZIONE

Crustumerium era un'antica città del Lazio preromano, situata al confine tra etruschi e sabini. Probabilmente comparsa e sviluppatasi tra il X e il IX sec. A.C., raggiunse il suo massimo splendore nei secoli VII e VI per poi subire, nel V secolo, un rapido declino dovuto all'espansione di Roma ⁽¹⁾.

Nell'estate del 2010 la Soprintendenza Speciale per i Beni Archeologici di Roma, in collaborazione con l'équipe del prof. Eero Jarva (Università di Oulu, Finlandia), ha condotto una campagna di scavi che ha interessato la necropoli dell'antica città.

In questa occasione, nella tomba n° 4 del sepolcreto della trincea viaria (metà-terzo quarto del VII sec. a.C) è stato ritrovato lo scheletro di un individuo di circa 7 anni, presumibilmente di sesso femminile, il quale presentava delle concrezioni di ossidi metallici all'altezza degli omeri ⁽²⁾.

Ritenendo il ritrovamento di particolare interesse, dall'intero scheletro è stato ricavato un pane di terra contenente solamente il busto, il bacino e gli omeri, successivamente affidato all'Università di Roma La Sapienza per delle analisi preliminari non distruttive.

È stata effettuata l'indagine radiografica per ottenere informazioni sull'interno dell'oggetto ⁽³⁾, al fine di agevolare il lavoro dei restauratori che si occuperanno del microscavo in laboratorio e di documentare la presenza di oggetti metallici nell'eventualità che il loro stato di conservazione non sia tale da permetterne il recupero.

È stata inoltre effettuata l'indagine XRF, finalizzata alla caratterizzazione della lega costituente gli oggetti metallici ⁽⁴⁾.

⁽¹⁾ DI GENNARO & BELELLI MARCHESINI, 2008.

⁽²⁾ FRAIOLI, 2013.

⁽³⁾ FELL, MOULD & WHITE, 2006; SCHREINER, FRÜHMANN., JEMBRIH-SIMBÜRGER & LINKE, 2004; ALDROVANDI & PICOLLO, 2007.

⁽⁴⁾ SORRENTINO, GIUNTOLI & LEZZERINI, 2013; CAMPANELLA & CASOLI, 2007; SKOOG & LEARY, 1995.

MATERIALI E METODI

Il reperto oggetto dello studio

Il diametro maggiore del pane di terra misura 45 cm, mentre quello minore misura 33 cm. Il suo spessore è di circa 8 cm.

Sulla superficie si distinguono le due zone interessate dall'ossidazione, l'impronta di un vaso, i due omeri, alcune delle coste, le ossa del bacino e quelle dell'avambraccio sinistro (Fig. 1).



Fig. 1 - La superficie del pane di terra e le sue caratteristiche

Microradiografia digitale

La strumentazione utilizzata in questo studio, abbondantemente descritta da TARQUINI *et al.* ⁽⁵⁾ consta di un tubo radiogeno operante a 80 kV di tensione e a 1mA di intensità di corrente e da un rivelatore image plate abbinato ad uno scanner per la digitalizzazione delle immagini acquisite. La durata delle esposizioni è di circa 10 secondi.

Le immagini così ottenute sono state poi rielaborate regolandone la luminosità e il contrasto al fine di rendere meglio leggibili le informazioni in esse già contenute. Per la rielaborazione sono stati utilizzati appositi software di imaging quali Gimp, Image J e Photoshop.

⁽⁵⁾ TARQUINI, COLAPIETRO, BELELLI MARCHESINI & PARDINI, 2011.

XRF

È stata utilizzata una strumentazione portatile costituita da un generatore di RX operante a 38 kV di tensione e a 350 μ A di corrente e da un rivelatore SDD raffreddato per effetto termoelettrico. Il tempo di acquisizione è stato di 400 secondi ⁽⁶⁾.

Per l'acquisizione degli spettri è stato utilizzato il programma ADMCA mentre per la loro elaborazione è stato usato il programma PyMCA.

RISULTATI

Date le dimensioni dell'oggetto, l'indagine microradiografica dell'intero pane di terra con ricostruzione a mosaico è stata considerata poco opportuna ed è stata riservata all'indagine di zone di particolare interesse, facilmente individuabili ad occhio nudo, come quella all'altezza degli omeri.

In Figg. 2-3 sono riportate le radiografie delle aree interessate da corrosione rispettivamente dell'omero destro e dell'omero sinistro.

Osserviamo che gli oggetti metallici sono costituiti da due cordoncini, ciascuno dei quali è formato da due sottili lamine ritorte. Nei punti dove l'oggetto è più danneggiato, l'intreccio si è allentato lasciando intravedere la struttura che potremmo associare ad una "doppia elica". Sono visibili inoltre le fratture nella terra che, in alcuni punti, interessano anche gli oggetti metallici.

Per indagare il contenuto del pane nel suo intero volume, invece, si è ricorsi alla TAC ⁽⁷⁾. La tac ci restituisce un'immagine di come sono disposti gli oggetti metallici nello spazio ed evidenzia inoltre la presenza dei denti nella parte superiore del volume (Figg. 4-5), che in effetti non erano stati rinvenuti durante la preparazione del pane di terra. Dopo la decomposizione dei tessuti, infatti, i denti possono ricadere verso lo sterno ⁽⁸⁾.

In Fig. 6 notiamo che l'ornamento destro presenta una particolare concavità verso l'alto che lascia ipotizzare la presenza di una parte speculare originale, venuta poi mancare a causa del rimaneggiamento del terreno dovuto alle passate attività agricole in tutta l'area. Possiamo anche immaginare l'ornamento come composto da un unico filo avvolto a formare una spirale.

L'elaborazione delle immagini digitali ci permette non solo di migliorare la leggibilità dell'immagine stessa, ma anche di evidenziare alcuni partico-

⁽⁶⁾ SECCARONI & MOIOLI, 2002; POTTS & WEST, 2008.

⁽⁷⁾ HARVING & LYNNERUP, 2011; TUNIZ, BERNARDINI & TURK, 2011.

⁽⁸⁾ DUDEY, 2006.

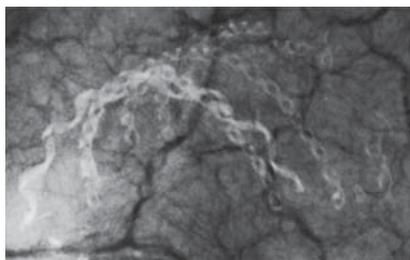


Fig. 2 - Radiografia dell'area interessata da corrosione-omero destro.

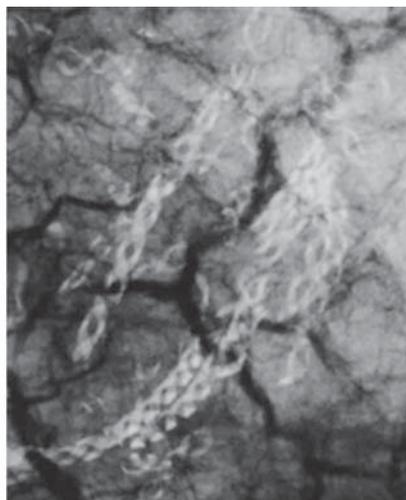


Fig. 3 - Radiografia dell'area interessata da corrosione-omero sinistra.

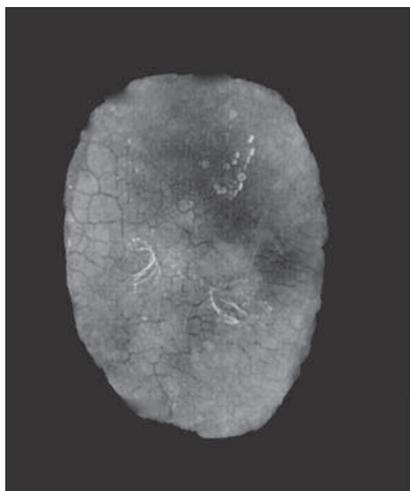


Fig. 4 - Tac del pane di terra, fronte.



Fig. 5 - Tac, rielaborazione che evidenzia i denti.

lari. In Fig. 7 è riportata una radiografia molto contrastata nella quale sono in evidenza tutti i materiali ad alto assorbimento dei raggi X. Da questa immagine osserviamo che lo stato di conservazione dell'ornamento sinistro è molto critico in quanto alcuni frammenti dell'oggetto si trovano dispersi all'interno dell'intero volume del pane di terra.

Per quanto riguarda l'analisi XRF, sono state effettuate diverse serie di misure. In Fig. 8 si riporta il confronto tra le misure eseguite sul metallo e quelle eseguite sulla terra lontano dalle zone interessate dall'ossidazione.



Fig. 6 - Tac del pane di terra, fianco.

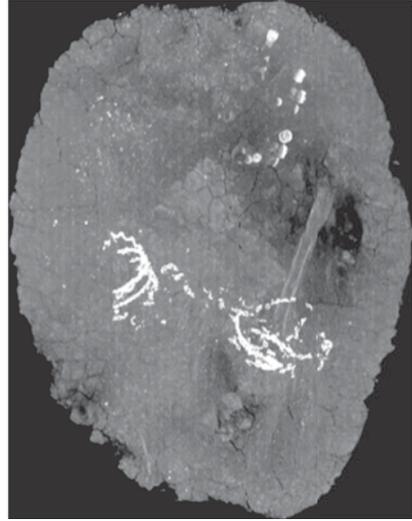


Fig. 7 - Tac, rielaborazione molto contrastata che mette in evidenza il metallo e i denti.

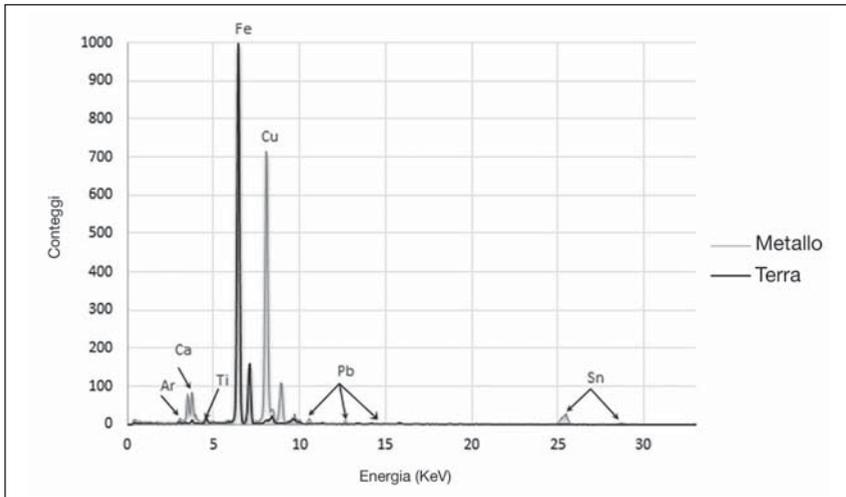


Fig. 8 - Confronto tra lo spettro XRF del metallo e quello della terra.

Gli spettri sono stati normalizzati a 1000 e notiamo che, nello spettro del metallo, sono presenti i picchi del Cu, dello Sn, del Pb e del Ca, quest'ultimo proveniente dalle ossa.

CONCLUSIONI

Le analisi radiografiche effettuate ci hanno permesso di individuare la presenza di due ornamenti metallici costituiti da cordoncini, nonché la presenza dei denti.

La possibilità di elaborare le immagini digitali ha consentito di evidenziare la disposizione e lo stato di conservazione degli oggetti composti da materiali ad alto assorbimento dei raggi X.

L'indagine XRF ha permesso di riconoscere la lega metallica costituente gli ornamenti: un bronzo ternario composto da Cu, Pb e Sn.

L'osservazione degli ornamenti ha evidenziato caratteristiche peculiari: l'ipotesi è quella che si tratti di oggetti decorativi formati da fili metallici. All'epoca cui appartiene il reperto analizzato, infatti, non esistendo la trafilatura, i fili venivano realizzati torcendo una sottile lamina metallica⁽⁹⁾. Nel reperto oggetto dello studio, tuttavia, l'ornamento è formato da due lamine. Questa peculiarità, non essendo stata osservata ulteriormente in medesimi contesti, potrebbe essere considerata un *unicum* del reperto indagato.

Tutto ciò ci porta a concludere circa l'importanza dell'indagine radiografica in situazioni particolarmente delicate, come quella descritta in questo studio. Fornendo un'immagine dell'interno di un oggetto, essa può affiancare il lavoro di restauratori e archeologi, rivelandone la struttura interna ed evidenziando l'eventuale presenza e disposizione di altri oggetti. Le immagini radiografiche ottenute mediante queste indagini possono infatti guidare il restauratore durante il micro-scavo in laboratorio, ed essere di supporto per riposizionare i frammenti. Non meno importante è la funzione documentale di tali immagini, in quanto spesso lo stato di conservazione di questi oggetti, non è tale da permetterne il recupero.

RINGRAZIAMENTI

Un sentito ringraziamento va a tutti coloro che hanno contribuito alla realizzazione di questo studio, in particolare al dott. Francesco di Gennaro, funzionario della *Soprintendenza Speciale per i Beni Archeologici di Roma*, alla dott.ssa Barbara Belelli Marchesini, al prof. Marcello Colapietro e alla dott.ssa Ombretta Tarquini.

⁽⁹⁾ GIARDINO, 2000; LIPPOLIS & GUAITOLI, 2009.

BIBLIOGRAFIA

- ALDROVANDI A. & PICOLLO M., 2007 - *Metodi di documentazione e indagini non invasive sui dipinti*, Il Prato.
- CAMPANELLA L., & CASOLI A., 2007 - *Chimica per l'Arte*, Zanichelli.
- DI GENNARO F. & BELELLI MARCHESINI B., 2008 - *Gli Savi nel Sepolcreto Crustumino di Monte del Bufalo*, International Congress of Classical Archaeology Meetings between Cultures in the Ancient Mediterranean, Roma.
- DUDEY H., 2006 - *Lezioni di archeotomatologia, archeologia funeraria e antropologia di campo*, Soprintendenza archeologica.
- F. FRAIOLI, 2013 - *Relazione di scavo finale*, Documentazione della Soprintendenza Speciale per i Beni Archeologici di Roma, Roma.
- FELL V., MOULD Q. & WHITE R., 2006 - *Guidelines on the X-radiography of Archaeological Metalwork*, English Heritage, Swindon.
- GIARDINO C., 2000 - *I metalli nel mondo antico*, Laterza.
- HARVING L. & LYNNERUP N., 2011 - *Computed Tomography and Computed Radiography of a late bronze age cremation urns from Denmark: an interdisciplinary attempt to develop methods applied in bioarchaeological cremation research*, Archaeometry.
- LIPPOLIS I.B., & GUAITOLI M.T., 2009 - *Oreficeria antica e medievale*, Ante Quem soc. coop.
- POTTS P.J. & WEST M., 2008 - *Portable X-Ray Fluorescence Spectrometry- capabilities for In Situ Analysis*, RSC Publishing, Cambridge.
- SCHREINER M., FRÜHMANN B., JEMBRIH-SIMBÜRGER D., & LINKE R., 2004 - *X-Rays in Art and Archaeology- an overview*, Advances in X-ray Analysis, 47, International Centre for Diffraction Data.
- SECCARONI C. & MOIOLI P., 2002 - *"Fluorescenza X: prontuario per l'analisi XRF portatile applicata a superfici policrome"*, Nardini Editore.
- SKOOG D.A. & LEARY J.J., 1995 - *Chimica analitica strumentale*, EdiSES.
- SORRENTINO G., GIUNTOLI S. & LEZZERINI M., 2013 - *Spectroscopic studies on etruscan archaeological findings*, Diagnosis for the Conservation and Valorization of Cultural Heritage, 12-13 dicembre 2013, Napoli.
- TARQUINI O., COLAPIETRO M., BELELLI MARCHESINI B., & PARDINI G., 2011 - *X-Ray Imaging, X-Ray Fluorescence and Diffraction to study metal archaeological remains from excavations*, Academia.edu.
- TUNIZ C., BERNARDINI F., & TURK I., 2011 - *Did Neanderthals play music? X-Ray Computed Tomography of the divje babe "Flute"*, Archaeometry.