

METODOLOGIE INTEGRATE PER LO STUDIO E LA RICOSTRUZIONE DELLA QUADRIGA BRONZEA DI ERCOLANO NEL MUSEO ARCHEOLOGICO NAZIONALE DI NAPOLI

1. INTRODUZIONE

La quadriga bronzea di Ercolano, conservata nel Museo Archeologico Nazionale di Napoli, rappresenta una delle opere più enigmatiche che ci siano giunte dell'arte romana, per le incertezze che da sempre gravano sulla sua conoscenza, interpretazione e datazione. Recuperata in centinaia di frammenti in momenti diversi della storia degli scavi ercolanesi a partire dal 1739, essa è stata poco indagata ed è rimasta prevalentemente relegata nei depositi del museo, senza che sia stato mai possibile giungere ad una sua soddisfacente ricostruzione archeologica né, tanto meno, ad una sua reale ricomposizione. L'unico studio che le sia stato dedicato è quello di Ettore GABRICI (1907), cui si deve il merito di aver eseguito per la prima volta un'importante scrematura tra le centinaia di frammenti statuari bronzei esistenti nei depositi del museo e di averne promosso una campagna fotografica. Da allora nessuno ha più intrapreso in maniera sistematica lo studio del monumento, sebbene esso venga sempre evocato in riferimento ai contesti monumentali di Ercolano (teatro, foro, Basilica Noniana) ai quali in passato si è ritenuto di poterla assegnare. Studi successivi hanno preso in esame singole tipologie di elementi figurativi riconducibili alla decorazione del carro o dei baltei dei cavalli (CERULLI IRELLI 1972; KREILINGER 1996).

In verità, la ricostruzione archeologica della quadriga è stata sempre ostacolata da fattori che hanno reso difficile il riconoscimento dei frammenti di sicura pertinenza tra quelli esistenti nei depositi e questo ha forse favorito il proliferare di versioni contrastanti e fantasiose anche sul suo aspetto (quadriga o biga?). Non aiuta, infatti, la confusione generatasi nei rapporti di scavo settecenteschi per la contemporanea presenza degli scavatori borbonici in diversi punti della città e, d'altra parte, anche le movimentazioni all'interno dei depositi hanno fatto sì che quanto si è conservato del monumento, sopravvivendo alla distruzione del vulcano e sfuggendo al destino della rifusione, si mescolasse a frammenti statuari di tipologia equestre provenienti da altri contesti monumentali ercolanesi (PAFUMI 2019; 2020, 94-100).

Oltre a ciò, si deve riconoscere che i problemi interpretativi che ruotano intorno al monumento in esame sono tanti e di tale complessità da avere probabilmente scoraggiato a lungo gli specialisti. Essi vanno: 1) dalla ricomposizione iconografica e strutturale dei manufatti che componevano

la quadriga, alla loro corretta valutazione tecnica, artistica e stilistica nel panorama della statuaria bronzea di età romana; 2) dall'analisi del contesto monumentale per il quale essa fu commissionata e realizzata, all'interpretazione della sua funzione semantica e celebrativa; 3) dalla sua corretta collocazione cronologica, alla possibilità di riconoscere un'officina o una probabile area di produzione; 4) dall'individuazione delle operazioni necessarie per la conservazione e il restauro, allo studio delle strategie per un corretto ed efficace progetto espositivo.

La ripresa delle indagini si deve ad un accordo siglato sul finire del 2020 tra il Museo Archeologico Nazionale di Napoli e l'Istituto di Studi sul Mediterraneo del CNR, dal quale è scaturito un nuovo progetto scientifico, a guida di chi scrive, con l'obiettivo di giungere finalmente ad una più attendibile e controllata ipotesi ricostruttiva del monumento rispetto al passato¹. Il progetto nasceva, inoltre, con il compito di facilitare il programma di restauro dei frammenti più significativi ai fini della ricomposizione del monumento, in vista del programmato nuovo allestimento espositivo delle sale dedicate alla statuaria proveniente dai contesti pubblici delle città campane, nell'ala SO del Museo Archeologico Nazionale di Napoli (sezione Campania romana).

Tenendo conto delle necessità finali di progetto e della tempistica imposta, una riflessione sul metodo e la progettazione dettagliata delle attività sono state fondamentali (Fig. 1). L'approccio metodologico prescelto è stato da subito rivolto non solo allo studio storico-archeologico del monumento e delle sue parti, ma anche alla verifica metrica, stilistica e morfologica dei singoli frammenti recuperati, in modo da poter giungere più velocemente all'elaborazione di un prodotto finale, inteso come modello di base per la conoscenza del manufatto, che non solo fosse utile agli specialisti archeologi per le finalità di studio, ma che potesse anche indirizzare il programma di restauro e di conservazione del museo e, quindi, la fruizione da parte del pubblico dei risultati della ricerca.

Questo contributo intende presentare, in particolare, le scelte metodologiche e le attività messe in campo per giungere alla proposta di ricomposizione della quadriga costruita mediante l'ausilio delle più recenti strategie e

¹ L'accordo operativo di collaborazione tra il Museo Archeologico Nazionale di Napoli e l'Istituto di Studi sul Mediterraneo del CNR per lo "Studio, ricostruzione e valorizzazione della quadriga bronzea di Ercolano" rientra nello sviluppo del progetto espositivo previsto al punto A.1.1 "Progettazione allestimenti digitali e multimediali, produzione contenuti digitali e ricostruzioni digitali in 3D" sulla voce A.1 "Allestimento tecnologico delle sezioni Museali" del QE del Progetto "Applicazione di modalità e strumenti innovativi in relazione al sistema dei servizi di accoglienza e di supporto alla fruizione degli attrattori e creazione di strumenti per gestire e promuovere i sistemi delle conoscenze degli attrattori", finanziato dal PON CULTURA E SVILUPPO FESR 2014/20 al MANN. Le attività di ricerca ricadono all'interno del progetto scientifico "La quadriga bronzea di Ercolano: studio, ricostruzione e valorizzazione" attivo presso l'ISMED-CNR (DUS.AD017.141), a responsabilità di chi scrive.

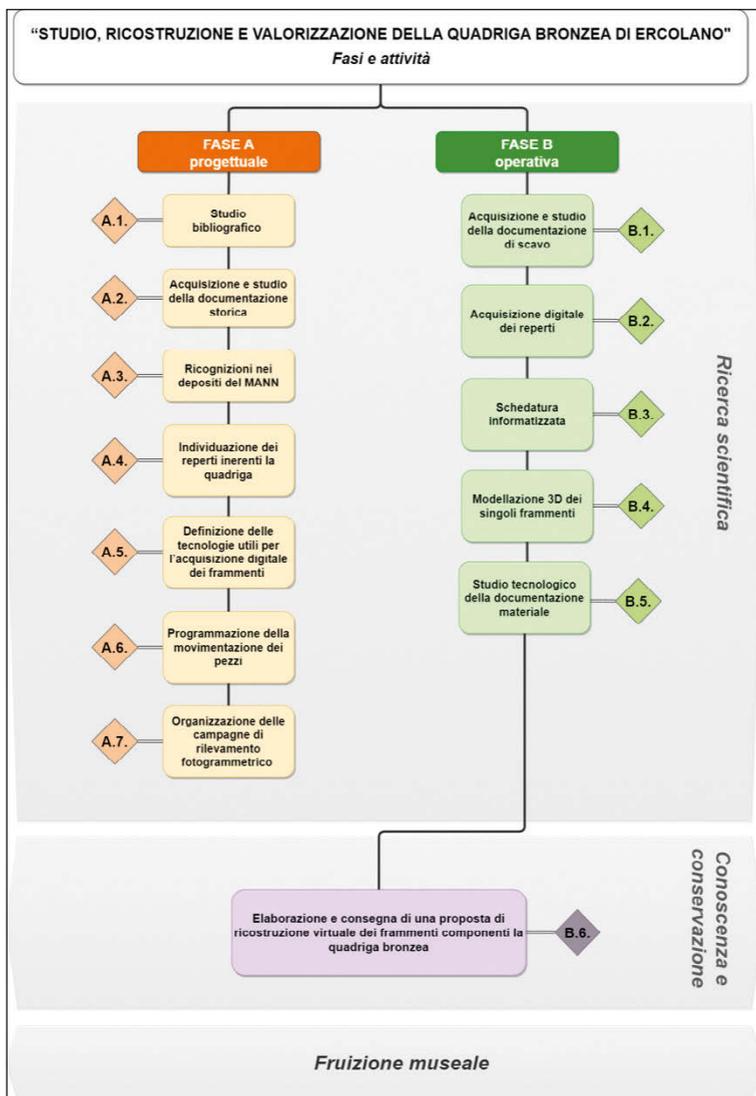


Fig. 1 – Diagramma delle fasi progettuali con le relative attività nel contesto degli obiettivi della ricerca.

tecnologie di acquisizione digitale su base 3D, mentre rimanda ad altra sede la discussione più ampia e dettagliata di tutti i risultati della rilettura critica, sia di carattere storico-archeologico che tecnico, cui si è pervenuti e ai quali in questa sede, per brevità, verrà fatto solo un rapido cenno.

2. UN APPROCCIO INTERDISCIPLINARE ALLA RICOSTRUZIONE

Il progetto di studio e ricostruzione della quadriga di Ercolano nel Museo Archeologico Nazionale di Napoli è stato fondato su percorsi di ricerca scientifica complementari che hanno proceduto di pari passo con la creazione dei contenuti digitali: da un lato, quelli propri della ricerca storico-archeologica, volti all'analisi filologica dei dati desumibili dalle fonti storiche e allo studio analogico, tipologico-funzionale e iconografico-stilistico della documentazione materiale sopravvissuta; dall'altro, quelli di carattere interdisciplinare, costruiti attraverso l'interazione fra i ricercatori, volti alla verifica delle ipotesi di ricostruzione del monumento attraverso l'ausilio della simulazione virtuale. Dall'integrazione di questi diversi percorsi della ricerca è scaturito l'approccio metodologico su cui si fonda, in questo studio, il processo conoscitivo della quadriga attraverso lo studio tridimensionale delle sue parti strutturali e decorative e la loro ricomposizione digitale. L'applicabilità di tale approccio alla grande statuaria bronzea, quando pervenutaci come nel nostro caso attraverso sufficiente documentazione, seppure molto frammentaria e lacunosa, rappresenta una risorsa di metodo di grande impatto, perché capace di produrre risultati non raggiungibili con l'impiego dei soli mezzi offerti dalle indagini di tipo tradizionale.

Nel nostro caso, la riflessione sul metodo si è resa ancora più necessaria perché, come si è già detto, sulla quadriga di Ercolano non esisteva una tradizione di studi e il dibattito non si è mai sviluppato su basi scientifiche veramente solide e ampie. L'unica ipotesi ricostruttiva esistente – quella avanzata nello studio monografico di E. Gabrici nel 1907 – si limitava a fornire un elenco di frammenti e a suggerire un'interpretazione che, seppur basata su un rigore scientifico soddisfacente per l'epoca in cui è stata prodotta, non è sembrata del tutto convincente. A ben guardare, infatti, essa presentava criticità sia sul piano dell'interpretazione dei dati storici, sia sul piano dell'interpretazione della documentazione materiale sopravvissuta. Basti citare, tra gli elementi più controversi e suscettibili di revisione, l'interpretazione come Apollo di una delle figure decorative del carro – quella in *Hüftmantel* (inv. n. 5016) – non più accettata nella letteratura successiva, e la ricostruzione della statua posta sul carro, identificata con Augusto/Sol (GABRICI 1907). Quest'ultima, sebbene plausibile, è apparsa quanto meno problematica, non tanto per le dimensioni maggiori del vero, che pure troverebbero spiegazione nella visione dal basso del monumento, quanto per il tipo statuario in nudità eroica, il cui utilizzo, insolito per la tipologia canonica del monumento trionfale, richiedeva di certo un approfondimento.

Non occorre, poi, ricordare che il prosieguo delle ricerche ad Ercolano, dopo il 1907, ha aggiunto numerosi elementi alla discussione, sia per l'accrecimento della documentazione materiale (specialmente a seguito degli scavi

degli anni '60), sia per una più completa lettura e interpretazione critica dei contesti architettonici e monumentali che insistono nell'area in cui è stata rinvenuta la maggior parte dei pezzi della quadriga (in generale WALLACE-HADRILL 2011, con ampia bibl. precedente). È apparso, dunque, evidente che nel nostro progetto di ricostruzione non sarebbe stato possibile seguire *in toto* la proposta avanzata dal Gabrici, né rigettarne qualche parte, senza aver prima effettuato una valutazione sistematica dell'intera documentazione superstite e senza aver prima sgombrato il campo da considerazioni di carattere pregiudiziale stratificatesi nel tempo.

Si è deciso, pertanto, di ripartire dal vaglio attento e sistematico di tutte le fonti disponibili e di tutte le ipotesi formulabili e verificabili attraverso la simulazione virtuale e il restauro digitale. In considerazione di ciò è sembrato opportuno elaborare una strategia di lavoro che permettesse di gestire man mano i dati scaturiti dalle indagini, mediante l'utilizzo di supporti informatizzati creati *ad hoc*, in modo da rendere più semplice la messa a sistema delle informazioni, la loro verifica incrociata e la loro disponibilità per studi ulteriori.

3. PERCORSI DELLA RICERCA STORICO-ARCHEOLOGICA

3.1 *Il regesto delle fonti*

Innanzitutto, si è proceduto ad una completa rilettura dei dati storico-archeologici ricavabili dai resoconti e diari di scavo e da altre fonti documentali, sia edite che inedite, al fine di predisporre una nuova, esauriente e riutilizzabile base documentaria sulla quadriga bronzea di Ercolano e sulla sua storia antica e post-antica.

Sono stati sottoposti al vaglio i documenti d'archivio disponibili sugli scavi borbonici, dalle relazioni dei protagonisti alle testimonianze coeve di varia natura; si è proceduto poi alla verifica delle informazioni relative agli scavi post-unitari e novecenteschi, fino ad arrivare agli interventi più recenti che hanno interessato anche negli ultimi decenni l'area dei ritrovamenti riferibili alla quadriga.

Il processo di revisione incrociata si è rivelato in generale assai complicato e laborioso per la peculiarità degli scavi ercolanesi che, soprattutto nel XVIII secolo, furono condotti contemporaneamente in luoghi diversi della città e a più riprese negli stessi luoghi, con il risultato di una inevitabile confusione nella registrazione dei rinvenimenti e di oscillazione nella loro successiva assegnazione ai diversi contesti della città da parte degli archeologi.

La ricerca condotta in questa direzione ha prodotto buoni risultati. Da un lato, una migliore e più completa lettura dell'aspetto complessivo della quadriga e dei suoi caratteri tipologici, grazie alla possibilità di arricchire l'elenco dei frammenti ad essa riconducibili una volta riconosciuta, per la

presenza di elementi complementari, la pertinenza di nuclei di reperti rinvenuti anche a notevole distanza di tempo e spazio. Dall'altro lato, una maggiore chiarezza sul luogo di provenienza e di utilizzo della quadriga nel contesto monumentale della città.

La localizzazione del gruppo più cospicuo e compatto di frammenti – quelli recuperati nel 1739 – può essere, infatti, definitivamente fissata nella zona più prossima all'incrocio tra il *decumanus maximus* e il III *cardo* superiore, nella quale insistono alcuni degli edifici pubblici più importanti della città antica (*Augusteum*, Basilica Noniana, Sacello degli Augustali), in gran parte indagati solo attraverso i cunicoli degli scavi borbonici (ALLROGGEN-BEDEL 1974, 2008; ESPOSITO, CAMARDO 2013). In questa zona corrispondente all'angolo NE dell'insula VII si è scavato, a partire da un pozzo di discesa, nel 1739 (ma non si possono escludere sporadici interventi precedenti) e, a più riprese, anche nel decennio 1740-1750 e in un'area prossimale anche nel 1762-1763, sotto la direzione di Rocque Joaquim de Alcubierre, Pierre Bardet, Karl Weber e Francesco La Vega (RUGGIERO 1885; PANNUTI 1983; PARSLow 1995; PAGANO 2005). L'area è stata poi lambita dagli scavi del 1960-1961 condotti alla sommità e lungo il III *cardo* superiore (*Giornali degli scavi*, conservati presso l'Ufficio Scavi di Ercolano e Archivio Storico della Soprintendenza Archeologica di Napoli), per arrivare, infine, alle indagini recenti promosse soprattutto nel 2009 dall'*Herculaneum Conservation Project* (WALLACE-HADRILL 2011; ESPOSITO, CAMARDO 2013).

L'altro grosso nucleo di frammenti riconducibili alla quadriga proviene dagli scavi a cielo aperto del 1871-1872 diretti da Giuseppe Fiorelli nei terreni dell'insula VII posti più a valle, tra il Vico di Mare e il *decumanus* inferiore e presso il quadrivio formato dal *decumanus* inferiore con il III *cardo* (RUGGIERO 1885, 609-629). Le modalità di recupero, durante le operazioni di “abbassamento delle terre che coprono gli antichi monumenti”, a circa 4,60 m di altezza dal piano di campagna, non lasciano dubbi sul fatto che i frammenti fossero stati trascinati fino a lì dopo il crollo della struttura sulla quale si trovava la quadriga.

Lo studio consente di abbandonare definitivamente le vecchie ipotesi che riconoscevano nel teatro o nello spazio interno alla Basilica Noniana il luogo di collocazione originaria del monumento e di accettare, invece, l'ipotesi più recente secondo cui la quadriga sarebbe stata posta sull'arco quadrifronte occidentale che insisteva sul *decumanus maximus*, in prossimità dell'ingresso alla Basilica Noniana (ALLROGGEN BEDEL 1974, 99-100; ESPOSITO, CAMARDO 2013, 227-228). Parlano in favore di ciò anche i dati archeologici desumibili dalle indagini più recenti che hanno evidenziato in maniera netta l'avvenuto crollo dell'arco quadrifronte occidentale sulla facciata della Basilica Noniana, circostanza che spiega il ritrovamento dei frammenti sia all'interno che all'esterno dell'edificio e anche più a valle (GUIDOBALDI 2008; ESPOSITO,

CAMARDO 2013, 228). Altre ipotesi su un diverso collocamento della quadriga in un contesto monumentale posto più a monte, o nell'*Augusteum*, sembrano più difficili da sostenere, specie se si guarda alle modalità di sparpagliamento dei reperti.

3.2 *La documentazione materiale*

Grazie allo scavo documentario è stato possibile stilare un nuovo e più ricco elenco dei frammenti riconducibili al monumento, prima di procedere alla loro individuazione nei depositi del museo (specialmente l'ultima sala del "Deposito Affreschi" e "Sing Sing"). L'approccio integrato dei metodi della ricerca ha permesso di decretare l'estraneità o la pertinenza alla quadriga dei singoli reperti esaminati, costituendo la base metodologica su cui fondare una loro ricomposizione in scala reale, prima di procedere alla costruzione dell'ipotesi ricostruttiva generale. In pochi casi si è registrato un margine di dubbio che non ha permesso di attribuire, né di escludere i frammenti.

Per questi casi dubbi si potrà forse sciogliere la riserva solo dopo un supplemento di indagine che preveda anche l'impiego di differenti mezzi diagnostici, come l'XRF per l'analisi della composizione della lega o altra tecnologia a seconda dei casi (sull'impiego di strumenti diagnostici per lo studio di altre sculture bronzee di provenienza ercolanese: LAHUSEN, FORMIGLI 2007; PAFUMI 2020). Tali mezzi potranno essere utili anche per una valutazione successiva dei frammenti rimasti ai margini della discussione perché troppo piccoli o perché morfologicamente non significativi (perlopiù frammenti del corpo dei cavalli). Va tuttavia osservato che questo tipo di indagine supplementare potrebbe non essere sempre dirimente, dal momento che per un monumento di grande formato quale era la quadriga le partite di bronzo utilizzate nella fusione potevano differire in composizione a seconda delle parti e della resa che si voleva raggiungere (ad es. maggiore o minore resistenza al peso e alle sollecitazioni: PAFUMI 2020, 70); inoltre, nella stessa area da cui proviene la quadriga è accertata l'esistenza di altre statue equestri, possibilmente riconducibili anche allo stesso ambiente di produzione.

Tra i reperti ammessi al programma di studio è stata quindi effettuata una selezione di circa 87 pezzi di varie dimensioni, molti dei quali inediti. Ne fanno parte: il cd. "Cavallo Mazzocchi" (inv. n. 4904) (Fig. 6), che rappresenta in questo studio una sorta di "elemento guida", nonostante le manipolazioni dei restauratori settecenteschi cui si deve, verso la metà del secolo, la sua ricomposizione in figura intera da un cavallo rinvenuto in stato frammentario nel 1739 (*Antichità Ercolanesi, De' Bronzi*, II, 255-256, tav. LXVI); frammenti anatomici diversi riconducibili agli altri cavalli di analogo modello che, simmetricamente disposti, a due a due, componevano il tiro a quattro; elementi strutturali – ruote e raggi, giogo, frammenti della cassa – ed elementi decorativi del carro – testata del timone, cornice del parapetto,

cinque grandi *appliques* figurate poste a decorazione della cassa – (*Antichità Ercolanesi, De' Bronzi*, II, tavv. LXVII-LXIX; KREILINGER 1996, tav. 10).

A questo gruppo si deve aggiungere anche un nucleo di almeno dieci piccole *appliques* figurate che con ogni probabilità decoravano i baltei dei cavalli della quadriga componendo scene di lotta tra barbari e Romani (CERULLI IRELLI 1972; KREILINGER 1996, tav. 10). Menzione a parte va fatta per i frammenti che ricompongono la figura umana in nudità eroica (parte sinistra del corpo, spalla e braccio destro, gluteo destro, gamba sinistra) già identificata da Gabrici con il personaggio celebrato e posto alla guida del carro (GABRICI 1907). La sua leggibilità complessiva si è adesso notevolmente accresciuta grazie alla possibilità di ricondurvi con certezza, avendone riconosciuto anche l'esatto punto di attacco, un bellissimo manto interamente decorato ad agemina con motivi di stelle, precedentemente ritrovato nei depositi del museo e identificato con uno dei frammenti recuperati nel 1762 (PAFUMI 2020, 119-120, figg. V, 59-60). Alla stessa statua, infine, appartiene con ogni probabilità anche una gamba destra frammentaria rinvenuta nel 1932, rimasta a tutt'oggi nei depositi dell'*Antiquarium* di Ercolano (inv. n. 865).

Di tutti i frammenti riconosciuti come pertinenti alla quadriga e di tutti quelli che su base morfologica sono sembrati più utili ai fini della sua ricostruzione, sono stati effettuati la schedatura informatizzata, il rilievo fotografico e fotogrammetrico e la modellazione 3D. In parallelo è stato condotto un attento lavoro di ricognizione della documentazione iconografica antica e specialmente di quella pertinente al tema del trionfo, cui per molti aspetti si deve ricondurre la tipologia del gruppo monumentale indagato e parte del messaggio da esso veicolato. Nella nostra quadriga, però, sono presenti alcuni elementi – ad es. il grifo come testata del timone e il giogo con terminazioni in forma di crescente lunare – che rimandano ad una dimensione non solo eroica, ma anche “divinizzante”. Tali elementi contribuiscono a spiegare gli scostamenti dall'iconografia canonica della quadriga trionfale anche per ciò che riguarda la scelta del tipo statuario in nudità eroica impiegato per la rappresentazione della figura, molto probabilmente Augusto *divus*, alla guida del carro.

Lo studio iconografico, condotto su una cospicua raccolta di documentazione archeologica del I-II sec. d.C., costituita da monete, rilievi, vasellame in argento, gemme, etc., non è stato solo metodologicamente imprescindibile, com'è ovvio nella ricerca archeologica, ma anche dirimente in molti casi per l'identificazione stessa dei reperti attribuibili al monumento ercolanese tra quelli esistenti nei depositi del Museo Archeologico Nazionale di Napoli. Basti per tutti l'esempio del frammento di cornice del parapetto del carro (Fig. 2) rinvenuto nel 1872, la cui decorazione ad ovali e lancette trova confronti assai stringenti con quella del carro trionfale raffigurato su una tazza argentea rinvenuta a Boscoreale, oggi conservata al Louvre (inv. n. BJ2367) (Fig. 3). L'identificazione di questo pezzo è stata fondamentale per la ricostruzione



Fig. 2 – Frammento di cornice bronzea di carro con decorazione ad ovali e lancette (codice reperto QERC_34).



Fig. 3 – Tazza di Boscoreale (Parigi, Museo del Louvre) di età tiberiana e dupondio di età caligolea (Berlino, Münzkabinett der Staatlichen Museen zu Berlin).

digitale della forma e delle dimensioni del carro, poiché restituisce un elemento morfologicamente significativo che, grazie alla curvatura, ne permette il completamento al di là di ogni dubbio sempre presente nelle ricostruzioni congetturali dell'archeologia.

Grazie ai dati raccolti sulla documentazione materiale e dallo studio condotto in parallelo sulla documentazione iconografica antica è stato possibile ipotizzare la forma complessiva del gruppo monumentale che può ricostruirsi con buona approssimazione grazie alle riproduzioni monetali della prima metà del I sec. d.C. e alla già citata tazza argentea di Boscoreale (Fig. 3). Su queste basi nessun dubbio può sussistere riguardo alla pertinenza delle cinque grandi *appliques* figurate alla decorazione del carro (inv. nn. 5004-5005, 5013, 5016, 109527+5360), sebbene più d'una potrebbero essere le ipotesi sulla disposizione, o meglio sull'ordine relativo, in cui esse debbano essere collocate sulla superficie della cassa e sulla loro interpretazione storico-artistica. Le valutazioni di carattere iconografico e stilistico, combinate con

quelle di natura dimensionale, indirizzano verso nuove ipotesi rispetto a quella formulata dal Gabrici. Esse ruotano sull'identificazione di alcune delle figure con membri della famiglia giulio-claudia: un personaggio femminile *capite velato*, probabilmente Livia divinizzata nel 42 d.C. (inv. n. 5013), e due principi in *habitus* militare, forse Germanico e Druso Minore piuttosto che Caio e Lucio Cesare (inv. nn. 5004-5005).

Su questi e altri risultati della ricerca, che suggeriscono una collocazione cronologica del monumento in epoca claudia, molto probabilmente intorno alla metà del I sec. d.C., si troverà un approfondimento in prossime pubblicazioni specialmente dedicate agli aspetti interpretativi dello studio sulla quadriga.

S.P.

4. LA GESTIONE INFORMATIZZATA DEI DATI DELLA RICERCA

La scelta di intraprendere percorsi di ricerca paralleli e complementari ha reso necessaria una riflessione sulle migliori strategie da adottare per la gestione dei dati scaturiti dalle indagini, in modo da non perdere informazioni utili alla ricomposizione del quadro storico-archeologico nel quale si colloca il monumento indagato. Pertanto, per la gestione dei dati storici si è proceduto alla realizzazione di una tabella informatizzata (Fig. 4) che permettesse la visione sinottica e diacronica delle informazioni desunte dalla lettura incrociata delle diverse fonti documentali, con il vantaggio di poter rileggere, in qualsiasi momento, i dati essenziali che fanno parte della storia del scoprimento dei diversi elementi ricondotti alla quadriga.

Per quanto riguarda, invece, la gestione dei dati “anagrafici” relativi alla documentazione materiale, si è proceduto alla realizzazione di una schedatura informatizzata dei reperti identificati scegliendo una delle trenta tipologie di schede di catalogo definite dall'Istituto Centrale per il Catalogo e la Documentazione (ICCD), la cui normativa è facilmente reperibile attraverso il website dell'Istituto (<http://www.iccd.beniculturali.it/>). A partire dalla scheda RA (Reperti Archeologici) si è proceduto con la selezione dei campi i cui dati si sarebbero posti come particolarmente rilevanti sia per l'individuazione univoca del manufatto, sia per agevolare una catalogazione futura, specialmente nei casi in cui essa risultava assente. Se per alcuni campi la scelta è stata obbligata – come, ad esempio, il “codice univoco”, la “definizione” e la “categoria” – in altri casi è stato necessario operare una scelta di metodo. Nello specifico, per velocizzare le attività di recupero e di studio del reperto è stato indispensabile l'inserimento di una sezione in cui avere immediata contezza del luogo in cui questo sia conservato all'interno del MANN, considerata anche la presenza di svariati luoghi di immagazzinamento.

A ciò si aggiunge l'inserimento dei dati relativi alle caratteristiche e alle dimensioni fisiche del reperto attraverso cui si agevola l'interpretazione del

Data rinvenimento	Reperito	Informazioni di rinvenimento	Descrizione	Fonte	N° Inv. MANN	Codice schedatura	Immagine di riferimento
13 luglio 1762	Panneggio con decorazione damaschinata	1. "bosos lesionados del cartil de Peruzo y Prior haciendo algunos pilares." 2. "Non molto lungi da d antico Teatro ave si fanno de' pilastri per sostegno di alcuni bassi o dicium camere moderne lesionate per cagione di negligenza di chi prima teneva la direzione di quelli scavi."	1. "un pedazo grande de panichia de una estatuá de metal de 3 pal. Y 2 on. largo y de 1 pal. de diam. a uno punta y a la otra 6 on. y viene a ser el pedazo de metal que le caya á la estatuá de sombra el ombra detras la espaldá (in margine: Este panichio es una cosa particular por que es todo travajado como damasco...". 2.	1. Min. Wessia in Russiko 1885, pp. 388-389. 2. Nota di metalli et altre cose antiche che si trovano ne'Reali Scavamenti (Camillo Paderni), in Russiko 1885, p. 389.	Inventario Sangorgio n. 4089	QERC_15	
3 giugno 1871	Testa bronzea di cavallo di grandezza naturale	"procedendo sempre all'abbassamento delle terre che coprono gli antichi monumenti ... perpendicolarmente alla strada, all'altezza di met. 4,60 dal lastricato."	"Bronza. Una testa di cavallo di grandezza naturale mancante dell'orecchia sinistra e porzione della fronte e del collo. Gli occhi sono vuoti ed ha il morso alla bocca che è alquanto aperto e vi appaiono i denti. Un poco al di sopra della bocca vi sono due piccoli fori bislungi per tenere la briglia. Lunga met. 0,66. Pochi frammenti appartenenti alla testa suddetta"	Russiko 1885, p. 609.	115391	QERC_39	
9 giugno 1871	Ciuffo della testa del cavallo	"Il lavoro di cavamento proseguendosi come nei giorni precedenti, si è raccolto all'altezza di met. 4,60 dal lastricato."	"Un pezzo che comincia da sotto a cilindro forato, si eleva allargandosi a forma di pigna ed è sormontato da altro pezzo di cilindro che si ramifica in cinque corna, delle quali una che è verso il centro è piccolissima. Altezza maggiore met. 0,22"	Russiko 1885, p. 609.		[n.d.]	Nel deposito del MANN, ma attualmente risulta disperso
10 giugno 1871	Groppa di cavallo (fr.)	"Allo stesso livello di terra che si è lavorato la giornata di ieri."	"Bronza. Un gran pezzo informe che potrebbe essere parte della groppa d'un cavallo, larga met. 0,62 per met. 0,82."	Russiko 1885, p. 609.		QERC_27	
14 giugno 1871	Gamba di cavallo	"Allo stesso livello dei terreni, cioè a met. 4,60 dal piano della strada si è rinvenuto, in bronzo."	"Una gamba destra di dietro d'un cavallo mancante di una porzione verso basso e del piede. La sua maggior lunghezza è met. 0,80."	Russiko 1885, p. 610.		QERC_28	

Fig. 4 – Visualizzazione parziale della tabella informatizzata per la gestione integrata dei record d'archivio e documentali.

frammento e, dunque, la ricomposizione del monumento. Poiché le campagne ricognitive, inoltre, hanno avuto luogo in tempi diversi e i frammenti recuperati e analizzati sono apparsi sin da subito particolarmente numerosi e vari nella forma e nelle caratteristiche, la scheda preliminare, nelle voci relative alla produzione grafica e al rilievo fotogrammetrico, è stata utile al fine di avere sempre chiaro il lavoro eseguito e da eseguire. La scheda, in definitiva, con tutte le informazioni in essa raccolte è stata realizzata in formato .PDF editabile (Fig. 5) con alcuni accorgimenti in grado di facilitare e velocizzare l'informatizzazione dei dati acquisiti. A questo proposito, infatti, sono state create caselle di controllo selezionabili per mezzo di spunta e menu a tendina per i campi caratterizzati da vocabolari.

Le riprese fotografiche per ciascun reperito sono state realizzate per mezzo di una Reflex Nikon D3000 e, seguendo i criteri specifici della fotografia dei reperti archeologici, ogni oggetto è stato fotografato secondo più prospettive, cercando di identificare gli elementi diagnostici e particolarmente caratteristici; è stato utilizzato uno sfondo neutro, con toni dal bianco al nero, e il riferimento metrico affiancato. Alla produzione *in loco* della documentazione fotografica dei reperti è seguita una fase di post-produzione in cui la fotografia del reperito è stata opportunamente modificata, scontornata eliminando lo sfondo e lasciando visibile solo l'oggetto e arricchita da riferimento metrico

Schedatura reperti nell'ambito del progetto "La quadriga bronzea di Ercolano: studio, ricostruzione, valorizzazione"		 	
Cd_reperto	QERC_01	Dimensioni	
Descrizione	Frammento bronzo di cavallo	Larghezza (l): 27,5 cm	
Categoria	Scultura/Statuaria	Altezza (h): 20 cm	
Datazione reperto (ca.)	non oltre il I sec. d.C.		
Luogo conservazione	MANN - Deposito Sala affreschi		
Riferimenti presenti			
Anno rinvenimento		Materiale	
Luogo di rinvenimento	Ercolano	Metallo/Bronzo	
Note	Attualmente sito presso scaffalatura metallica		
Schizzo\Foto		Superficie poco deteriorata	
		Stato di conservazione	
		integro parziale, ricomposto intero parziale, ricomponibile mutilo <input checked="" type="checkbox"/> frammentario ricomposto reintegrato ricomponibile parziale, reintegrato	
		Descrizione\interpretazione	
		Frammento bronzo di ventre di cavallo con parte di costato (?), visibile una leggera convessità; evidenti le fasce muscolari e le venature.	
		Fotografia	
		<input checked="" type="checkbox"/> Sì Cd_foto QERC_01_F1-F2 <input type="checkbox"/> No	
		Rilievo fotogrammetrico	
		<input checked="" type="checkbox"/> Sì <input type="checkbox"/> No	
		Operatore rilievo fotografico	
		Francesco Gabellone	
		Operatore schedatura	
		Fabiana Cerasa	
		Responsabile scientifico del progetto	
		Stefania Pafumi	
		Note	
		Data	
		06/07/2021	

Fig. 5 – Esempio di scheda preliminare relativa al reperto QERC_01.

digitale. Le fotografie sono state rinominate con codice univoco e numero progressivo per reperto; codice che è stato poi inserito nell'apposito campo della scheda del pezzo.

Per gli oltre 87 frammenti censiti come afferenti alla quadriga di Ercolano, la schedatura così predisposta, corredata da documentazione fotografica, ha il pregio di consentire non solo l'identificazione univoca dei frammenti e una loro fruizione immediata, ma anche la gestione nel tempo delle informazioni ad essi pertinenti. Infine, essa costituisce un punto di partenza scalabile, implementabile, fruibile e condivisibile con altri specialisti.

E.C.

5. LO STUDIO MORFOLOGICO-COMPARATIVO

5.1 L'apporto dello studio tridimensionale per la ricostruzione

Parallelamente al fondamentale studio storico-archeologico e ad una rilettura comparativa dei dati riferiti ai ritrovamenti, è stato effettuato un rilievo sistematico su base 3D dei frammenti, secondo uno schema preliminare volto alla verifica delle relazioni morfologiche tra gli elementi e ad una loro conseguente giustapposizione nello spazio tridimensionale. Tale verifica costituisce in sé una notevole risorsa di metodo, mai tentata in precedenza, poiché permette di esporre i reperti alla duplice verifica storico-archeologica e metrico-morfologica, secondo un approccio interdisciplinare indispensabile al riconoscimento delle congruenze, delle anomalie e dei possibili accostamenti (GABELLONE 2019).

A tal fine sono stati esaminati dal punto di vista tridimensionale tutti i frammenti selezionati, in numero di circa 87, consistenti in elementi di piccole, medie e grandi dimensioni, dal “Cavallo Mazzocchi” (dimensioni circa 230×220 cm) ai frammenti di piccole *appliques* delle dimensioni di circa 7-10 cm. La maggior parte di questi oggetti, che non possono essere posizionati in modo da favorire un rilievo unitario, cioè con un unico passaggio, sono stati rilevati nella faccia anteriore e posteriore, con conseguente raddoppio dell'onere computazionale. Il rilievo è stato di tipo speditivo low-cost, con utilizzo della fotogrammetria digitale (BOCCARDO *et al.* 2001). La scelta del metodo di rilievo è stata condotta sulla base di alcune considerazioni tecniche e operative che si rapportano ai tempi necessari per la restituzione 3D e alle successive fasi di lavoro legate allo studio morfologico da remoto. Sebbene quindi il rilievo indiretto realizzato mediante scansione laser fornisca notoriamente maggiori garanzie di accuratezza metrica, le finalità del progetto hanno suggerito di usare la fotogrammetria digitale come principale metodo di studio e rilievo. Questa scelta si giustifica per diversi aspetti: la maggiore risoluzione e resa delle texture superficiali, la possibilità di “leggere” maggiori dettagli in relazione alla distanza delle prese fotografiche e al loro numero, la maggiore libertà nei rilievi di frammenti particolarmente difficili da riprendere con altri metodi (ad es. alcuni frammenti non facilmente movimentabili posti sul pavimento), la maggiore velocità di elaborazione in considerazione dell'elevato numero di frammenti da riprendere. Poiché la precisione e l'accuratezza del rilievo fotogrammetrico dipendono strettamente dalla capacità dell'operatore di “imbrigliare” il dato metrico con vincoli metrici e misurazioni dirette, si può affermare che il metodo fotogrammetrico, se correttamente eseguito, risulta rigoroso al pari delle altre misurazioni indirette attive (laser scanner).

Il dato metrico è stato pertanto costantemente confrontato con *constraints* collocati sul piano di rilievo. Le immagini sono state prodotte con fotocamera Fujifilm XT30 dotata di sensore da 26.1 megapixel X-Trans CMOS4 di quarta



Fig. 6 – Restituzione fotogrammetrica del cd. Cavallo Mazzocchi, Museo Archeologico Nazionale di Napoli.

generazione. Tale sensore ha permesso di ottenere modelli 3D con risoluzione mesh molto elevata. Il metodo di lavoro basato su fotogrammetria è risultato alla fine estremamente valido, con molte problematiche comuni anche ad altre tecniche di rilievo, ma con vantaggi importanti legati allo studio a distanza. Alcuni oggetti (assemblati poi nelle due facce) sono stati infatti depositati sulla piattaforma Sketchfab al fine di consentire la massima condivisione e lettura dei risultati 3D all'interno del gruppo di lavoro, anche in considerazione della contingente emergenza pandemica che ha impedito briefing in presenza.

La natura, molto scura e riflettente, delle superfici in bronzo ha comportato diverse difficoltà tecniche di rilievo, dovute alla scarsa ricchezza di dettaglio percepibile in foto e ai riflessi indotti dalla luce ambiente. La maggior parte degli oggetti è stata rilevata con risoluzione di circa 1.5-2 mm/mesh nelle aree più dettagliate, adeguata alle finalità del progetto (EL-HAKIM *et al.* 2003). Tale approccio, incrociato con lo studio archeologico, ha permesso di individuare l'estraneità di molti frammenti al gruppo della quadriga, consentendo altresì di rappresentare una ricomposizione in scala reale di quelli pertinenti e di procedere ad una prima ipotesi ricostruttiva. Questa prima selezione dei frammenti pertinenti risulta essere tra le operazioni più complesse dell'intero workflow, in quanto eventuali frammenti scartati potrebbero generare errori a catena anche sugli altri pezzi che potrebbero connettersi con questi.



Fig. 7 - Confronto tra visualizzazione con colore visibile e rappresentazione in phong shading. Nelle immagini a destra si possono osservare maggiori dettagli morfologici.

5.2 *La ricerca delle affinità morfologiche*

La ricerca delle affinità morfologiche dei molteplici frammenti di cavallo in studio e la loro collocazione e giustapposizione sono state determinate in relazione alla disponibilità del cd. Cavallo Mazzocchi (Fig. 6). In questo studio esso rappresenta l'elemento di comparazione principale per ogni determinazione di confronto stilistico; pertanto, dalla precisione della sua restituzione nello spazio 3D discendono gran parte delle osservazioni deduttive, basate sul metodo bottom-up. Il cavallo è stato perciò restituito con due metodi differenti. Il primo rilievo è stato eseguito con illuminazione diffusa, ma senza elementi di controllo. Tale metodo ha prodotto delle anomalie delle superfici e un errore residuale non accettabile (pari a circa 1 cm). È stato perciò utilizzato, successivamente, un secondo metodo di rilievo, con illuminazione più efficiente e con l'apposizione di piccoli target adesivi sulla superficie. Questo secondo metodo ha consentito di ottenere un modello 3D senza evidenti errori di orientamento della base fotografica e con risoluzione di circa 2 mm/mesh.

Come già detto, l'attendibilità metrica della restituzione del cavallo è determinante al fine di limitare al massimo gli errori di tolleranza che, come noto, caratterizzano tutti i rilievi a prescindere dal metodo usato. In questo studio 3D in particolare, il livello di tolleranza dipende anche da diversi altri fattori, estranei al rilievo, quali l'entità dei precedenti restauri, la disponibilità di frammenti con incrostazioni perché non ancora sottoposti a pulizia e restauro, nonché la loro possibile deformazione indotta dalla rottura dell'elemento integro. In considerazione di ciò si è quindi ritenuto di dover procedere con la massima precisione e cautela, compatibilmente con le tempistiche di lavoro determinate dall'imminente apertura dell'ala espositiva del museo (Campania romana) che accoglierà i primi risultati di questo studio. Dal punto di vista



Fig. 8 – Testa di cavallo (inv. n. 115391): malgrado la perfetta corrispondenza morfologica nella parte anteriore (a sinistra), il profilo del collo non corrisponde perfettamente con quello del Cavallo Mazzocchi (a destra). Le mancate aderenze morfologiche sono ascrivibili ai restauri effettuati sul frammento negli anni passati.

della leggibilità delle caratteristiche delle superfici, l'osservazione nello spazio tridimensionale ha permesso di riconoscere elementi plastici non immediatamente osservabili ad occhio nudo, ma estremamente evidenti nell'osservazione in phong shading, una tecnica che può essere accostata all'osservazione a luce radente. L'immagine in Fig. 7 mostra le evidenti differenze tra la rappresentazione con colori reali e la rappresentazione in phong shading, che accentua le discontinuità superficiali, aiutando il riconoscimento delle analogie. In alcuni casi l'aderenza dei frammenti ad una parte anatomica del cavallo è molto alta, con muscolature e vasi sanguigni in evidente continuità con il modello di riferimento.

Per lo stesso motivo, alcuni frammenti sono invece stati classificati come “non pertinenti” perché, malgrado siano collocabili in modo abbastanza preciso sulle repliche digitali del Cavallo Mazzocchi, essi presentano delle differenze stilistiche evidenti, nella soluzione delle pieghe, nel diverso andamento delle muscolature, oppure nella mancata congruenza dimensionale. In altri casi alcuni frammenti di zampa sono stati esclusi perché la copertura degli arti era già completa e ciò dimostra che il tipo utilizzato per il Cavallo Mazzocchi potrebbe essere stato utilizzato anche per la produzione di altre statue equestri presenti nell'area di ritrovamento della quadriga. Tutte le analisi dimensionali e morfologiche sono sempre riferite a criteri di confronto operati all'interno di moderati fattori di tolleranza, verosimilmente dovuti a deformazioni nella rottura dei pezzi, ai piccoli “aggiustamenti” prodotti dai restauratori sul Cavallo Mazzocchi nei precedenti restauri, oppure alle probabili differenze esistenti tra copie provenienti dalla stessa matrice.



Fig. 9 – Evidenza di continuità anatomiche nel frammento rispetto al Cavallo Mazzocchi.

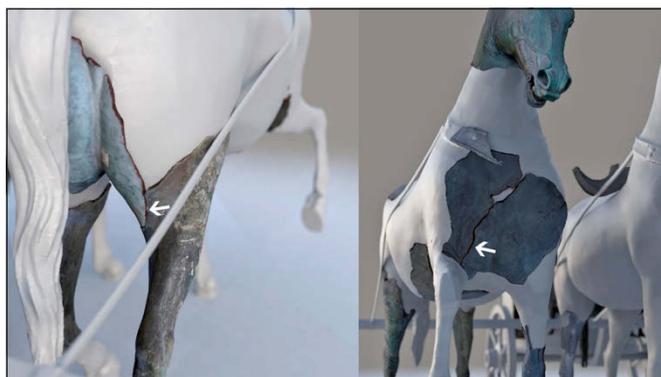


Fig. 10 – Esempio di matching morfologico con linee di frattura perfettamente corrispondenti.

Un evidente esempio di queste probabili differenze morfologiche è visibile nel confronto di un frammento di testa equina (inv. n. 115391), perfettamente sovrapponibile al modello, ma con molte differenze anatomiche nella curvatura del collo (Fig. 8). Ciò dipende in questo caso dagli interventi di restauro compiuti in tempi moderni. In altri casi, al contrario, sono state individuate perfettamente le corrispondenze delle linee di frattura e quelle di continuità anatomiche (vasi sanguigni, muscoli) che permettono di accostare alcuni frammenti con elevata precisione e attendibilità (Figg. 9-10).

La conformazione morfologica del carro e le sue dimensioni sono basate su alcuni elementi di raffronto già descritti in precedenza; tuttavia, è stato possibile ipotizzare l'andamento tridimensionale del profilo curvilineo della

cassa anche grazie alla presenza di un frammento di cornice ad ovoli (Fig. 2) che ne caratterizza il perimetro superiore. La soluzione risulta ben accostabile alla rappresentazione presente sulla tazza di Boscoreale (Fig. 3). Le dimensioni in altezza della cassa sono infine desunte in rapporto alla dimensione delle ruote; infatti, la cassa appare spesso in misura confrontabile con le ruote del carro in gran parte delle rappresentazioni del periodo. Poiché la ricostruzione della ruota del carro è resa possibile, con ottima precisione, per il rinvenimento di $3/4$ del suo perimetro, in base a questo metodo è possibile ricostruire con sufficiente approssimazione l'altezza della cassa.

Per ciò che attiene alle giustapposizioni possibili operate sulle figure umane prese in esame per l'identificazione del trionfatore, che comprendevano due personaggi togati e uno in nudità eroica, sono stati individuati specialmente per quest'ultimo nuovi elementi in connessione e corrispondenze dimensionali e stilistiche che permettono di riferire con certezza i frammenti esaminati alla stessa figura, ma non di dirimere la questione della sua attribuzione alla quadriga, che rimane quindi legata alle valutazioni di natura storico-archeologica.

5.3 *Il restauro virtuale come risorsa di metodo*

Il rilievo morfologico e il restauro virtuale della quadriga costituiscono, a livello metodologico, una forma di restauro guidato, vale a dire un criterio di verifica *ante rem* delle operazioni di intervento sui frammenti reali, che permette ai restauratori di conoscere in forma predittiva la collocazione dei frammenti stessi rispetto all'insieme. Questo consente di programmare le necessarie operazioni di movimentazione, per procedere all'eventuale restauro con notevole risparmio di tempo, disponendo di un riscontro digitale che semplifica in maniera significativa ogni fase di intervento reale. Le risorse tecnologiche, oggi disponibili anche in forma low-cost, costituiscono l'elemento di svolta in queste attività di ricerca. Esse permettono di determinare con un approccio numerico le peculiarità di ogni oggetto studiato e di muovere con facilità nello spazio virtuale oggetti di notevole dimensione, senza limiti di peso, gravità ed estensione (GABELLONE 2015).

Malgrado l'indubbia validità e scientificità del metodo, va comunque precisato che il riconoscimento delle congruenze di forma e l'accostamento virtuale dei frammenti non costituiscono in sé verifica definitiva e certa della pertinenza dei pezzi alla quadriga di Ercolano. Per quanto riguarda ad esempio i cavalli, essi forniscono una valida risposta sulla loro pertinenza al tipo del Cavallo Mazzocchi. La soluzione a questo elemento di incertezza può essere trovata incrociando questi importanti risultati di coerenza morfologica e archeologica con le altre indagini archeologiche ed eventualmente con quelle diagnostiche, anch'esse importanti per stabilire una piena compatibilità dei diversi frammenti di metallo attribuiti alla quadriga.

E.G.

6. CONCLUSIONI

La costituzione di un team che, per pregressa esperienza nei depositi del Museo Archeologico Nazionale di Napoli e conoscenza dei temi e delle pratiche della ricerca applicabili al monumento indagato, potesse dialogare efficacemente, anche da remoto, con le strutture del museo preposte alla conservazione e al restauro, si è rivelata condizione non solo utile per l'avvio delle operazioni, ma anche determinante nel prosieguo delle stesse, soprattutto in considerazione delle forti limitazioni sopraggiunte da marzo 2020 fino alla metà del 2022, a causa dello stato emergenziale provocato dalla pandemia da Covid 19. L'organizzazione del progetto in due fasi, una di carattere prevalentemente progettuale e l'altra strettamente operativa, con la programmazione serrata delle attività necessarie all'acquisizione digitale dei reperti per lo studio anche da remoto, ha ridotto notevolmente i tempi necessari allo svolgimento delle indagini *in situ*, ovvero nei depositi del museo. Ciò ha reso più sostenibile il progetto anche per quanto riguarda gli aspetti economici.

La grande mole di dati scaturita nelle diverse fasi di lavoro, la conduzione parallela delle attività di documentazione e studio, oltre alla necessità di ottimizzare tempi e risorse, hanno suggerito l'opportunità di procedere da subito ad una gestione informatizzata dei dati raccolti. Nell'elaborazione delle strategie più idonee per realizzarla, si è dato peso al potenziale da esse offerto in termini di rapidità di documentazione, agilità di consultazione e facilità di utilizzo ai fini della ricerca presente e futura sul monumento in esame. Il lavoro di analisi dei frammenti statuari ammessi al programma di studio e di restauro è stato condotto mettendo in atto sia un approccio di tipo tradizionale, basato sui metodi scientifici propri della ricerca archeologica e storico-artistica, sia percorsi innovativi di tipo tecnologico. Fra questi ultimi, il rilievo morfologico e il restauro virtuale con finalità conoscitiva meritano particolare attenzione perché costituiscono, a livello metodologico, delle risorse di notevole impatto che, se correttamente affiancate ai procedimenti più tradizionali della ricerca archeologica, permettono risultati altrimenti impensabili.

La proposta ricostruttiva digitale cui si è pervenuti (Fig. 11) si fonda sull'integrazione di tutte le informazioni indiziarie offerte dalla ricerca sulla documentazione iconografica antica, sulle fonti storiche e sull'evidenza archeologica. La sua verifica attraverso il restauro digitale permette di riconsegnare agli studiosi e al pubblico un monumento ancora fortemente lacunoso e non privo di criticità e punti d'ombra, ma sicuramente molto più leggibile e fruibile nei suoi aspetti tecnici, artistici, figurativi, storici. La proposta è da intendersi, tuttavia, come un primo livello di ricostruzione poiché è limitata agli elementi di cui è stato finora possibile accertare la pertinenza ed è condizionata dalla necessità di completare tutte le valutazioni relative alla statua del personaggio (Augusto *divus*?) posto alla guida del carro, allo stato attuale ancora in fase di restauro.



Fig. 11 – Proposta di ricostruzione della quadriga di Ercolano: in bianco gli elementi integrati.

Essa permette, tuttavia, di cogliere le caratteristiche peculiari e per molti versi composite del monumento ercolanese che molto probabilmente recepiva un modello urbano di quadriga trionfale, adattandolo alle esigenze celebrative del contesto di utilizzo locale. Tali caratteristiche, in unione con lo stile eclettico dell'apparato figurativo, ben si accordano con una datazione intorno alla metà del I secolo d.C.

In conclusione, crediamo che il metodo integrato applicato allo studio della quadriga di Ercolano del Museo Archeologico Nazionale di Napoli possa rappresentare una buona pratica esportabile ad altri progetti simili. Esso rappresenta una valida opportunità di analisi consentendo di esporre i reperti alla duplice verifica storico-archeologica e metrico-morfologica, secondo un approccio interdisciplinare che permette di indirizzare con successo le scelte interpretative e di limitare al massimo il ricorso ad altri mezzi diagnostici. Esso rappresenta, infine, una risorsa fondamentale per ottimizzare i tempi e i costi della ricerca, perché consente di verificare le ipotesi di lavoro in corso d'opera, cioè man mano che esse si presentano, e di trovare anche successivamente, attraverso la simulazione virtuale e l'interazione fra i ricercatori, eventuali punti deboli o, viceversa, punti di forza condivisibili nella ricostruzione

archeologica. Questo facilita la decisione di proseguire un percorso di indagine o di abbandonarlo se infruttuoso e agevola la programmazione mirata delle operazioni di movimentazione necessarie per procedere al restauro materico dei frammenti in vista di un allestimento espositivo.

S.P., F.G.

STEFANIA PAFUMI

Istituto di Studi sul Mediterraneo - CNR
stefania.pafumi@ismed.cnr.it

FRANCESCO GABELLONE

Istituto di Nanotecnologia, Nanotec - CNR
francesco.gabellone@cnr.it

FABIANA CERASA

Dottorato in Scienze per il Patrimonio e la Produzione Culturale
Università degli Studi di Catania
fabiana.cerasa@phd.unict.it

Ringraziamenti

La ricostruzione della quadriga di Ercolano è stata sviluppata in collaborazione sinergica con la direzione e i laboratori di restauro del Museo Archeologico Nazionale di Napoli. Un particolare ringraziamento va al direttore Paolo Giulierini, a Valeria Sampaolo, Paola Rubino, Mariateresa Operetto e Andrea Milanese per il costante supporto nelle operazioni di rilievo e studio dei materiali presso le strutture del museo.

BIBLIOGRAFIA

- ALLROGGEN-BEDEL A. 1974, *Das sogenannte Forum von Herculaneum und die borbonesischen Grabungen von 1739*, «Cronache Ercolanesi», 4, 97-109.
- ALLROGGEN-BEDEL A. 2008, *L'Augusteum; la Basilica Noniana*, in M.P. GUIDOBALDI (ed.), *Ercolano. Tre secoli di scoperte*, Catalogo della mostra, Napoli, Electa, 34-53.
- Antichità Ercolanesi, Le Antichità di Ercolano esposte*, 8 voll., Napoli, Regia Stamperia, 1757-1792.
- BOCCARDO P., DEQUAL S., LINGUA A., RINAUDO F. 2001, *True digital orthophoto for architectural and archaeological applications*, ISPRS Archives, XXXIV, 5/W1, 50-55.
- CERULLI IRELLI G. 1972, *Decorazioni di baltei dal foro di Ercolano*, «Cronache Ercolanesi», 2, 35-103.
- ESPOSITO D., CAMARDO D. 2013, *La "Basilica Noniana" di Ercolano*, «Mitteilungen des Deutschen Archäologischen Instituts, Römische Abteilung», 119, 221-258.
- GABELLONE F. 2015, *Digital technologies and communication: Prospects and expectations*, «Open Archaeology», 1, 1 (<https://doi.org/10.1515/opar-20150005>).
- GABELLONE F. 2019, *Archeologia virtuale. Teoria, tecniche e casi di studio*, Lecce, Edizioni Grifo.
- GABRIGI E. 1907, *La quadriga di Ercolano*, «Bollettino d'Arte», 1, 1-12.
- GUIDOBALDI P. 2008, *Le ricerche archeologiche nell'area della Basilica Noniana (VII,16)*, in P.G. GUZZO, M.P. GUIDOBALDI (eds.), *Nuove ricerche archeologiche nell'area vesuviana*, Roma, L'Erma di Bretschneider, 410-413.

- EL-HAKIM S.F., BERARDIN J.A., BLAIS F. 2003, *Critical factors and configurations for practical 3D image-based modeling*, in *6th Conference on 3D Measurement Techniques*, II, Zürich, ETH, 159-167.
- KREILINGER U. 1996, *Römische Bronzeappliken. Historische Reliefs im Kleinformat*, Heidelberg, Verlag Archäologie und Geschichte.
- LAHUSEN G., FORMIGLI E. 2007, *Grossbronzen aus Herculaneum und Pompeji. Statuen und Büsten von Herrschern und Bürgern*, Worms, Wernersche Verlagsgesellschaft.
- PAFUMI S. 2019, *Bronze horsemen of the Augustan age from Herculaneum. New information from a "museum retrieval" in the reserves of the Civic Museum of Catania*, «Herom, Journal on Hellenistic and Roman Material Culture», 8, 203-235.
- PAFUMI S. 2020, *Disiecta Membra. Frammenti di statuaria bronzea di età romana del Museo Civico di Catania*, Roma, L'Erma di Bretschneider.
- PAGANO M. 2005, *I primi anni degli scavi di Ercolano, Pompei e Stabiae. Raccolta e studio di documenti e disegni inediti*, Roma, L'Erma di Bretschneider.
- PANNUTI U. 1983, *Il Giornale degli Scavi di Ercolano (1738-1756)*, «Atti della Accademia nazionale dei Lincei. Classe di scienze morali, storiche e filologiche. Memorie», serie 8, 26, 143-410.
- PARSLOW C.C. 1995, *Rediscovering Antiquity: Karl Weber and the Excavation of Herculaneum; Pompeii and Stabiae*, Cambridge, Cambridge University Press.
- RUGGIERO M. 1885, *Storia degli scavi di Ercolano ricomposta su documenti superstiti*, Napoli, Tipografia dell'Accademia Reale delle Scienze.
- WALLACE-HADRILL A. 2011, *Ercolano. Passato e futuro*, Roma, L'Erma di Bretschneider.

ABSTRACT

The bronze quadriga of the National Archaeological Museum of Naples, recovered in fragments at different times in the history of the Herculaneum excavations, represent a case study of interdisciplinary importance. Its reconstruction has never been attempted so far, due to the many factors of uncertainty that weigh on its knowledge. A new study, reconstruction and enhancement project was launched in 2020-2021 by the CNR-ISMed in cooperation with the National Archaeological Museum of Naples with the aim of producing new scientific knowledge and restoring the beauty and uniqueness of the recomposed original monument to public use. The interpretative problems related to the quadriga are numerous, complex and, concerning archaeology and its methods, they span from the study of sources and excavations records to in-depth knowledge of Roman statuary, casting techniques and the iconographic and stylistic characteristics of Roman bronzes. In this scenario, the application of methodologies and technologies combined with traditional investigations represents an innovative integrated method. Thanks to the digital verification of hypotheses, it can produce, on solid scientific bases, a virtual reconstruction of the investigated monument. This not only makes the costs for scientific research more sustainable, but enables restoration work to be directed by optimising time and resources.