

Lorenzo Cardarelli

**Morphological variability and
standardisation of vessel
shapes in the 2nd and first
half of the first millennium BC
in continental Italy**

A data science and machine learning project
for the quantitative study of archaeological
ceramic profiles





18



Patrimoni Archeologici, Storici, Architettonici e Paesaggistici Mediterranei
Serie di Studi in Accesso Aperto del Dottorato di Interesse Nazionale
*Mediterranean Archaeological, Historical, Architectural and Landscape Heritage
Open Access Studies Series of National Ph.D. Program*



Finanziato
dall'Unione europea
NextGenerationEU



Ministero
dell'Università
e della Ricerca



Italiadomani
BENEFICIARI
CULTURA E RICERCA



CULTURAL HERITAGE ACTIVE INNOVATION FOR SUSTAINABLE SOCIETY
EXTENDED PARTNERSHIP

*Volume pubblicato nell'ambito e con il contributo del progetto
CHANGES - Cultural Heritage Active Innovation for Sustainable Society
Project code: PE0000020 - CUP: H53C22000860006*

*Fondazione CHANGES, presso Sapienza Università di Roma: presidente prof. Marco Mancini
Spoke 1. Historical landscapes, traditions and cultural identities
Spoke leader Università di Bari 'Aldo Moro', coordinatore scientifico: prof. Giuliano Volpe*

*Volume published in the framework of and with the contribution of the project
CHANGES - Cultural Heritage Active Innovation for Sustainable Society
Project code: PE0000020 - CUP: H53C22000860006*

*CHANGES foundation, at Sapienza Università di Roma;
president prof. Marco Mancini
Spoke 1. Historical landscapes, traditions and cultural identities
Spoke leader Università di Bari 'Aldo Moro', scientific coordinator: prof. Giuliano Volpe*

© 2024 Edipuglia srl, via Dalmazia 22/b - 70127 Bari-S. Spirito
tel. 080 5333056 - <http://www.edipuglia.it> - e-mail: info@edipuglia.it

Copertina: Paolo Azzella

ISBN 979-12-5995-084-0

ISSN 3035-031X

DOI <http://dx.doi.org/10.4475/0840>

Lorenzo Cardarelli

MORPHOLOGICAL VARIABILITY AND
STANDARDISATION OF VESSEL SHAPES
IN THE 2ND AND FIRST HALF OF THE
1ST MILLENNIUM BC IN CONTINENTAL ITALY

A data science and machine learning project
for the quantitative study of archaeological ceramic profiles



EDIPUGLIA

Bari 2024

Adrias

Patrimoni culturali dell'Adriatico e del Mediterraneo - Collana diretta da Giuliano Volpe
Cultural heritage of the Adriatic and the Mediterranean - Series directed by Giuliano Volpe

Comitato scientifico/Scientific Board

Paul Arthur (*Università del Salento*), Andrea Augenti (*Università di Bologna*), Rita Auriemma (*Università del Salento*), Jacopo Bonetto (*Università di Padova*), Stéphane Bourdin (*Université Lumière Lyon 2*), Pascale Chevalier (*Université Blaise Pascal Clermont-Ferrand*), Francesco D'Andria (*Università del Salento*), Cecilia D'Ercole (*Université Paris 1 Sorbonne*), Riccardo Di Cesare (*Università di Foggia*), Sauro Gelichi (*Università Ca' Foscari Venezia*), Roberto Goffredo (*Università di Foggia*), Richard Hodges (*American University of Rome*), Tommaso Ismaelli (*Consiglio Nazionale delle Ricerche*), Danilo Leone (*Università di Foggia*), Alessandra Molinari (*Università di Roma 2 'Tor Vergata'*), Emanuele Papi (*Università di Siena e SAI-Scuola Archeologia Italiana di Atene*), Grazia Semeraro (*Università del Salento*), Francis Tassaux (*Université Bordeaux Montaigne*), Maria Turchiano (*Università di Foggia*), Enrico Zanini (*Università di Siena e SAI-Scuola Archeologia Italiana di Atene*)

Serie PASAP.Med

Patrimoni Archeologici, Storici, Architettonici e Paesaggistici Mediterranei
Studi in Accesso Aperto del Dottorato di Interesse Nazionale
Mediterranean Archaeological, Historical, Architectural and Landscape Heritage
Open Access Studies of National Ph.D. Program

Sede amministrativa/Leading institution

Università degli Studi di Bari 'Aldo Moro'

Università e Centri di ricerca partner/*Partner universities and research institutions*

Consiglio Nazionale delle Ricerche-Istituto di Scienze del Patrimonio Culturale, Politecnico di Bari,
Politecnico di Milano, Sapienza Università di Roma, Università degli studi della Basilicata,
Università degli studi di Cagliari, Università degli studi di Catania, Università degli studi di Napoli 'Federico II',
Università degli studi di Foggia, Università degli studi di Milano - Bicocca, Università degli studi di Palermo,
Università degli studi di Perugia, Università degli studi di Roma Tre, Università Iuav di Venezia

Coordinatore del Corso

Coordinator

Giuliano Volpe

Collegio dei Docenti/Comitato scientifico della Serie

Scientific Board

Darío Alvarez (*Universidad de Valladolid*), Vitangelo Ardito (*Politecnico di Bari*), Paul Arthur (*Università del Salento*), Carlo Atzeni (*Università di Cagliari*), Leopoldo Ivan Bargna (*Università di Milano-Bicocca*), Maddalena Bassani (*Università Iuav di Venezia*), Roberta Belli (*Politecnico di Bari*), Marco Bettelli (*Consiglio Nazionale delle Ricerche*), Giulia Boetto (*Centre Nationale Recherche Scientifique*), Alessandra Brivio (*Università di Milano-Bicocca*), Gert Burgers (*Vrije Universiteit Amsterdam*), Francesca Buscemi (*Consiglio Nazionale delle Ricerche*), Marco Cadinu (*Università di Cagliari*), Alessandra Capuano (*Sapienza Università di Roma*), Laurence Cavalier (*Université Bordeaux- Montaigne*), Gian Paolo Consoli (*Politecnico di Bari*), Domenico Copertino (*Università della Basilicata*), Vincenzo Cristallo (*Politecnico di Bari*), Armando Dal Fabbro (*Università Iuav di Venezia*), Giuliano De Felice (*Università di Bari*), Rossella De Cadilhac (*Politecnico di Bari*), Maria Cecilia D'Ercole (*Ecole des Hautes Etudes en Sciences Sociales, Paris*), Miguel Ángel De La Iglesia Santamaría (*Universidad de Valladolid*), Agostino De Rosa (*Università Iuav di Venezia*), Paola De Santis (*Università di Bari*), Francesco Defilippis (*Politecnico di Bari*), Riccardo Di Cesare (*Università di Foggia*), Giacomo Eramo (*Università di Bari*), Daniela Esposito (*Sapienza Università di Roma*), Emeri Farinetti (*Università di Roma Tre*), Pasquale Favia (*Università di Foggia*), Sandra Ferracuti (*Università della Basilicata*), Massimo Ferrari (*Politecnico di Milano*), Luisa Ferro (*Politecnico di Milano*), Custode Silvio Carmelo Fioriello (*Università di Bari*), Aguinardo Fraddosio (*Politecnico di Bari*), Luigi Franciosini (*Università di Roma Tre*), Giuseppina Gadaleta (*Università di Bari*), Cristina Galassi (*Università di Perugia*), Roberta Giuliani (*Università di Bari*), Roberto Goffredo (*Università di Foggia*), Anna Granata (*Università di Milano-Bicocca*), Rafael Hidalgo Prieto (*Universidad Pablo de Olavide, Sevilla*), Tommaso Ismaelli (*Consiglio Nazionale delle Ricerche*), Antonio Labalestra (*Politecnico di Bari*), Andrea Leonardi (*Università di Bari*), Danilo Leone (*Università di Foggia*), Monica Livadiotti (*Politecnico di Bari*), Giovanni Longobardi (*Università di Roma Tre*), Giulio Lucarini (*Consiglio Nazionale delle Ricerche*), Andrea Maglio (*Università di Napoli 'Federico II'*), Silvia Malcovati (*Potsdam School of Architecture*), Daniele Malfitana (*Università di Catania*), Fabio Mangone (*Università di Napoli 'Federico II'*), Marco Mannino (*Politecnico di Bari*), Francesco Marcattili (*Università di Perugia*), Antonino Margagliotta (*Università di Palermo*), Nicola Martinelli (*Politecnico di Bari*), Francesco Martorella (*Università della Basilicata*), Gianluca Mastrocinque (*Università di Bari*), Pasquale Mei (*Università di Palermo*), Bruno Salvatore Messina (*Università di Catania*), Pasquale Miano (*Università di Napoli 'Federico II'*), Massimiliano Minelli (*Università di Perugia*), Mariavaleria Mininni (*Università della Basilicata*), Ferdinando Felice Mirizzi (*Università della Basilicata*), Carlo Moccia (*Politecnico di Bari*), Michele Montemurro (*Politecnico di Bari*), Paola Moscati (*Consiglio Nazionale delle Ricerche*), Raffaella Neri (*Politecnico di Milano*), Antonio Nitti (*Politecnico di Bari*), José Miguel Noguera (*Universidad de Murcia*), Donatella Nuzzo (*Università di Bari*), Antonello Pagliuca (*Università della Basilicata*), Elisabetta Pallottino (*Università di Roma Tre*), Giulio Palumbi (*Università di Bari*), Nicola Panzini (*Politecnico di Bari*), Daniele Parbuono (*Università di Perugia*), Tatiana Pedrazzi (*Consiglio Nazionale delle Ricerche*), Giorgio Mario Peghin (*Università di Cagliari*), Luca Peyronel (*Università di Milano Statale*), Mario Piccioni (*Politecnico di Bari*), Paulo Providencia (*Universidade de Coimbra*), Giorgio Rocco (*Politecnico di Bari*), Carmela Roscino (*Università di Bari*), Michelangelo Russo (*Università di Napoli 'Federico II'*), Riccardo Santangeli Valenzani (*Università di Roma Tre*), Giuseppe Scardozzi (*Consiglio Nazionale delle Ricerche*), Grazia Semeraro (*Università del Salento*), Francesca Sogliani (*Università della Basilicata*), Antonio Tejedor Cabrera (*Universidad de Sevilla*), Elisabetta Todisco (*Università di Bari*), Fabrizio Toppetti (*Sapienza Università di Roma*), Darian Totten (*McGill University*), Maria Turchiano (*Università di Foggia*), Giovanni Francesco Tuzzolino (*Università di Palermo*), Ettore Vadini (*Università di Camerino*), Desiderio Vaquerizo (*Universidad de Córdoba*), Claudio Varagnoli (*Università di Chieti-Pescara*), Guido Veronese (*Università di Milano-Bicocca*), Giuliano Volpe (*Università di Bari*)

Segreteria Scientifica/Scientific secretary

Velia Polito

Introduzione

È una soddisfazione particolare presentare il primo volume della nuova serie del Dottorato di Interesse Nazionale “Patrimoni Archeologici, Storici, Architettonici, Paesaggistici Mediterranei”, ormai meglio noto con il suo acronimo PASAP.Med, che abbiamo voluto utilizzare anche per indicare questa serie, finalizzata soprattutto ad ospitare le migliori tesi di dottorato, che entra a far parte della collana “*Adrias*”. È una soddisfazione che attiene anche a una vicenda personale: nel 1990, il primo volume della collana *Adrias*, allora diretta da Ettore M. De Juliis, fu la mia tesi di dottorato in archeologia (II ciclo!). Inaugurare questa serie di tesi del dottorato da me coordinato, trentaquattro anni (e relativi cicli) dopo quella mia pubblicazione, rappresenta anche una grande emozione, con l’augurio che l’edizione delle loro tesi porti ai dottori PASAP.Med la stessa fortuna che portò a me quel libro del 1990.

Nato nel 2020 con il XXXVI ciclo, il Dottorato PASAP.Med, si è andato sviluppando e arricchendo progressivamente di nuovi apporti, riuscendo, a partire dal XXXIX ciclo, a diventare un DIN-Dottorato di Interesse Nazionale. Alle iniziali istituzioni promotrici, Università di Bari, Politecnico di Bari e CNR-ISPC, si sono, infatti, andate aggiungendo numerose altre Università: IUAV di Venezia, Politecnico di Milano, Sapienza Università di Roma, Università della Basilicata, di Cagliari, di Catania, di Foggia, di Milano-Bicocca, di Napoli ‘Federico II’, di Palermo, di Perugia, di Roma Tre. Il Collegio ha così raggiunto il numero di cento docenti italiani e stranieri. Contiamo di crescere ulteriormente nei prossimi anni, anche per conservare lo status di DIN, che necessita di un minimo di trenta borse, come prevedono le attuali norme (che speriamo siano modificate). Il nostro interesse è, però, mantenere una struttura compatta e organica del Corso, sia pure fortemente multidisciplinare negli abiti dell’archeologia, dell’architettura, della storia, dell’antropologia culturale, della storia dell’arte. Vorremmo evitare aggregati disomogenei che rischiano di somigliare più a federazioni di singoli corsi, tra loro scollegati e privi di integrazione. La natura nazionale, a nostro parere, deve invece valorizzare lo scambio, il confronto e l’incontro reale tra le varie discipline e soprattutto la costruzione di una comunità scientifica nella quale i dottorandi siano protagonisti. È questa la scommessa di PASAP.Med.

Si cerca così di garantire l’alta formazione di archeologi, architetti, storici dell’arte, antropologi e, più in generale, specialisti del patrimonio culturale, materiale e immateriale, impegnati nell’analisi dei paesaggi stratificati urbani, rurali, costieri e subacquei, in una azione di conoscenza funzionale alla tutela, valorizzazione, comunicazione e gestione del patrimonio culturale e a una progettazione di qualità. Non ultimo, è per noi fondamentale favorire nei dottorandi la maturazione della consapevolezza culturale, civile ed etica del ruolo sociale degli specialisti del patrimonio culturale, in quanto mediatori tra patrimonio e società contemporanea nello spirito della Convenzione europea sul valore del patrimonio culturale per la società (Faro 2005). Negli ultimi anni la felice integrazione con gli obiettivi del grande progetto PNRR CHANGES ha offerto al nostro dottorato ulteriori possibilità.

L’obiettivo dichiarato di questa serie nella collana *Adrias* consiste nel rendere disponibili in Open Access (e anche con una tiratura cartacea on demand), in tempi molto rapidi, i risultati delle ricerche dei nostri dottorandi, editi in una sede che vogliamo sia qualificata e rigorosa, dotata di un ampio comitato scientifico, coincidente con il collegio dei docenti del Corso di Dottorato, e degli ormai consueti sistemi internazionali di valutazione. Le tesi sono infatti sottoposte, dopo la valutazione del Collegio, al giudizio preliminare di due valutatori esterni, scelti tra i migliori specialisti per ogni tema trattato, poi a quello della Commissione dell’esame finale, normalmente composta da tre commissari e da due-tre esperti. Nelle schede di valutazione si chiede di precisare anche se la tesi merita la dignità di pubblicazione, con o senza interventi correttivi. Successivamente, dopo il lavoro di revisione da parte del dottore di ricerca, il manoscritto destinato alla pubblicazione viene nuovamente approvato dai docenti guida.

Questa nuova iniziativa si apre con il bel volume di Lorenzo Cardarelli, primo nostro dottore di ricerca, del XXXVI ciclo, che ha sviluppato una ricerca fortemente innovativa, giudicata eccellente sia dai valutatori sia dalla commissione (che ha aggiunto anche la lode). Non poteva esserci esordio migliore per sottolineare il carattere originale, rigoroso, sperimentale e innovativo di ricerche che vogliamo contribuire a diffondere.

Giuliano Volpe

Introduction

It is a particular satisfaction to present the first volume of the new series of the Doctorate of National Interest 'Mediterranean Archaeological, Historical, Architectural and Landscape Heritage' now better known by its acronym PASAP.Med, which we also wanted to use to indicate this series, aimed primarily at hosting the best doctoral theses, which becomes part of the 'Adrias' series. It is a satisfaction that also relates to a personal story: in 1990, the first volume in the Adrias series, then directed by Ettore M. De Juliis, was my doctoral thesis in archaeology (cycle II!). Inaugurating this series of theses from the doctorate I coordinated, thirty-four years (and cycles) after that publication, is also an emotional experience, with the hope that the publication of their theses will bring PASAP.Med doctors the same good fortune that the 1990 book brought me.

Born in 2020 with the XXXVI cycle, the PASAP.Med Doctorate has been progressively developing and enriching itself with new contributions, succeeding in becoming a DIN-Doctorate of National Interest, starting from the XXXIX cycle. The initial promoting institutions, the University of Bari, Bari Polytechnic, and CNR-ISPC, have been joined by numerous other universities: IUAV of Venice, Milan Polytechnic, Sapienza University of Rome, the Universities of Basilicata, Cagliari, Catania, Foggia, Milan-Bicocca, Naples 'Federico II', Palermo, Perugia, and Roma Tre. The College has thus reached a total of one hundred Italian and foreign lecturers. We are counting on further growth in the coming years, also to maintain our DIN status, which requires a minimum of thirty scholarships, as envisaged by the current regulations (which we hope will be changed). Our interest is, however, to maintain a compact and organic structure of the Course, although strongly multidisciplinary in the areas of archaeology, architecture, history, cultural anthropology, and art history. We would like to avoid uneven aggregations that risk resembling more like federations of individual courses, disconnected from each other and lacking integration. The national nature, in our opinion, must instead enhance the exchange, comparison, and real encounter between the various disciplines and, above all, the construction of a scientific community in which doctoral students are protagonists. This is the challenge of PASAP.Med.

In this way, we seek to guarantee the advanced training of archaeologists, architects, art historians, anthropologists, and, more generally, specialists in both material and immaterial cultural heritage, engaged in the analysis of stratified urban, rural, coastal, and underwater landscapes, in an action of knowledge functional to the protection, valorisation, communication, and management of cultural heritage and to quality design. Last but not least, it is fundamental for us to foster in PhD students the maturation of cultural, civil, and ethical awareness of the social role of heritage specialists as mediators between heritage and contemporary society in the spirit of the European Convention on the Value of Cultural Heritage for Society (Faro 2005). In recent years, the successful integration with the objectives of the large PNRR project CHANGES has offered our doctorate further possibilities.

The declared objective of this series in the Adrias series is to make the results of our doctoral students' research available in Open Access (and also with an on-demand print run), in a very short time, published in a venue that we want to be qualified and rigorous, with a broad scientific committee, coinciding with the board of teachers of the doctoral course, and the now customary international evaluation systems. The theses are, in fact, subjected, after the College's assessment, to the preliminary judgment of two external assessors, chosen from among the best specialists for each topic, then to that of the Final Examination Board, normally composed of three commissioners and two or three experts. The evaluation forms also state whether the thesis deserves the dignity of publication, with or without corrective work. Subsequently, after revision by the PhD candidate, the manuscript intended for publication is again approved by the supervising professors.

This new initiative opens with the fine volume by Lorenzo Cardarelli, our first PhD from the XXXVI cycle, who has developed a highly innovative piece of research, judged excellent by both the evaluators and the commission (which also added praise). There could not have been a better beginning to emphasise the original, rigorous, experimental, and innovative nature of research that we wish to help disseminate.

Giuliano Volpe