

The methodology of interpreting and promoting historical heritage: the Maxentius complex on the Appia Antica

Metodologia di lettura e valorizzazione del patrimonio storico: il complesso di Massenzio sulla via Appia Antica

The research concerns the understanding of the Maxentius complex, made up by the Villa, Mausoleum and the Circus of the same name, found at the III mile of the Appian Way and dating back to the 4th century A.D. The research work has been carried out on two levels: on one hand, aimed at achieving the restoration of the archaeological structure, and on the other, to investigate the role the Maxentius complex played within the archaeological infrastructure of the Appian Way and its relation to the territorial and landscape systems of the Roman Suburbia as it is located within the Appian Way Park. This work is proposed as a contribution in the historical documentation and in the scientific and cognitive investigation, as well as in the experimentation of digital technologies applied to the survey of cultural heritage and in the archaeological field.

La ricerca verte sulla conoscenza del complesso di Massenzio costituito dalla Villa, dal Mausoleo e dal Circo omonimo, al III miglio della via Appia Antica, e risalenti al IV secolo d.C., impostando l'indagine su un doppio livello di analisi: da un lato, conseguire la restituzione delle strutture archeologiche, e dall'altro, indagare il ruolo del complesso di Massenzio all'interno del sistema infrastrutturale archeologico della via Appia Antica e le sue relazioni con i sistemi paesaggistici e territoriali del Suburbio romano poiché collocato all'interno del Parco dell'Appia Antica. Questo lavoro si propone come contributo nella documentazione storica e nell'indagine scientifica e conoscitiva, oltre nella sperimentazione delle tecnologie digitali applicate al rilievo del patrimonio culturale e in campo archeologico.



Maria Grazia Cianci

Architect, PhD in Survey and Representation of Architecture and the Environment (Silver Plate UID 2002), is currently Associate Professor at the Department of Architecture of Roma Tre where she teaches Drawing Architecture, Representation of the Territory and Environment, Structure of the City. He holds the position of Director of the Second Level Master OPEN - Landscape architecture. Her research is published in international journals and conferences.



Sara Colaceci

PhD student in History, Design and Restoration of Architecture, Design Section at La Sapienza. Graduated in Architectural Design in the Department of Architecture of Roma Tre, in which she carries out teaching support activities in the courses of Drawing Architecture, City Structure and Landscape Representation. The research work of her thesis on the roman area and on the via Latina is published in international journals and conferences.

Key words:

Circus of Maxentius, cultural heritage, image-based modeling, survey.

Parole chiave:

Circo di Massenzio, patrimonio culturale, image-based modeling, rilevamento.

1. INTRODUCTION

The research presented here is currently underway in collaboration with the Sovrintendenza Capitolina. It concerns an initial study phase regarding the hemicycle of the Circus composed of the lateral towers and the central remains of the Carceres, the buildings from which racing chariots set off. Analysis is presently engaged in surveying the hemicycle. This analysis is currently incomplete with respect to the complexity of the entire Circus (fig. 1), which the Sovrintendenza has already analyzed and surveyed. Nonetheless, ulterior investigation was deemed necessary, and this has led to further investigation that is currently concentrated on the western sector, which served as access to the Circus (fig. 2).

The final aim of this research is not confined just to understanding the monumental complex, but also to its virtual reconstruction in order to promote cultural heritage. The history of a territory and its architecture are the elements through which we attempt to understand, reconstruct, and reveal the cultural meanings of human dynamics, and thus their contribution is fundamental for the analysis, assessment and interpretation of ancient and recent anthropic processes.

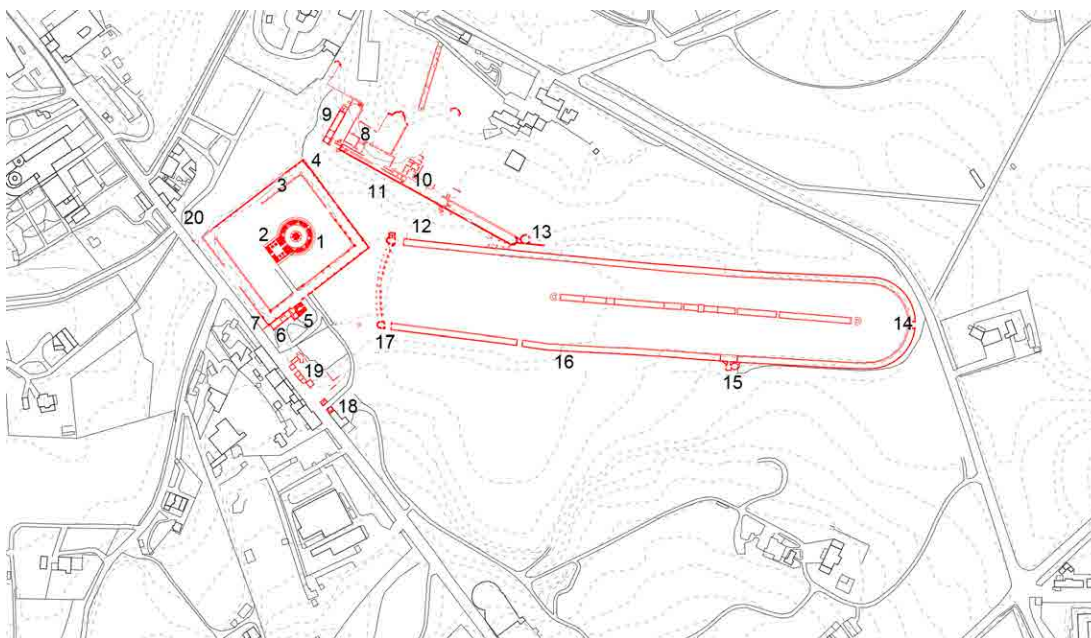


Fig. 1 - Aerial photograph of the area related to the complex of Maxentius inside the Appian Way Regional Park; the following archeological structures and infrastructures are recognizable: 1) Mausoleum, 2) Villa, 3) Circus, 4) the Appian Way.

Fig. 2 - Description of present structures: 1) Mausoleum of Romulus, 2) Torlonia farmhouse, 3) Four-sided portico, 4) thermal rooms, 5) Tomb of the Servili, 6) Adjacent farmhouse to the four-sided portico, 7) vaulted hypogeum room, 8) Imperial Villa, 9) Farmhouse adjacent to Villa 10) Cryptoporticus, 11) Greater nymphaeum, 12) Lesser nymphaeum, 13) Pulvinar of the Emperor, 14) Triumphal gate, 15) Judges tribune, 16) Terraces of the circus, 17) Carceres, 18) De' Cenci arch, 19) Remains of tombs and constructions, 20) 17th century wall and gate.

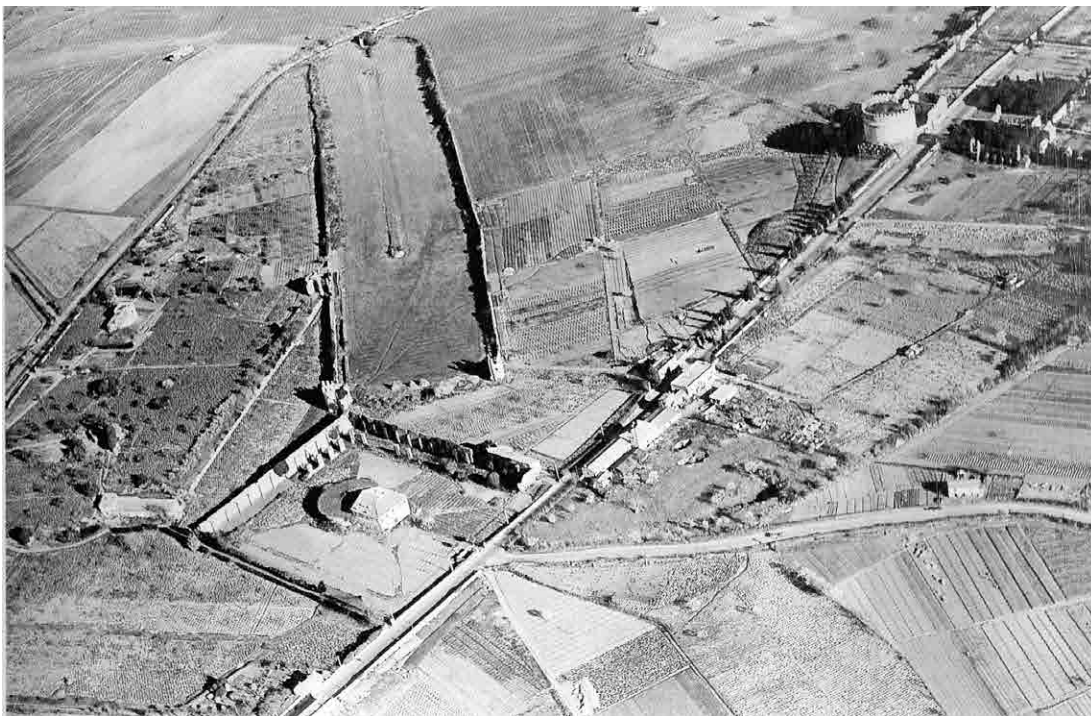


Fig. 3 - Photograph of the area from the mid-20th century. The structures of the mausoleum and the circus can be seen between the Appian Way in the foreground and the Appia Pignatelli in the background, along with the agricultural use of the land up to the archeological elements.

2. CASE STUDY: THE CIRCUS OF MAXENTIUS

From an orographic and geological perspective, the area of study is characterized by the volcanic plateau of the Capo di Bove that extends to the ditches of the Almona River. The Capo di Bove Plateau is the highest of all the plateaus making up the Roman area, reaching more than 80 meters above sea level, and thus was used as the system of the Regina Viarum (the Appian Way, 4th century B.C.), whose importance is demonstrated by the numerous tombs and suburban villas

constructed along it (fig. 3).

In addition to its sepulchral importance, it was also essential for the production activities in the villas built in the Late Republican and Imperial ages. In fact, most of the villas in the Roman Suburbia had a residential part, intended for the dominus, and a rustic-production segment intended for production facilities and storehouses. Few of these structures were "otium villas," that is, based on a concept of the monumental country villa as a place dedicated to rest, study, and meditation. The Villa of Maxentius falls into this category.

Once orographic data of the area are superimposed over archeological data, it reveals the presence of the villas located along the sides of the plateau. The complex fits consistently within this system, taking advantage of a small depression in the plateau that allowed the circus to be set within the slope's cove as well as for the Villa's structure to be placed in an elevated position (fig. 4-5). The three buildings were constructed wisely, following the natural orography of the territory in order to largely avoid significant works of excavation and filling and to take advantage of its respective features. The villa was constructed on the remains of prior constructions, and the circus was laid from west to east, in the depression from the Appian Way and gradually rises toward the current Appian Pignatelli. The circus, one of the last architectural expressions of a typology of extremely ancient buildings, the mausoleum, and the villa were conceived as a unitary architectural whole. The buildings formed a precise design with a layout similar to Imperial residences of that age and constituted an urban-architectural operation intended to affirm Imperial power. Today, coming down the course of the Appian Way you may immediately enter the southwestern side of the circus, which has been rendered entirely visible due to the absence of the original screening of the sepulchral structures placed along the consular road. The two towers rise up almost entirely intact, placed at the edges of the corona of the carceres, where chariot drivers lined up for the start of the races. The front view of the Circus is now completely missing, likely due to earthquakes and the spoliation of marble materials (fig. 6-7).

The area's fruition is completely open and exceedingly exposed to atmospheric agents, so it becomes increasingly necessary to establish an understanding of all the architectural components of this archeological area and their relationships among each other and to proceed with an assessment of the archeological emergencies that require surveys of naturalistic and environmental elements (fig.8). Therefore, the interpretation of a stratified territory can occur only through a multitude of analytical and interpretative instruments that are suited to the scale of research. The rediscovery of ancient artifacts and monuments exists not to render them immutable, but rather to rediscover their meaning.

3. COMPARISON BETWEEN THE HISTORICAL CARTOGRAPHY AND THE SURVEY

The comparison between the historical cartography and the layout of the complex of Maxentius has led to a number of interesting considerations. First, it is necessary to specify the kind of graphics used for the superimposition. The complete layout of the circus derives from a survey carried out in the past by the Soprintendenza, which is currently the most recent complete planimetric graphic available, as this current research is partially limited at the moment to the western hemicycle. In terms of the historical cartography, two types of documents have been utilized: those belonging to territorial representations of the Ager Romanus that report the significant presence of archeological elements in the Suburbia and Ager Romanus and those regarding the architectural surveys of the numerous, authoritative individuals who have dedicated themselves to the study of Roman antiquity.

The territorial papers report the most significant features, such as the external walls, the main volumes, and a relevant approximation with the representative scale with which they have been designed. Despite involving an in-depth study related to all existing parts, the surveys express an inconsistency in the spatial relation and in the reciprocal collocation of the three structures (circus, villa, mausoleum) due to the complexity of the mapping of the architectural whole carried out with the tools and traditional means from previous centuries. Map 161 from the Castasto Gregoriano –sezione Agro from 1819 illustrates the complex as being well inserted into the territory from the Appian Way to the Appia Pignatelli with adjacent sepulchral ruins. This map shows the maximum dimensions of the outer walls with a simplified representation of the towers and the hemicycle of the carceres, although it does present commendable conformity between the ancient representation and the contemporary survey (fig. 9).

The Igm document from 1924 includes the previous information while also specifying the contour marks, the altimetric heights, the farm and access roads, and the surrounding farmhouses. There is good correspondence between the document's representation and the survey concerning the main elements as well as

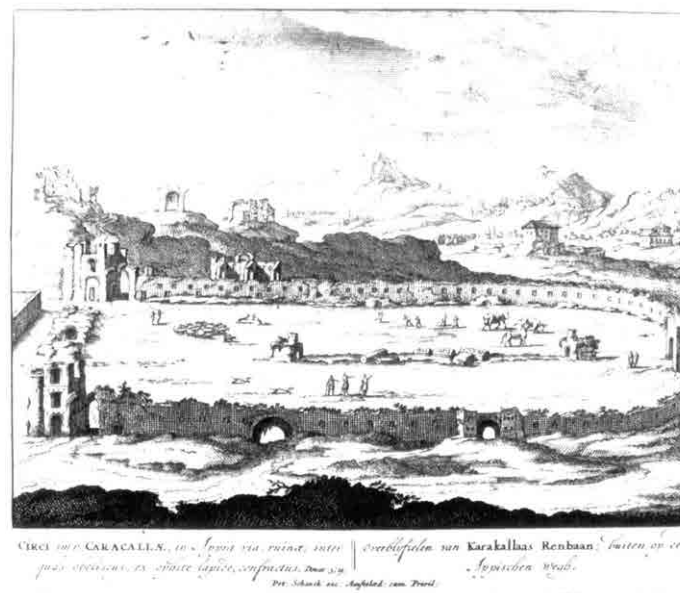
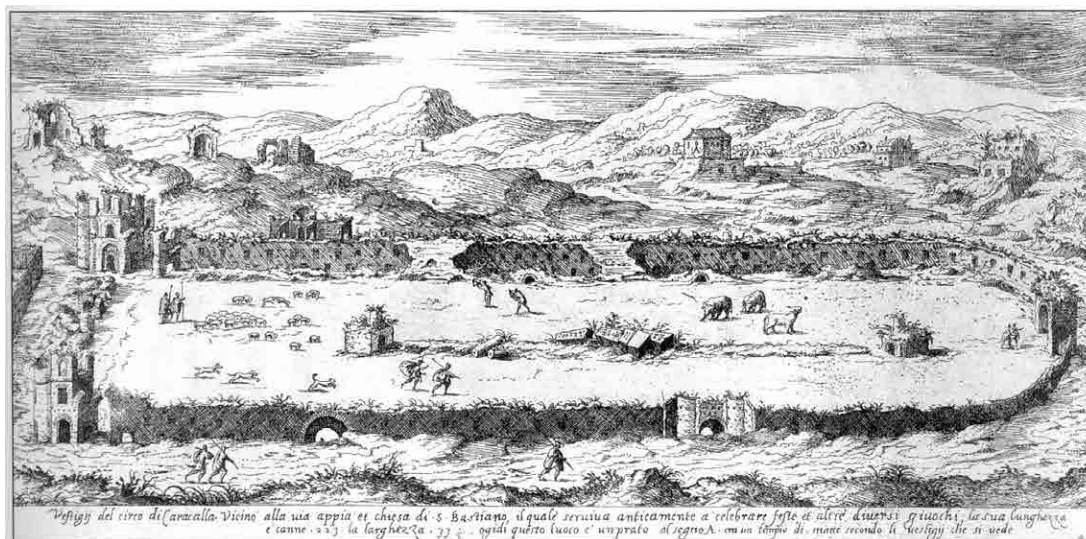
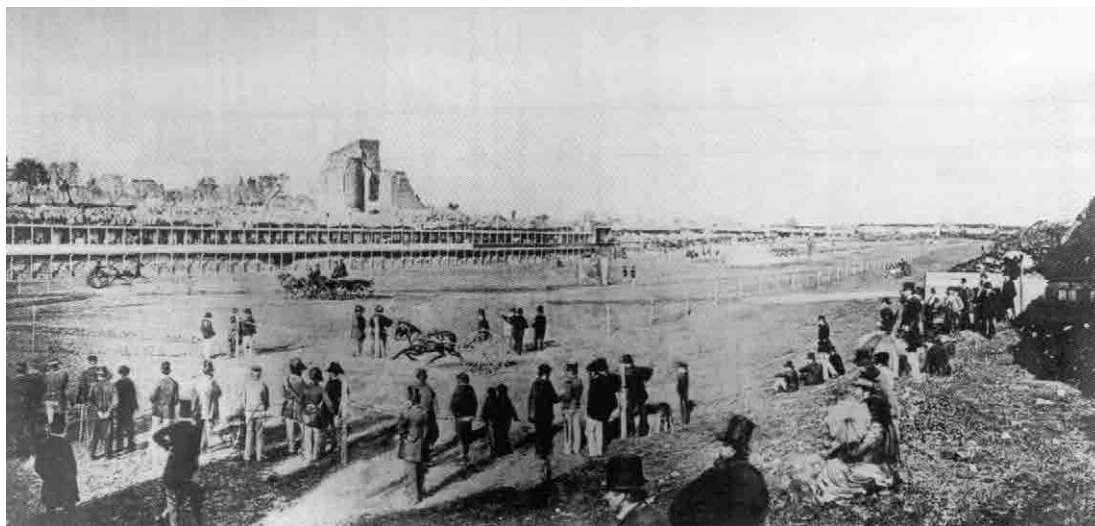
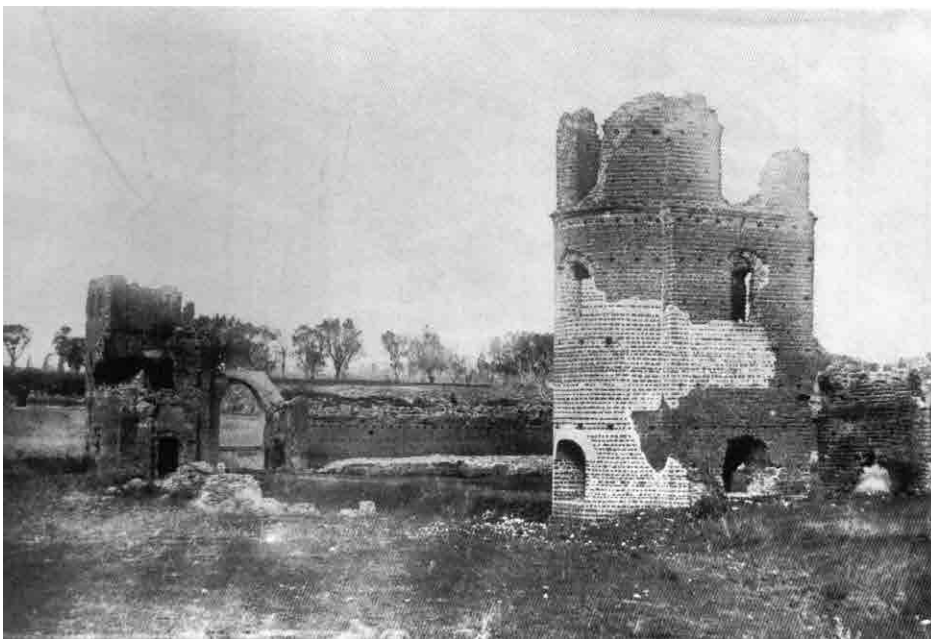


Fig. 4 – Du Perac, “Vestigi del circo di Caracalla vicino alla via Appia”, 1575. The entire architectural structure of the Circus is clearly visible within the ancient Roman landscape. Note especially: the intact state of the towers rising three stories, although they lack roofing; the remains of the Carceres enveloped by vegetation; the longitudinal walls; the connecting arches, of which only the lateral attachments between the arches and towers remain; the gates and the use of the land.

Fig. 5 – “Circo di Caracalla”, XII-XVIII century. This view depicts the condition of the ruins through the centuries. Note the archeological elements that remain as ruins of ancient vestiges, and the use of the land for pasture.



the mutual spatial relationship among the mausoleum, villa and circus, despite the simplifications employed (fig. 10).

In terms of older surveys, those of Francesco Piranesi, the Abbè de Saint Non and Luigi Canina have been taken into consideration. The layout plan “*Incografia del Circo de Caracalla fuori della Porta Capena in oggi S. Sebastiano*” drafted by Francesco Piranesi in 1786 precisely portrays all the architectural components of the circus, the tiers, the towers and the carceres, as well as reports the measurements expressed in Roman spans and the description of the elements and of different environments.

The layout has been scaled by a metric ruler and superimposed onto the survey. In carrying out such a comparison, an effective correspondence emerged between the two representations, old and contemporary. This coincidence is related to the general dimensions, the inclination of the southern wall, and the arrangement of the minor parts. The curvatures of the hemicycle of the carceres, however, remain inexact (fig. 11).

The survey created by the Abbè de Saint Non provides a correct representation of the circus and the villa in terms of dimensions, the relations between the two buildings and in the location of their significant parts. It does include, however, an inconsistency in the entire western part, or rather, the hemicycle of the carceres, and the position of the mausoleum has been shifted to the north-west (fig. 12).

The superimposition between the survey and Canina’s layout published in 1851 in “*Gli edifici di Roma antica cogniti per alcune reliquie*” clearly shows an error on his part regarding the dimension of the short side of the circus. The layout was initially scaled based on the metric ruler reported in the document and, later, was

Fig. 6 – Photograph of the towers as part of the circus’ hemicycle, taken by John Henry Parker, 1867/68. Note the state of ruin and collapse of the summits of the towers and connecting arches with the longitudinal structures of the tiers, as well as the unrecognizable remains of the carceres enveloped by vegetation.

Fig. 7 – Photograph from 1877. The circus fitted for sediliolo racing.

superimposed onto the survey in CAD. One can see there is a correct congruence in terms of the greatest dimension, that is, the length of the circus. However, it is clear that the minor side has been represented with an extra 16 meters. Consequently, this error continues into the northern part, meaning that the seat of the villa and mausoleum are incorrect (figg. 13-14). It is important to note that Canina's plans (the layout, internal perspective drawing of the hemicycle, the transversal and longitudinal section and especially the obelisks) concern a hypothetical reconstruction within his work investigating the ancient buildings of Rome (fig. 15).

All of the historical papers reveal a deformity concerning the curvature of the hemicycle and its relation with the longitudinal structures that included the tiers.

4. SURVEYING METHODOLOGY

The readings regard all architectural values of the structures involved and not solely their dimensions: the spatial, geometric, compositional, technical-constructive, matter, and stratigraphic, along with their relations with the context (Docci & Maestri, 2009). The aim of the survey is to rediscover, reconstruct and gar-

ner information from the archeological features of the complex of Maxentius. This is to be accomplished in order to gain meticulous knowledge of its structures, to identify their origin and vicissitudes, clarify their phases and construction techniques, their primeval form, the remaining portions as well as those now missing, and an overall analysis of the system and its graphic restoration.

The development of 3D capturing techniques involves those based on active sensors (range-based modeling) as well as those based on passive sensors (image-based modeling), including photogrammetry and compu-



Fig. 8 – Close-up photographic sequence of the current accessibility to the Circus from the entrance until the hemicycle with the towers and remains of the carceres. The ruins of the villa and the perimeter wall of the mausoleum can be seen in the background.

ter visuals that differ from the former by automation of the entire restoration process from two-dimensional images to three-dimensional ones (Hartleyv & Zisserman 2004; Remondino & El-Hakim, 2006; Remondino et al., 2011). The development of such techniques allows for new, more in-depth research possibilities in the field of cultural heritage, especially in the field of archeology. It is based on the use of copies of single pictures in order to identify corresponding points as well as on identify among principal perspectives and the photographs (Docci & Maestri, 2009; Paris, 2012). The management process for this type of surveying with appropriate software aims for a 360-degree analysis, as research is intended to recognize and assess archeological markers, identify anthropic stratifications, and establish spatial relations. It is opportune to clarify the operative methodology that has been utilized in various stages of this research.

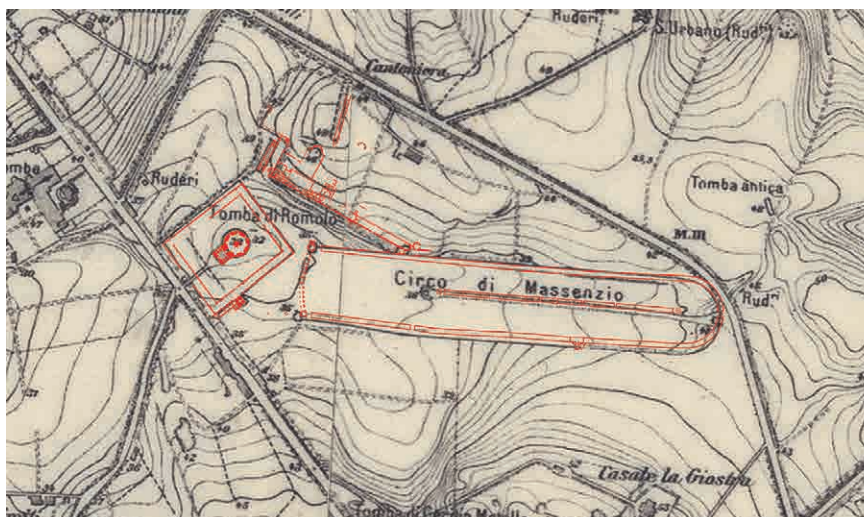
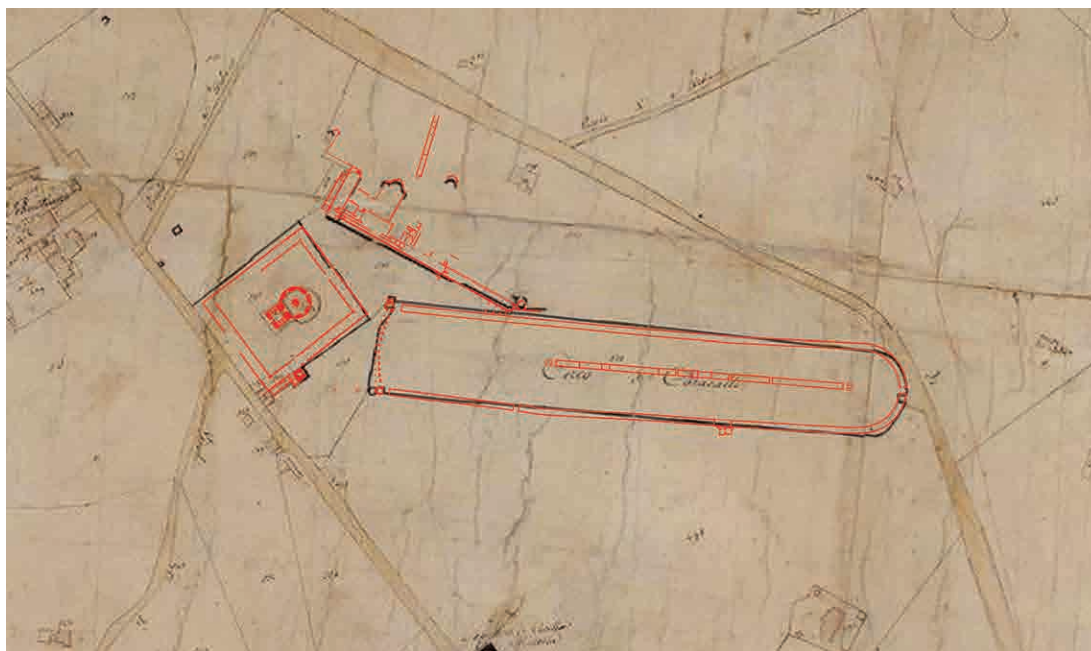
4.1 SURVEYING AND DATA ACQUISITION

The data acquisition process focused on a variety of phases: inspection, the choice of method and technology, photographing, and direct method metric data acquisition for dimensional control. Inspection revealed that photographic collection would be possible for the entirety of the hemicycle except for two sides of the northern tower, which were no longer accessible due to vegetation growth extending up to the archeological structures.

Photographing involved a variety of methods, due to the great extent of the architectural object. Photographs were taken around the entire hemicycle, including the northern tower, the remains of the carceres and the southern tower. Care was taken to include the overall tower-carceres-tower system in every shot.

Fig. 9 – Map 161, Catasto Gregoriano, sezione Agro, 1819. Note the conformity between the present survey (in red) and the document's representation related to the location of structures, the volumetric encumbrances and the reciprocal relation among the circus, mausoleum and villa.

Fig. 10 – Layout of Rome, Igm, 1924. Note the consistency between the present survey (in red) and the historical document that reports general information on the state of the terrain, elevation, accesses and distances.



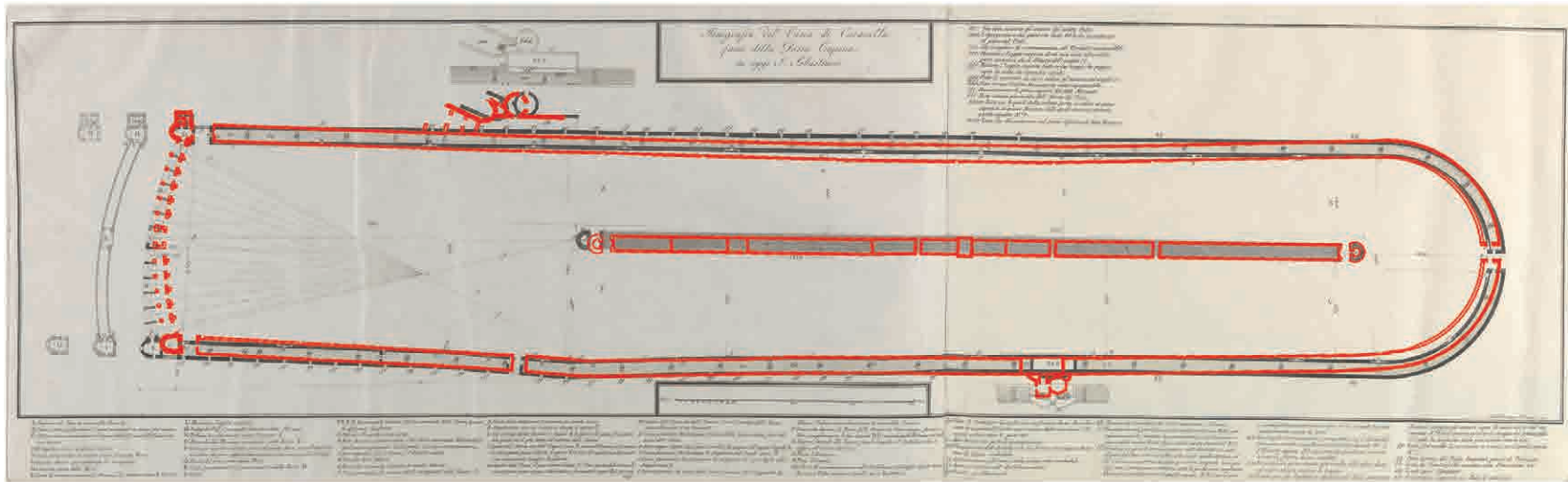
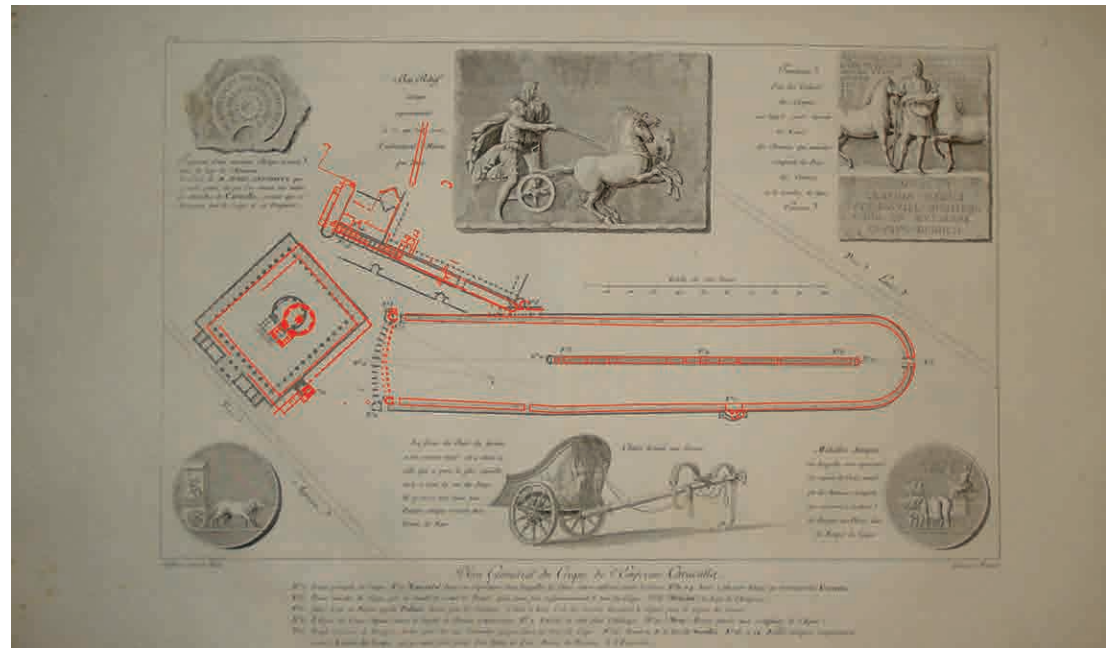


Fig. 11 – Francesco Piranesi, "Incognografia del Circo de Caracalla fuori della Porta Capena in oggi S. Sebastiano", 1786. Note the accurate and precise coincidence between the present survey (in red) and the historical survey, except for the curvature of the hemicycle.

Fig. 12 – Abbé de Saint Non, "Plan geometral du Cirque de l'Empereur Caracalla", 1795. Note the discrete uniformity between the present survey (in red) and the older survey related to the villa and the circus. However, an inconsistency is clearly evident in the western part regarding the carceres and the positioning of the mausoleum, which is shifted to the northwest.



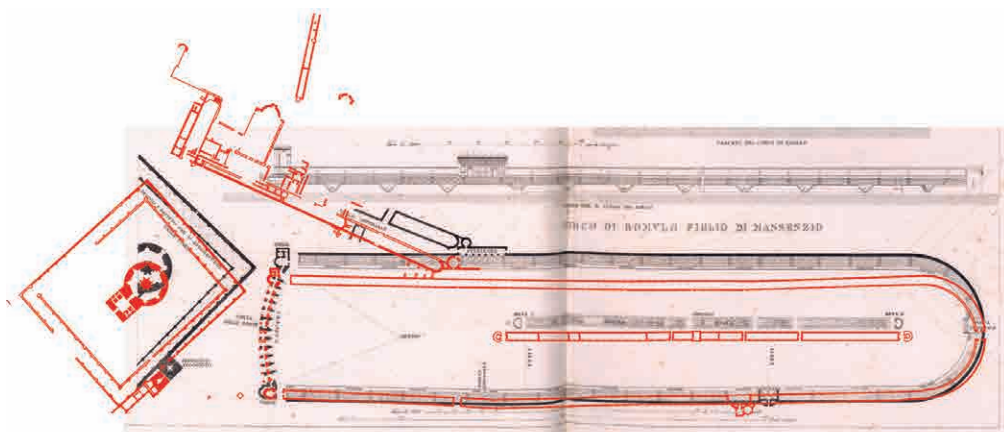
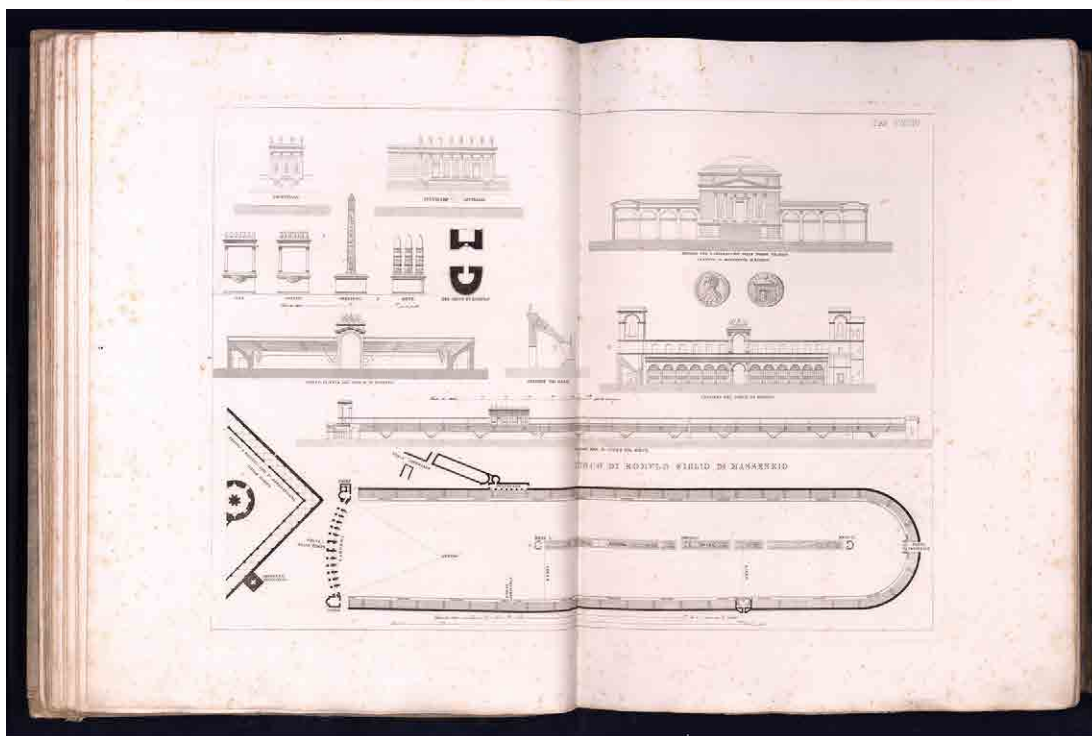


Fig. 13 – Luigi Canina, layout of the complex of Maxentius published in *Gli edifici di Roma antica cogniti per alcune reliquie*, vol. IV, 1851. The complex is adjacent to other sepulchral structures along the Appian Way, some of which can easily be seen (such as the Tomb of Cecilia Metella), while others are not identifiable at present.

Fig. 14 – Luigi Canina, layout of the circus and hypothetical reconstruction with sections and external perspective drawing of the hemicycle, published in *Gli edifici di Roma antica cogniti per alcune reliquie*, vol. IV, 1851.



Due to the heavy vegetation surrounding the northern tower, hindering its view and overall fruition, only the southern and western sides were photographed. Later, photographs were taken of the entire hemicycle from three perspectives positioned at the center and lateral sides of the carceres, carrying out this operation inside and outside of the hemicycle. Finally, a series of photographs were taken all around the southern tower. A Canon EOS 7D Mark II camera was used to take 265 photographs. The photos were taken with light sensor sensitivity at ISO 400, with a very narrow lens stop (f22) due to the broad depth of the field of the structure, and with an exposure time of 1/320s. In campaign phase, direct method reference measurements were taken in order to then scale the 3D model accurately.

4.2 DATA EXTRACTION AND POST-PROCESSING

This phase, too, was divided into multiple parts: photography post-production, image-based modeling (the creation of a 3D model from images), and two-dimensional restoration with vector graphics and orthophotography.

The photographs were then developed in post-production with Adobe Lightroom in order to standardize their tones and make them as homogenous as possible to facilitate reading by Agisoft Photoscan. Every photograph obtained had the same definition of 5472 x 3648 pixels with a 300 dpi resolution and a 24-bit color

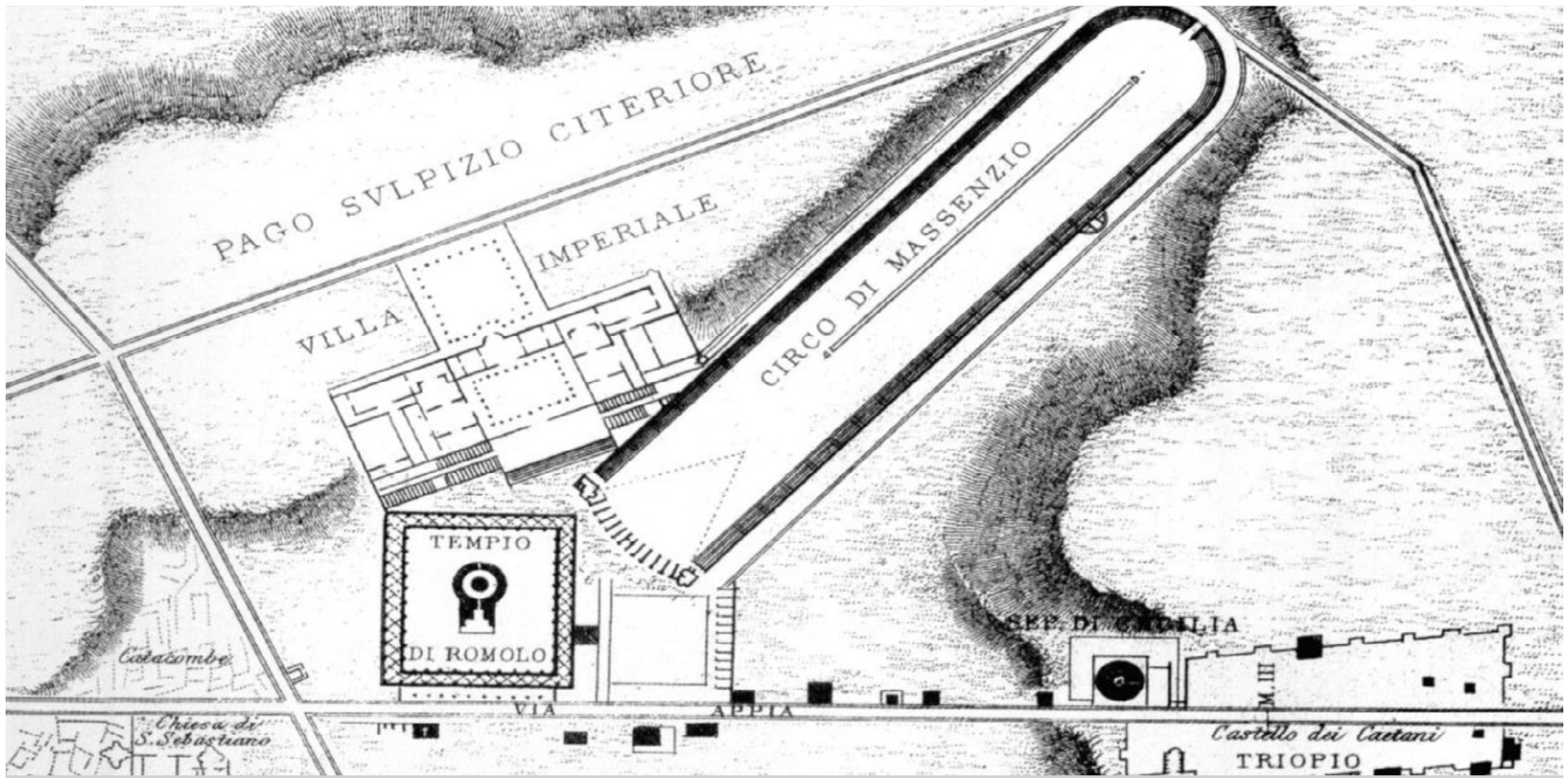


Fig. 15 – Luigi Canina, layout of the Circus published in Gli edifici di Roma antica cogniti per alcune reliquie, vol. IV, 1851. By superimposing the present-day survey (in red) with the historical layout, there is clearly an error in terms of the dimension of the short side of the Circus, which can be deduced after scaling the historical document using its metric ruler, while the dimension of the longer side is accurate.

depth. All photos were saved in jpeg format.

In terms of image-based modeling, the commercial software Agisoft Photoscan was used, based on image-matching algorithms (Remondino et al., 2014), which automates the entire process of image orientation and of reconstruction of the three-dimensional model. Using Align Photos, it is possible to align and orient the images thanks to the recognition of corresponding points, while through Build Dense Cloud it is possible to determine the point cloud (fig. 16). Build Mesh then allows the user to move from a point cloud to the elaboration of mesh surfaces, from which a textured representation can then be achieved through Build Texture (fig. 17). This representation was then scaled thanks to the measurements taken by direct method during the campaign phase. In short, from an initial phase with a set of two-dimensional photographic images, we obtained a 3D photo-realistic model containing geometric, dimensional, and surface texture information.

4.3 TWO-DIMENSIONAL RESTORATION

With the information acquired from the 3D model it is possible to examine the complexity of the structure, study its materials, analyze the state of conservation and assist in possible future interventions. The addition of high-resolution texture allows for the appreciation of the complexity of the virtual model. The production of orthophotographs and 2D vector designs through CAD to verify dimensions was necessary to document execution techniques, the state of conservation and the materials utilized (figg. 18-19). Due to the opportunity to have the images in real shape and size, it is possible to obtain metric control and dimensional verification.

In general, the entire complex of the circus develops over a length of 509 meters. The two towers are linked by 12 coupled structures that constitute the ground junctions of the thirteen structures that were the carceres. These are laid out according to a hemicycle that is 89 meters wide. The central part of the hemicycle is made of two U-shaped structures that were made to frame the main entrance, which is presently 4.51 meters wide. The two towers are rectangular with a curved eastern wall, while the western wall provides

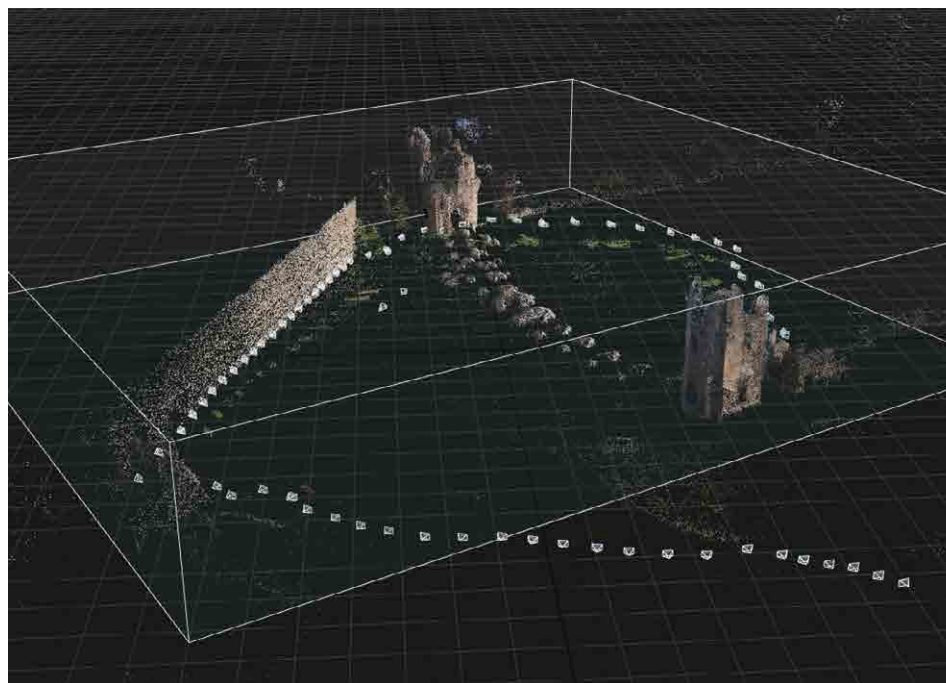


Fig. 16 – Screenshot of the photogrammetric software during the alignment process of corresponding points of the photographic images with indication of the positions from which photographs were taken in relation to the perimeter wall of the mausoleum (on the left) and the hemicycle with the two towers and remains of the carceres (on the right).

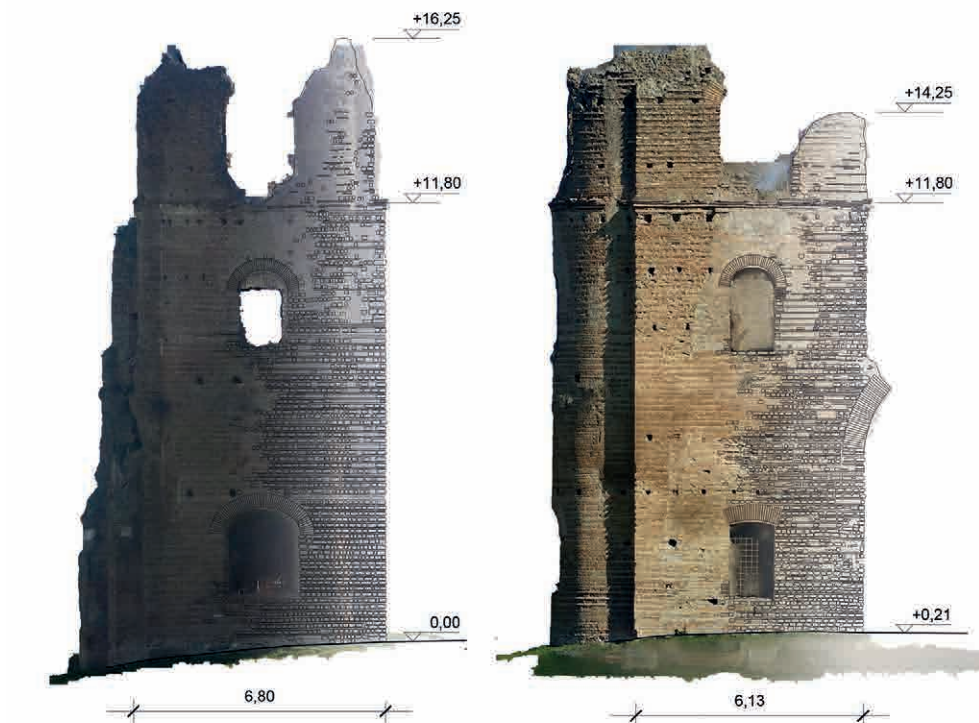


Fig. 17 – Perspective view with the textured 3D model of the hemicycle of the Circus of Maxentius, with the two side towers and the remains of the Carceres in the center.



Fig. 18 – Ortophoto obtained with photogrammetric software RealityCapture relating to a part of the southern side with the tower in the foreground, while the wall of the mausoleum can be seen in the background.

Fig. 19 – Graphic elaboration made up by the ortophoto obtained from the texturized 3D model developed with Photoscan, superimposed over the CAD design from the western and southern sides of the southern tower, combined with the hypothetical reconstruction of the northern side by G. Ioppolo.



for the joining of the arches that come together at the longitudinal wall of the circus. The northern tower is 7.05 x 8.40 meters wide, while the southern tower is 6.90 x 8.30 meters wide.

Due to repeated collapses, both towers presently reach a height of approximately 16 meters. The brickwork is in opus vittatum, with alternating rows of tufa blocks and brick. There are two levels of depressed-arch apertures, a cornice and an additional boundary level that is largely damaged. Only a few portions of this level remain in either of the towers.

The southern tower is all but isolated, as it no longer has its joining arches with its longitudinal tier structures, while the northern tower still has an arch connecting it to the perimeter wall, demonstrating how these structures were intended to be joined.

5. CONCLUSIONS AND FUTURE DEVELOPMENTS

This work has intended to be a contribution to historical documentation and scientific survey and investigation. Furthermore, it explores the limits and potential of digital technologies applied to the study of cultural heritage. Despite being incomplete (it is ongoing), this research has shed light on a number of issues and clarified future prospects.

The issues are linked to the parts of the structure that are currently inaccessible (two sides of the northern tower) due to environmental elements or instrument limitations (the photographs were taken at standing height).

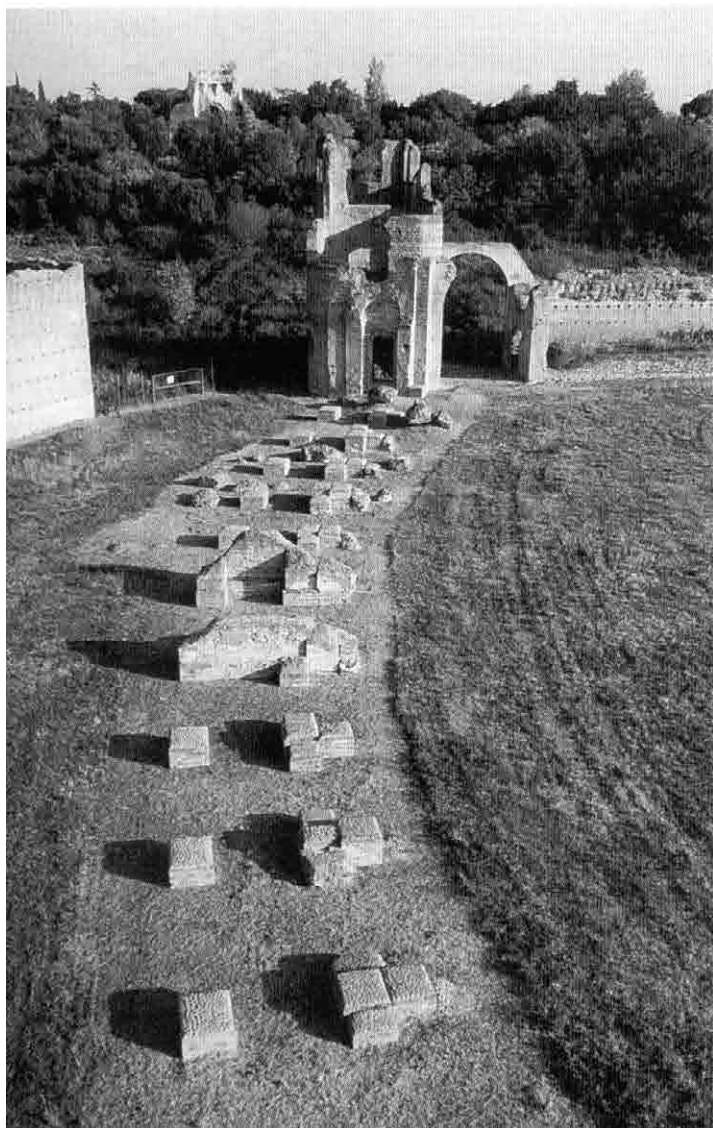


Fig. 20 – The hemicycle with the remains of the Carceres between the north tower (on the left) and the south tower (on the right).

<http://disegnarecon.univaq.it>

Future prospects regard the need to acquire images from above to be taken with an UAV (Unmanned Aerial Vehicle) in order to gather essential information regarding the summit parts that have collapsed. It is also necessary to complete a survey of the circus in order to carry out a thorough scientific and analytical analysis, together with the integration of the circus with that of the villa and mausoleum.

The use of additional software and instruments to obtain a complete model of every single structure is envisaged. To accomplish this model, the Beecopter professional drone would allow for complete photograph imagery from on high and would greatly assist in completing all of the surfaces of the model that are currently lacking in information.

A survey project of this kind with the intent to integrate instruments, methodologies and software stems from the awareness that we are dealing with a complex area in terms of morphology, space, architecture and dimension. This area requires in-depth understanding in order to rediscover its meaning and to restore that meaning (fig. 20).

BIBLIOGRAPHY

Asby, T. (1927). *La campagna romana nell'età classica*. Milano, Italia: Longanesi, 1982.

Bandiera, A., Beraldin, J.A., & Gaiani, M. (2011). *Nascita ed utilizzo delle tecniche digitali di 3D imaging, modellazione e visualizzazione per l'architettura e i beni culturali*. Ikhnos, 81-134.

Barazzetti, L., Forlani, G., Remondino, F., Roncella, R., & Scaioni, M. (2011). *Experience and achievements in automated image sequence orientation for close-range photogrammetric projects*. In: *Proceedings of SPIE Optics+Photonics* (vol. 8085) Munich, Germany.

Barrile, V., Bilotta, G., Lamari, D., Meduri, G.M., Monardi Trungadi, U., & Ricciardi, A. (2015). *Computer vision/structure for motion per la diffusione dei beni culturali*. In: *Atti della 19a Conferenza Nazionale ASITA* (pp. 51-60). Milano, Italia.

Bonamico, S., Colini, A.M., & Fidenzoni, P. (1968). *La carta storico-monumentale dell'Agro Romano*. *Capitolium*, n. 11-12.

Bortolotti, L. (1988). *Roma fuori le mura*. Roma, Italia: Laterza.

Calzolari, V. (1999). *Storia e natura come sistema*. Roma, Italia: Argos.

Canina, L. (1851). *Gli edifici di Roma antica cognitivi per alcune reliquie*, vol. IV. Roma, Italia.

Canina, L. (1853). *La prima parte della Via Appia dalla Porta Capena a Boville*, Vol. 1. Roma, Italia.

Cianci, MG. (2013). *The monumental unit of Masenzio: environmental requalification project and development of the archaeological emergencies*. In: *Atti del XI Forum Internazionale di Studi Le vie dei*

Mercanti. Aversa-Capri, Italia.

Coarelli, F. (1981). *Dintorni di Roma*. Roma, Italia: Laterza.

Coarelli, F. (2002). *Roma. Guida Archeologica*. Roma, Italia: Mondadori.

De Angelis Bertolotti, R., Ioppolo, G., & Pisani Sartorio, G. (1988). *La residenza imperiale di Massenzio: Villa, Mausoleo e Circo*. Roma, Italia: Fratelli Palombi.

Docci, M., & Maestri, D. (2009). *Manuale di rilevamento architettonico e urbano*. Roma, Italia: Laterza.

Hartley, R., & Zisserman, A. (2004). *Multiple View Geometry in Computer Vision*. New York, USA: Cambridge University Press.

Ioppolo, G., & Pisani Sartorio, G. (1999). *La Villa di Massenzio sulla via Appia. Il Circo*. Vol. 2. Roma, Italia: Editore Colombo.

Paris, L. (2012). *Fotogrammetria e/o fotomodellazione*. In A. Casale (a cura di), *Geometria descrittiva e rappresentazione digitale. Memoria e innovazione*. Vol. II. (pp. 55-62) Roma, Italia: Edizioni Kappa.

Pisani Sartorio, G., & Calza, R. (1976). *La villa di Massenzio sulla via Appia, Il Palazzo, le opere d'arte*. Roma, Italia: Istituto di Studi Romani.

Remondino, F., & El-Hakim, S. (2006). *Image-based 3d modelling: a review*. In: *The Photogrammetric Record* 21(115), (pp. 269-291).

Remondino, F., Rizzi, A., Agugiaro, G., Jimenez, B., Menna, F., Nex, F., & Baratti, G. (2011). *Rilievi e Modellazione 3D*. In: *Atti della 15a Conferenza Nazionale ASITA*.

Tomassetti, G. (1910). *La campagna romana in genere*. Firenze, Ita-

lia: Olschki, 1979. Nuova edizione a cura di Chiumenti L., & Bilancia F.

<http://arachne.uni-koeln.de>

<http://www.theeuropeanlibrary.org>

<https://lib.ugent.be>

<http://www.pierotrinca.it>

Metodologia di lettura e valorizzazione del patrimonio storico: il complesso di Massenzio sulla via Appia Antica

1. INTRODUZIONE

La ricerca presentata, attualmente ancora in corso di completamento e in collaborazione con la Soprintendenza Capitolina, è relativa ad un prima fase di indagine riguardante l'emiciclo del Circo costituito dalle torri laterali e dai resti centrali dei Carceres, ossia i corpi di fabbrica da cui partivano i carri per la corsa.

Lo studio si è concentrato, per ora, sul lavoro di rilievo dell'emiciclo, parziale rispetto alla complessità dell'intero Circo (fig. 1), di cui la Soprintendenza aveva in passato già svolto un'analisi ed effettuato un rilievo. Tuttavia, la necessità di un approfondimento conoscitivo ha in seguito condotto ad affrontare una ulteriore indagine la quale, allo stato attuale, risulta limitata al settore occidentale che fungeva da accesso al Circo (fig. 2).

Il fine ultimo della ricerca non è soltanto la conoscenza del complesso monumentale ma anche la sua ricostruzione virtuale in modo da valorizzare il patrimonio culturale.

La storia del territorio e delle architetture sono le materie tramite le quali si cerca di capire, di ricostruire e di rilevare i significati culturali delle dinamiche antropiche, dunque il loro apporto è fondamentale per l'analisi, la valorizzazione e l'interpretazione dei processi antropici antichi e recenti.

2. IL CASO DI STUDIO: IL CIRCO DI MASSENZIO

L'area di studio è caratterizzata da un punto di vista orografico e geologico dal pianoro vulcanico di Capo di Bove che arriva fino al fosso dell'Almone; esso si distingue per essere il pianoro più alto tra tutti quelli che formano l'area romana, arrivando a + 80 metri s.l.m., e per essere stato usato per l'impianto della Regina Viarum (via Appia Antica, IV sec a.C.) la cui importanza fu tale che lungo il tracciato fu affiancata da numerose tombe e ville suburbane (fig. 3).

Oltre ad assumere una valenza sepolcrale, essa era indispensabile per le attività produttive delle ville co-

struite in età tardo-repubblicana e imperiale. Infatti, la maggior parte delle ville del suburbio romano aveva una parte residenziale, destinata al dominus, e una parte rustico-produttiva, destinata agli impianti produttivi e ai magazzini. Poche erano "ville di otium", cioè basate sul concetto di villa monumentale di campagna dedicata al riposo, allo studio e alla meditazione. La Villa di Massenzio era una di queste.

Il dato orografico dell'area sovrapposto al dato archeologico, infatti, mostra la presenza delle ville posizionate sui versanti del pianoro. Il complesso si inseriva coerentemente in questo sistema, sfruttando un piccolo avvallamento del pianoro che permetteva l'impianto del Circo in un'insenatura del pendio e l'impianto della Villa in posizione sopraelevata (figg. 4-5). I tre edifici sono stati costruiti assecondando, molto saggiamente, la naturale orografia del territorio al fine di evitare al massimo grossi lavori di sbancamento e colmatatura e di sfruttarne le caratteristiche. Così la villa venne edificata sui resti delle costruzioni precedenti ed il Circo, ada-

giato con andamento ovest-est, nell'avvallamento che dall'Appia Antica risale gradualmente verso l'attuale via Appia Pignatelli.

Il Circo, una delle ultime espressioni architettoniche di una tipologia di edifici antichissima, il Mausoleo e la Villa furono pensati come un complesso architettonico unitario, infatti formavano un disegno preciso, con una sistemazione analoga alle residenze imperiali dell'epoca, e costituirono un'operazione urbanistico-architettonica di affermazione del potere imperiale. Attualmente, scendendo dall'attuale tracciato della via Appia si accede con immediatezza al versante sud - occidentale del Circo, reso completamente visibile dalla mancanza dell'originario schermo delle strutture sepolcrali poste lungo la strada consolare.

Le due torri si innalzano ancora quasi del tutto integre e sono poste alle estremità della corona dei Carceres, dai quali si schieravano per l'inizio della gara i carri da corsa. L'insieme manca adesso completamente dell'alzato crollato, quasi certamente, a seguito di terremoti e sottoposto a conseguenti spoliazioni di materiali marmorei (figg. 6-7).

La fruizione dell'area è completamente aperta e oltremodo esposta agli agenti atmosferici, quindi si pone adesso sempre più urgente la necessità di definire la conoscenza di tutte le componenti architettoniche di questa area archeologica, di evidenziarne le relazioni e di procedere a valorizzare le emergenze archeologiche che diano anche il dovuto rilievo agli elementi naturalistici ed ambientali (fig. 8). Per tali ragioni la lettura di un territorio stratificato può avvenire solo attraverso molteplici strumenti, analitici e interpretativi, adeguati alla scala di indagine. La riscoperta delle cose antiche sussiste non per renderle immutabili, bensì per ritrovarle il significato.

3. CONFRONTO TRA LA CARTOGRAFIA STORICA E IL RILIEVO

Il confronto tra la cartografia storica e la pianta del complesso di Massenzio ha condotto ad interessanti considerazioni. Occorre precisare quali tipi di grafici sono stati usati per la sovrapposizione. La pianta completa del Circo deriva da un rilievo effettuato in passato dalla Soprintendenza e che allo stato attuale rimane il più recente grafico planimetrico completo a disposizio-

ne, poiché la presente ricerca è al momento parzialmente limitata all'emiciclo ovest. Per quanto riguarda la cartografia storica, sono state utilizzate due tipi di carte: quelle appartenenti a rappresentazioni territoriali dell'agro romano che riportano le grandi presenze archeologiche del suburbio e dell'agro e quelle afferenti a rilievi architettonici delle molteplici ed autorevoli personalità interessate alla conoscenza delle antichità romane.

Le carte territoriali riportano gli elementi maggiormente significativi come i muri perimetrali e i volumi principali e una approssimazione pertinente con la scala di rappresentazione con la quale sono state disegnate. I rilievi, pur avendo un approfondimento relativo a tutte le parti esistenti, presentano una incongruenza nel rapporto spaziale e nella collocazione reciproca tra i tre manufatti (circo, villa, mausoleo) dovuta alla complessità del rilevamento dell'insieme architettonico effettuato con strumenti e mezzi tradizionali in uso nei secoli passati.

La mappa 161 del Catasto Gregoriano – sezione Agro del 1819 illustra il complesso ben inserito nel territorio presso la via Appia Antica e la via Appia Pignatelli con gli adiacenti resti sepolcrali. Esso mostra gli ingombri massimi dei muri perimetrali con una semplificazione nella rappresentazione delle torri e dell'emiciclo dei Carceres, nonostante una apprezzabile conformità tra rappresentazione antica e rilievo contemporaneo (fig. 9).

La carta dell'Igm del 1924, oltre a riportare le informazioni precedenti, specifica le curve di livello, le quote altimetriche, le strade poderali e di accesso, i casali limitrofi. Si evince una buona coincidenza tra la rappresentazione della carta e il rilievo, concernente gli elementi principali e anche il mutuo rapporto spaziale tra mausoleo, villa e circo, nonostante la semplificazione adottata (fig. 10).

Per quanto riguarda i rilievi antichi, sono stati presi in esame quelli di Francesco Piranesi, dell'abate de Saint Non e di Luigi Canina. La pianta "Icnografia del Circo de Caracalla fuori della Porta Capena in oggi S. Sebastiano" incisa da Francesco Piranesi nel 1786 raffigura in maniera precisa tutte le parti architettoniche del circo, delle gradinate, delle torri e dei carceres, oltre a riportare le misure espresse in palmi romani e la descrizione degli elementi e dei differenti ambiti. La

pianta è stata scalata grazie all'indicazione del righello metrico e sovrapposta al rilievo. Da tale confronto è emersa una efficace coincidenza tra le due rappresentazioni, antica e contemporanea, relativa alle dimensioni generali, all'inclinazione della parete sud, alla disposizione delle parti minori mentre risulta poco esatta la curvatura dell'emiciclo dei Carceres (fig. 11).

Il rilievo inciso dall'Abbè de Saint Non presenta una corretta rappresentazione del Circo e della villa, sia nelle dimensioni, nel rapporto tra i due manufatti, nella collocazione delle parti significative, mentre presenta una incongruenza in tutta la parte ovest, ossia nell'emiciclo dei Carceres e nella posizione del mausoleo che risulta spostato a nord-ovest (fig. 12).

La sovrapposizione tra il rilievo e la pianta del Canina pubblicata ne "Gli edifici di Roma antica cogniti per alcune reliquie" nel 1851 mostra in maniera evidente un errore da parte del Canina riguardante la dimensione del lato corto del Circo. La pianta è stata inizialmente scalata in base al righello metrico riportato nella carta e, successivamente, è stata sovrapposta al rilievo in cad. Si nota una giusta congruenza rispetto alla dimensione maggiore, cioè alla lunghezza del Circo, tuttavia è palese che il lato minore è rappresentato più grande di sedici metri. Tale errore, di conseguenza, si propaga nella parte nord facendo risultare inesatta la sede della villa e del mausoleo (figg. 13-14). Occorre precisare che tutti i disegni del Canina (pianta, prospetto interno dell'emiciclo, sezione longitudinale e trasversale e particolari degli obelischi) riguardano una ricostruzione ipotetica all'interno del suo lavoro di indagine sugli edifici antichi di Roma (fig. 15). In tutte le carte storiche si evince una difformità riguardante la curvatura dell'emiciclo e la sua relazione con i corpi longitudinali in cui vi erano le gradinate.

4. METODOLOGIA DI RILEVAMENTO

L'operazione di lettura riguarda tutti i valori architettonici, non solo dimensionali, delle strutture coinvolte: spaziali, geometrici, compositivi, tecnico-costruttivi, materici, stratigrafici oltre che di relazione con il contesto (Docci & Maestri, 2009). Il rilevamento ha come finalità la ri-scoperta, la ricostruzione e la conoscenza dalle presenze archeologiche del complesso di Massenzio, in modo da avere una cognizione minuziosa

dei manufatti, individuare l'origine e le vicende subite, chiarire le fasi e le tecniche costruttive, la forma primitiva, le parti scomparse e quelle conservate, l'analisi complessiva del sistema e la sua restituzione grafica.

Lo sviluppo di tecniche di acquisizione 3d vede da una parte quelle basate su sensori attivi (range-based modeling) e, dall'altra, quelle basate su sensori passivi (image-based modeling), tra cui la fotogrammetria e la computer vision che differisce dalla precedente per l'automazione del completo processo di restituzione da immagini bidimensionali a 3d (Hartley & Zisserman 2004; Remondino & El-Hakim, 2006; Remondino et al., 2011).

Lo sviluppo di tali tecniche ha consentito nuove e approfondite possibilità di indagine del patrimonio culturale, soprattutto in campo archeologico. Esse si basano sull'utilizzo di coppie di fotogrammi per l'individuazione dei punti omologhi e sull'identità tra i principi prospettici e la fotografia (Docci & Maestri, 2009; Paris, 2012).

Il processo di gestione del rilievo con appropriati software mira a una indagine complessiva, poiché l'attività di ricerca è indirizzata a riconoscere e dare valore ai segni archeologici, individuare le stratificazioni antropiche, stabilire le relazioni spaziali. Occorre puntualizzare la metodologia operativa che ha riguardato diversi momenti.

4.1 IL PROGETTO DI RILIEVO E L'ACQUISIZIONE DEI DATI

Il processo di acquisizione dei dati si è concentrato su differenti fasi: il sopralluogo, la scelta del metodo e della tecnologia, il progetto di ripresa delle fotografie, l'acquisizione di dati metrici con metodo diretto per il controllo dimensionale. Dal sopralluogo si è capito che l'acquisizione delle fotografie sarebbe stata possibile per tutto l'emiciclo tranne per due lati della torre nord i quali, a causa della vegetazione che arriva fino a ridosso delle strutture archeologiche, non sono accessibili. Il progetto di ripresa delle sequenze fotografiche si è basato su differenti modalità di presa delle fotografie, tenendo conto della vastità dell'oggetto architettonico. Inizialmente, sono state scattate foto circoscrivendo l'intero emiciclo, comprensivo della torre nord, dei resti dei Carceres e della torre sud facendo in modo di

includere in ogni scatto il sistema totale torre-carceres-torre. A causa della vegetazione rigogliosa che raggiunge la torre nord e ne impedisce la visione e la fruizione globali, questa è stata fotografata soltanto nelle sue due facciate ovest e sud. Successivamente, sono state eseguite fotografie dell'emiciclo completo secondo tre punti di vista dislocati al centro e nelle parti laterali dei Carceres, eseguendo tale operazione all'interno e all'esterno dell'emiciclo. Infine, sono state scattate fotografie circoscrivendo la sola torre sud.

Riguardo la strumentazione, è stata usata una macchina fotografica Canon EOS 7D Mark II, con la quale sono state scattate 265 fotografie. Le foto sono state realizzate impostando una sensibilità del sensore alla luce iso 400, con apertura del diaframma molto stretta (f22) dovuta alla ampia profondità di campo del manufatto e con tempo di esposizione 1/320s. In fase di campagna sono state prese delle misure di riferimento con metodo diretto per poter poi scalare successivamente in maniera corretta il modello 3d.

4.2 ESTRAZIONE DEI DATI E POST-PROCESSAMENTO

Anche tale fase è stata suddivisa in più parti: postproduzione delle fotografie, image-based modeling cioè la creazione di un modello 3d a partire da immagini, restituzione bidimensionale con ortofoto e grafici vettoriali. Le fotografie acquisite sono state elaborate in postproduzione con il software Adobe Lightroom al fine di uniformare i valori tonali e renderle il più omogenee possibili per facilitare la lettura da parte del software Agisoft Photoscan. Ogni fotogramma ottenuto ha una definizione uguale a 5472 x 3648 pixels con risoluzione 300 dpi e una profondità del colore pari a 24 bit, salvate in formato jpeg.

Per quanto riguarda l'image-based modeling, si è fatto uso di un software commerciale quale Agisoft Photoscan, basato su algoritmi di image-matching (Remondino et al., 2014), il quale automatizza l'intero processo di orientamento delle immagini e ricostruzione del modello tridimensionale. Attraverso Align photos, è possibile allineare e orientare le immagini grazie al riconoscimento dei punti omologhi, mentre tramite Build Dense Cloud è possibile determinare la nuvola di punti (fig. 16). Grazie a Build mesh si passa da una nuvola di

punti ad una elaborazione in superfici mesh, dalla quale si può giungere a una rappresentazione texturizzata attraverso Build texture (fig. 17). La mesh è composta da circa 11 milioni di facce e 6 milioni di vertici.

Il modello è stato scalato grazie alle misure prelevate con metodo diretto in fase di campagna. Dunque, da una prima fase iniziata con un set di immagini fotografiche bidimensionali si è arrivati ad ottenere un modello 3d foto-realistico contenente informazioni geometriche, dimensionali e relative alla texture superficiale.

4.3 RESTITUZIONE BIDIMENSIONALE

Attraverso le informazioni acquisite tramite il modello 3d è possibile esaminare la complessità del manufatto, studiarne i materiali, analizzare lo stato di conservazione ed aiutare nelle possibili future azioni di intervento. L'aggiunta delle texture ad alta risoluzione ha permesso di apprezzare la complessità del modello virtuale.

La produzione di ortofoto e di disegni vettoriali 2D tramite l'importazione in ambiente CAD per le verifiche dimensionali sono stati necessari per la documentazione delle tecniche di esecuzione, dello stato di conservazione e dei materiali impiegati (figg. 18-19). Infatti grazie all'opportunità di avere delle immagini in vera grandezza e forma, è possibile avere un controllo metrico e una verifica dimensionale.

In generale, l'intero complesso del Circo si sviluppa per una lunghezza di 509 metri. Le due torri sono collegate da dodici coppie di strutture che costituiscono gli attacchi a terra di quei tredici corpi che erano i Carceres. Esse sono disposte secondo un emiciclo largo 89 metri. La parte centrale di tale emiciclo è costituita da due strutture a forma di U che dovevano inquadrare l'accesso principale, attualmente largo 4.51 metri. Le due torri sono a forma rettangolare con la parete est curva, mentre la parete ovest consente l'attacco delle arcate che le congiungono alle pareti longitudinali del Circo. La torre nord è larga 7.05 x 8.40 metri, mentre la torre sud è larga 6.90 x 8.30 metri. Entrambe, a causa dei ripetuti crolli, arrivano oggi ad un'altezza di circa 16 metri. L'apparecchiatura muraria è in opera vittata, alternando file di tufo e file di laterizi. Presentano due livelli di bucatore ad arco ribassato, una cornice e un ulteriore livello terminale che è quello maggiormente danneggiato, di cui rimangono soltanto alcune porzio-

ni in ambedue le torri. Quella meridionale è pressoché isolata in quanto non esistono più le arcate di congiunzione con i corpi longitudinali delle gradinate, mentre la torre settentrionale presenta tuttora un'arcata che la collega al muro perimetrale, mostrando come doveva essere la soluzione di raccordo.

5. CONCLUSIONI E SVILUPPI FUTURI

Questo lavoro si propone come contributo nella documentazione storica e nell'indagine scientifica e conoscitiva, oltre nella sperimentazione delle tecnologie digitali applicate al rilievo del patrimonio culturale, sui limiti e le potenzialità ad esse connesse.

La ricerca presentata, consapevole che allo stato attuale risulta parziale poiché è ancora in corso di completamento, ha mostrato alcune problematiche e chiarito le prospettive future.

Le problematiche riguardano le parti attualmente inaccessibili (due lati della torre nord) a causa di situazioni ambientali o a causa di una strumentazione limitata ad una certa altezza (le fotografie sono state scattate ad altezza uomo).

Le prospettive future riguardano la necessità di avere immagini dall'alto con sistemi UAV (Unmanned Aerial Vehicle) per acquisire informazioni importantissime sulle parti sommitali che hanno subito crolli; oltre alla necessità di completare tutto il rilievo del Circo per una corretta ed esaustiva indagine analitica e scientifica, unitamente all'integrazione del Circo con quello della villa e del mausoleo.

Si prevede l'uso di ulteriori strumentazioni e software al fine di ottenere un modello completo di ogni singolo manufatto. A tal fine, il drone Beecopter professionale permetterà di avere immagini fotografiche d'insieme e dall'alto che agevoleranno la chiusura di tutte le superfici del modello attualmente prive di informazioni.

Tale progetto di rilievo e piano di intenti nell'integrazione di strumenti, di metodologie e di software deriva dalla consapevolezza di essere di fronte ad un'area complessa dal punto di vista morfologico, spaziale, architettonico e dimensionale, che necessita di una conoscenza approfondita al fine ritrovarne e ridonarle significato (fig. 20).

Fig. 1 – Foto aerea attuale dell'area relativa al complesso di Massenzio all'interno del Parco dell'Appia Antica; sono riconoscibili le strutture e le infrastrutture archeologiche: 1) Mausoleo, 2) Villa, 3) Circo, 4) via Appia Antica.

Fig. 2 – Descrizione dei manufatti presenti: 1) Mausoleo di Romolo, 2) Casale Torlonia, 3) Quadriportico, 4) Ambienti termali, 5) Tomba dei Servili, 6) Casale adiacente al quadriportico, 7) Ambiente ipogeo voltato, 8) Villa Imperiale, 9) Casale adiacente alla Villa 10) Criptoportico, 11) Ninfeo maggiore, 12) Ninfeo minore, 13) Pulvinar dell'Imperatore, 14) Porta Trionfale, 15) Tribuna dei giudici, 16) Spalti del Circo, 17) Carceres, 18) Arco de' Cenci, 19) Resti di tombe e costruzioni civili, 20) Muro e cancello seicentesco.

Fig. 3 – Fotografia dell'area della metà del XX secolo in cui si riconoscono le strutture del Mausoleo e del Circo tra la via Appia Antica in primo piano e la via Appia Pignatelli sullo sfondo, oltre all'uso del suolo agricolo fino a ridosso delle presenze archeologiche.

Fig. 4 – Du Perac, "Vestigi del circo di Caracalla vicino alla via Appia", 1575. È ben visibile l'insieme architettonico del Circo all'interno del paesaggio antico romano. In particolare si nota: lo stato delle torri che si erigono fino al terzo livello tutto intero, tuttavia mancanti della copertura; i resti dei Carceres inglobati tra la vegetazione; i muri longitudinali; gli archi di collegamento, di cui rimangono soltanto gli attacchi laterali, tra essi e le torri; le porte e l'uso del suolo.

Fig. 5 – "Circo di Caracalla", XII-XVIII secolo. La veduta illustra la situazione di rudere protratta nei secoli, infatti le presenze archeologiche permangono come rovine delle vestigia antiche, e l'uso del suolo destinato al pascolo.

Fig. 6 – Fotografia delle torri facenti parte dell'emiciclo del Circo scattata da John Henry Parker, 1867/68. Si nota lo stato di rovina e di crollo delle parti sommitali delle torri e degli archi di raccordo con i corpi longitudinali delle gradinate, oltre alla non riconoscibilità dei resti dei Carceres inglobati dalla massa arborea.

Fig. 7 – Fotografia del 1877. Il Circo con gli allestimenti per la corsa dei sedili.

Fig. 8 – Sequenza fotografica di avvicinamento riguardante l'attuale percorso di fruizione del Circo dall'ingresso fino all'emiciclo con le torri e i resti dei Carceres. Sullo sfondo sono presenti i ruderi della villa e il muro perimetrale del mausoleo.

Fig. 9 – Mappa 161, Catasto Gregoriano, sezione Agro, 1819. Si nota una buona conformità tra il rilievo attuale (in rosso) e la rappresentazione della carta relativa alla collocazione dei manufatti, agli ingombri volumetrici e al rapporto reciproco tra circo, mausoleo, villa.

Fig. 10 – Pianta di Roma, Igm, 1924. Si evince una buona coincidenza tra il rilievo attuale (in rosso) e la carta storica in cui sono riportate informazioni generali sull'andamento del terreno, sulle quote altimetriche, sugli accessi e su tutte le percorrenze.

Fig. 11 – Francesco Piranesi, "Incognografia del Circo de Caracalla fuori della

Porta Capena in oggi S. Sebastiano", 1786. Si nota una corretta e precisa coincidenza tra il rilievo attuale (in rosso) e il rilievo storico, tranne la curvatura dell'emiciclo.

Fig. 12 – Abbé de Saint Non, "Plan geometral du Cirque de l'Empereur Caracalla", 1795. Si nota una discreta uniformità tra il rilievo attuale (in rosso) e il rilievo antico relativo alla villa e al circo, tuttavia è evidente una incongruenza nella parte ovest riguardante i carceres e il posizionamento del mausoleo slittato a nord-ovest.

Fig. 13 – Luigi Canina, pianta del Circo pubblicata in Gli edifici di Roma antica cogniti per alcune reliquie, vol. IV, 1851. Dalla sovrapposizione tra il rilievo attuale (in rosso) e la pianta storica è evidente un errore riguardante la dimensione del lato corto del Circo, desunta dopo aver scalato la carta storica in base al righello metrico riportato in essa, mentre la dimensione del lato lungo risulta corretta.

Fig. 14 – Luigi Canina, pianta del Circo ed ipotesi ricostruttiva con sezioni e prospetto esterno dell'emiciclo, pubblicata in Gli edifici di Roma antica cogniti per alcune reliquie, vol. IV, 1851.

Fig. 15 – Luigi Canina, pianta del complesso di Massenzio pubblicata in Gli edifici di Roma antica cogniti per alcune reliquie, vol. IV, 1851. Il complesso è adiacente ad ulteriori strutture sepolcrali lungo il tracciato della via Appia Antica, alcune delle quali ben individuabili come il Sepolcro di Cecilia Metella mentre altre attualmente non identificabili.

Fig. 16 – Schermata del software durante il processo di allineamento dei punti omologhi delle immagini fotografiche con l'indicazione delle posizioni di presa delle immagini fotografiche, relative al muro perimetrale del mausoleo (a sinistra) e l'emiciclo con le due torri e i resti dei Carceres (a destra).

Fig. 17 – Vista prospettica con il modello texturizzato dell'emiciclo del Circo di Massenzio, con le due torri laterali e i resti dei Carceres al centro.

Fig. 18 – Ortofoto relativa ad una parte del fronte sud con la torre in primo piano, mentre sullo sfondo si nota il muro del mausoleo.

Fig. 19 – Elaborazione grafica costituita dall'ortofoto ottenuta dal modello 3d texturizzato ricavato con Photoscan sovrapposta al disegno vettoriale in cad dei fronti occidentale e meridionale della torre sud.

Fig. 20 – L'emiciclo con i resti dei Carceres tra la torre nord (a sinistra) e la torre sud (a destra).

BIBLIOGRAFIA

- Ashby, T. (1927). *La campagna romana nell'età classica*. Milano, Italia: Longanesi, 1982.
- Bandiera, A., Beraldin, J.A., & Gaiani, M. (2011). *Nascita ed utilizzo delle tecniche digitali di 3D imaging, modellazione e visualizzazione per l'architettura e i beni culturali*. *Ikhnos*, 81-134.
- Barazzetti, L., Forlani, G., Remondino, F., Roncella, R., & Scaioni, M. (2011). *Experience and achievements in automated image sequence orientation for close-range photogrammetric projects*. In: *Proceedings of SPIE Optics+Photonics* (vol. 8085) Munich, Germany.
- Barrile, V., Bilotta, G., Lamari, D., Meduri, G.M., Monardi Trungadi, U., & Ricciardi, A. (2015). *Computer vision/structure for motion per la diffusione dei beni culturali*. In: *Atti della 19a Conferenza Nazionale ASITA* (pp. 51-60). Milano, Italia.
- Bonamico, S., Colini, A.M., & Fidenzoni, P. (1968). *La carta storico-monumentale dell'Agro Romano. Capitolium*, n. 11-12.
- Bortolotti, L. (1988). *Roma fuori le mura*. Roma, Italia: Laterza.
- Calzolari, V. (1999). *Storia e natura come sistema*. Roma, Italia: Argos.
- Canina, L. (1851). *Gli edifici di Roma antica cognitivi per alcune reliquie*, vol. IV. Roma, Italia.
- Canina, L. (1853). *La prima parte della Via Appia dalla Porta Capena a Boville*, Vol. 1. Roma, Italia.
- Cianci, MG. (2013). *The monumental unit of Masenzio: environmental requalification project and development of the archaeological emergencies*. In: *Atti del XI Forum Internazionale di Studi Le vie dei Mercanti*. Aversa-Capri, Italia.
- Coarelli, F. (1981). *Dintorni di Roma*. Roma, Italia: Laterza.
- Coarelli, F. (2002). *Roma. Guida Archeologica*. Roma, Italia: Mondadori.
- De Angelis Bertolotti, R., Ioppolo, G., & Pisani Sartorio, G. (1988). *La residenza imperiale di Massenzio: Villa, Mausoleo e Circo*. Roma, Italia: Fratelli Palombi.
- Docci, M., & Maestri, D. (2009). *Manuale di rilevamento architettonico e urbano*. Roma, Italia: Laterza.
- Hartley, R., & Zisserman, A. (2004). *Multiple View Geometry in Computer Vision*. New York, USA: Cambridge University Press.
- Ioppolo, G., & Pisani Sartorio, G. (1999). *La Villa di Massenzio sulla via Appia. Il Circo*. Vol. 2. Roma, Italia: Editore Colombo.
- Paris, L. (2012). *Fotogrammetria e/o fotomodellazione*. In A. Casale (a cura di), *Geometria descrittiva e rappresentazione digitale. Memoria e innovazione*. Vol. II. (pp. 55-62) Roma, Italia: Edizioni Kappa.
- Pisani Sartorio, G., & Calza, R. (1976). *La villa di Massenzio sulla via Appia, Il Palazzo, le opere d'arte*. Roma, Italia: Istituto di Studi Romani.
- Remondino, F., & El-Hakim, S. (2006). *Image-based 3d modelling: a review*. In: *The Photogrammetric Record* 21(115), (pp. 269-291).
- Remondino, F., Rizzi, A., Agugiaro, G., Jimenez, B., Menna, F., Nex, F., & Baratti, G. (2011). *Rilievi e Modellazione 3D*. In: *Atti della 15a Conferenza Nazionale ASITA*.
- Tomassetti, G. (1910). *La campagna romana in genere*. Firenze, Italia: Olschki, 1979. Nuova edizione a cura di Chiumenti L., & Bilancia F.

<http://arachne.uni-koeln.de>

<http://www.theeuropeanlibrary.org>

<https://lib.ugent.be>

<http://www.pierotrinca.it>