THIASOS

RIVISTA DI ARCHEOLOGIA E ARCHITETTURA ANTICA

2025, n. 14.2

Negotiatores italici ad *Agrigentum*: la sede di una *societas publicanorum* nel quartiere ellenistico-romano?

a cura di Giuseppe Lepore e Cristina Soraci

«THIASOS» Rivista di archeologia e architettura antica

Anno di fondazione: 2011

Direttore: Giorgio Rocco (Politecnico di Bari, Dipartimento di Architettura, Costruzione e Design - ArCoD; Presidente CSSAr Centro di Studi per la Storia dell'Architettura, Roma)

Comitato editoriale: Monica Livadiotti, Editor in Chief (Politecnico di Bari, Dipartimento ArCoD), Roberta Belli (Politecnico di Bari, Dipartimento ArCoD), Luigi M. Caliò (Università degli Studi di Catania, Dipartimento di Scienze Umanistiche), Maria Antonietta Rizzo (Università di Macerata, Dipartimento di Lettere e Filosofia), Giorgio Ortolani (Università di Roma Tre, Dipartimento di Architettura); Fani Mallouchou-Tufano (Technical University of Crete, School of Architecture; Committee for the Conservation of the Acropolis Monuments – ESMA); Gilberto Montali (Università di Palermo, Dipartimento di Culture e Società)

Redazione tecnica: Paolo Baronio (Scuola Superiore Meridionale, Napoli), Davide Falco (Politecnico di Bari, Dipartimento ArCoD), Antonello Fino (Politecnico di Bari, Dipartimento ArCoD), Gian Michele Gerogiannis (Università degli Studi di Catania, Dipartimento di Scienze Umanistiche), Chiara Giatti ("Sapienza" Università di Roma, Dipartimento di Scienze dell'Antichità), Antonella Lepone ("Sapienza" Università di Roma, Dipartimento di Scienze dell'Antichità), Giuseppe Mazzilli (Università di Macerata, Dipartimento di Studi Umanistici), Luciano Piepoli (Università di Bari, Dipartimento di Ricerca e Innovazione Umanistica), Valeria Parisi (Università della Campania Luigi Vanvitelli), Konstantinos Sarantidis (Ministero della Cultura Ellenico), Rita Sassu (Unitelma, "Sapienza" Università di Roma).

Comitato scientifico: Isabella Baldini (Università degli Studi di Bologna "Alma Mater Studiorum, Dipartimento di Archeologia), Dimitri Bosnakis (Università di Creta, Dipartimento di Storia e Archeologia), Margherita G. Cassia (Università degli Studi di Catania, Dipartimento di Scienze Umanistiche), Ortwin Dally (Deutsches Archäologisches Institut, Leitender Direktor der Abteilung Rom), Vassilikì Eleftheriou (Director of the Acropolis Restoration Service YSMA), Diego Elia (Università degli Studi di Torino, Dipartimento di Scienze Antropologiche, Archeologiche e Storico Territoriali), Elena Ghisellini (Università di Roma Tor Vergata, Dipartimento di Antichità e Tradizione Classica), Kerstin Höghammar (professore emerito Uppsala University, Svezia), François Lefèvre (Université Paris-Sorbonne, Lettres et Civilizations), Marc Mayer Olivé (Universitat de Barcelona, Departamento de Filología Latina), Marina Micozzi (Università degli Studi della Tuscia, Viterbo, Dipartimento di Scienze dei Beni Culturali), Massimo Nafissi (Università degli Studi di Perugia, Dipartimento di Scienze Storiche sezione Scienze Storiche dell'Antichità), Massimo Osanna (Università degli studi di Napoli Federico II, Direttore generale Soprintendenza Pompei), Domenico Palombi ("Sapienza" Università di Roma, Dipartimento di Scienze dell'Antichità), Chiara Portale (Università degli Studi di Palermo, Dipartimento di Beni Culturali sezione archeologica), Elena Santagati (Università degli Studi di Messina, Dipartimento di Civiltà Antiche e Moderne), Piero Cimbolli Spagnesi ("Sapienza" Università di Roma, Dipartimento di Storia dell'Architettura, Restauro e Conservazione dei Beni Architettonici), Thomas Schäfer (Universität Tübingen, Instituts für Klassische Archäologie), Pavlos Triantaphyllidis (Director of the Ephorate of Antiquities of Lesbos, Lemnos and Samos, Greece), Nikolaos Tsoniotis (Ephorate of Antiquities of Athens, Greece)

Vittorio Mirto, *Decifrare l'invisibile. L'uso dell'RTI per l'analisi e la lettura dei graffiti*

Il contenuto risponde alle norme della legislazione italiana in materia di proprietà intellettuale ed è di proprietà esclusiva dell'Editore ed è soggetta a copyright.
Le opere che figurano nel sito possono essere consultate e riprodotte su supporto cartaceo o elettronico con la riserva che l'uso sia strettamente personale, sia scientifico che didattico, escludendo qualsiasi uso di tipo commerciale.
La riproduzione e la citazione dovranno obbligatoriamente menzionare l'editore, il nome della rivista, l'autore e il riferimento al documento. Qualsiasi altro tipo di riproduzione è vietato, salvo accordi preliminari con l'Editore.

Edizioni Quasar di Severino Tognon s.r.l., via Ajaccio 41-43, 00198 Roma (Italia)
http://www.edizioniquasar.it/

ISSN 2279-7297

Tutti i diritti riservati

Come citare l'articolo:
V. Mirto, *Decifrare l'invisibile. L'uso dell'RTI per l'analisi e la lettura dei graffiti*,
in Lepore G., Soraci C. (a cura di), Negotiatores *italici ad* Agrigentum*: la sede di una* societas publicanorum *nel quartiere ellenistico-romano?*, *Thiasos* 14.2, 2024, pp. 33-38

Gli articoli pubblicati nella Rivista sono sottoposti a referee nel sistema a doppio cieco.

Decifrare l'invisibile. L'uso dell'RTI per l'analisi e la lettura dei graffiti

Vittorio Mirto*

Keywords: Reflectance Transformation Imaging, non-invasive methodologies, graffiti, Hellenistic-Roman quarter, *Agrigentum*.

Parole chiave: *Reflectance Transformation Imaging*, metodologie non invasive, graffiti, quartiere ellenistico-romano, *Agrigentum.*

Abstract:
In recent years, the development of non-invasive digital mapping techniques, and in particular Reflectance Transformation Imaging (RTI), has profoundly reshaped documentation methodologies in the field of epigraphy. This paper presents the case study of Casa *IIIM, in the Hellenistic-Roman quarter of Agrigento, where the application of RTI enabled the analysis and interpretation of a complex corpus of wall graffiti on plaster, often severely affected by degradation phenomena primarily linked to depositional processes. The results show how this approach has allowed scholars to recover information and details otherwise undetectable with traditional methods, yielding significant data for the reconstruction of the historical and archaeological context of Agrigentum, within a perspective that goes beyond the mere documentation of individual artifacts.*

Negli ultimi anni, l'evoluzione delle tecniche di mappatura digitale non invasive, e in particolare della Reflectance Transformation Imaging *(RTI), ha profondamente trasformato le metodologie di documentazione in ambito epigrafico. Il contributo presenta il caso studio della Casa IIIM, nel quartiere ellenistico-romano di Agrigento, dove l'applicazione della RTI ha reso possibile l'analisi e l'interpretazione di un articolato corpus di graffiti parietali su intonaco, fortemente compromessi da fenomeni di degrado riconducibili perlopiù a processi deposizionali. I risultati dimostrano come questo approccio abbia consentito di documentare informazioni e dettagli altrimenti non rilevabili con i metodi tradizionali, restituendo dati significativi per la ricostruzione del contesto storico e archeologico di Agrigentum, in una prospettiva che va oltre la mera documentazione dei singoli manufatti.*

Cenni introduttivi sull'applicazione della tecnica RTI

Nel corso degli ultimi decenni, le tecnologie digitali non invasive hanno profondamente trasformato le modalità di acquisizione, analisi e conservazione dei beni culturali, aprendo nuove prospettive per lo studio integrato dei beni culturali. In tale ambito, la documentazione dei graffiti, testimonianze talvolta trascurate rispetto ad altre forme epigrafiche e decorative, ha beneficiato in modo significativo dell'impiego di strumenti *image-based* ad alta definizione, in grado di incrementarne la leggibilità e supportarne l'interpretazione filologica e contestuale[1]. Tra le tecniche più efficaci, la *Reflectance Transformation Imaging* (RTI) e la fotogrammetria digitale basata su algoritmi di *Structure from Motion* (SfM) si sono distinte per l'elevato livello di dettaglio, la riproducibilità dei risultati e il favorevole rapporto tra costi e benefici[2]. Il presente contributo esamina l'impiego della tecnica RTI nella documentazione dei graffiti parietali,

* Alma Mater Studiorum - Università di Bologna (Campus di Ravenna) - Dipartimento di Beni Culturali; vittorio.mirto2@unibo.it

[1] Per un inquadramento teorico e metodologico sullo studio dei graffiti come fenomeno culturale e comunicativo attivamente inserito nei contesti materiali e spaziali del mondo antico, con particolare attenzione alle dinamiche di interazione tra testo, supporto e ambiente, si veda Baird, Taylor 2010

[2] Per un quadro aggiornato delle principali tecniche applicate alla documentazione dei graffiti parietali antichi, dalle metodologie tradizionali a quelle digitali, e per una discussione sui criteri interpretativi e sulle problematiche di leggibilità legate alla natura stratificata di tali tracce, si veda Valente, Barazzetti 2020; Benefiel, Sypniewski 2023 riguardo un approccio combinato fra le due tecniche si rimanda Caine, Maggen, Altaratz 2019

analizzandone l'efficacia nella restituzione visiva e interpretativa di segni incisi di difficile leggibilità[3]. A tal fine, viene presentato il caso studio della Casa IIIM, nel quartiere ellenistico-romano di Agrigento, dove l'applicazione della RTI ha permesso di documentare un articolato corpus di graffiti, comprendente iscrizioni e motivi figurativi, incisi su frammenti di intonaco rinvenuti durante le ultime campagne di scavo condotte dall'Università di Bologna.

L'RTI sfrutta le proprietà riflettenti delle superfici, analizzando la risposta di ciascun punto alla luce irradiata da differenti angolazioni. Questa tecnica consente di registrare non solo informazioni relative allo spettro del visibile (RGB), ma anche le cosiddette normali di superficie, ovvero vettori perpendicolari alla superficie in un determinato punto, che descrivono l'orientamento locale. Il principio fondamentale della tecnica si basa sul calcolo dell'angolo di riflettanza della luce incidente su ogni pixel, che permette di ricostruire e analizzare con estrema precisione la morfologia della superficie documentata. La capacità di catturare queste informazioni rende la tecnica particolarmente adatta per la documentazione di reperti archeologici di varia natura, spesso gravemente compromessi da processi di alterazione fisico-chimica legati al loro rinvenimento e alle dinamiche deposizionali.

Il flusso di lavoro prevede l'acquisizione di dataset fotografici mediante una fotocamera digitale posizionata a una distanza fissa dal soggetto, il quale viene illuminato da una sorgente luminosa proiettata da diverse direzioni e angolazioni. Un elemento chiave del processo è l'impiego di specifici target, che consentono al software di calcolare con precisione la direzione di provenienza della luce, migliorando così l'accuratezza dei risultati. Questa configurazione permette di ottenere un modello visivo dinamico, in cui è possibile simulare condizioni di illuminazione variabili per analizzare dettagli specifici legati alla morfologia del reperto.

La tecnica, inizialmente sviluppata nei laboratori Hewlett-Packard[4] per applicazioni legate alla computer grafica, è stata successivamente impiegata nel settore dei beni culturali grazie al lavoro della fondazione *Cultural Heritage Imaging* (CHI)[5]. Con l'introduzione dell'algoritmo *Hemispherical Harmonics Map*[6] (HSH) è stato possibile automatizzare il flusso di lavoro mediante uno specifico software, rendendo in tal modo la tecnica accessibile a ricercatori e conservatori di tutto il mondo. Un significativo miglioramento della tecnica si deve poi all'*Highlight-Based RTI* (H-RTI), ovvero una metodologia sviluppata presso l'Università portoghese di Minho, che ha perfezionato l'utilizzo dei target riflettenti per determinare con precisione l'angolazione delle fonti luminose, e della successiva fase di interpolazione dei dati[7].

L'utilizzo di software *open source* come "RelightLab"[8], ha consentito un'ampia gamma di elaborazioni sui dataset RTI, permettendo di ottenere risultati maggiormente adattabili alle specifiche esigenze di studio e documentazione dei reperti archeologici. Tali necessità, infatti, possono variare in base a diversi fattori, tra cui la tipologia dei materiali, la morfologia degli oggetti e il loro stato di conservazione[9]. Questo approccio, integrando tecniche di *processing* avanzate, consente di documentare e interpretare reperti archeologici con un livello di dettaglio senza precedenti.

Applicazione della tecnica sui graffiti rinvenuti nel corso delle campagne di scavo 2023/2024

Nel caso dei graffiti della Casa IIIM, la tecnica RTI si è rivelata estremamente utile per migliorare la leggibilità dei tratti incisi e dei dettagli decorativi, frequentemente compromessi dal deterioramento delle superfici intonacate o dalla presenza di linee di frattura. Prima dell'introduzione della tecnica RTI, la documentazione dei graffiti si basava esclusivamente sull'uso di fotografie scattate con illuminazione radente. Questo metodo sfruttava una fonte di luce posizionata lateralmente rispetto al soggetto per enfatizzare le incisioni attraverso il gioco di luci e ombre. Tuttavia, i risultati ottenuti erano spesso insoddisfacenti: la qualità della documentazione dipendeva fortemente dall'angolazione e dall'intensità della luce, e molti dettagli potevano risultare poco visibili o addirittura non rilevabili.

Sia per i graffiti rinvenuti nel 2023 che per quelli del 2024, il processo di analisi è stato avviato con una fase preliminare di calibrazione del software, seguita dall'elaborazione dei dataset fotografici tramite l'algoritmo *Hemispherical Harmonics* (HSH) a 27 coefficienti, particolarmente efficace nell'evidenziare dettagli superficiali e incisioni

[3] Per alcuni esempi di applicazione della tecnica RTI per la documentazione e la lettura di graffiti si vedano Frood, Howley 2014; Di Biase, Sammons 2018 e Bosco, Minucci 2019.

[4] Malzbender *et alii* 2000.

[5] Si rimanda al sito ufficiale della fondazione: https://culturalheritageimaging.org/.

[6] Questo metodo si basa sull'espansione delle funzioni emisferiche in serie di armoniche emisferiche, permettendo una descrizione più precisa delle variazioni di luce su una superficie rispetto ad altre tecniche come il *Polynomial Texture Mapping* (PTM), per cui si veda Elhabian, Rara, Farag 2011.

[7] Riguardo alcuni esempi dell'applicazione di questa tecnica su differenti tipologie di reperti archeologici si vedano Mudge *et alii* 2006; Gabov, Bevan 2011; Mytum, Peterson 2018; Florindi *et alii* 2020

[8] RelightLab è un software open-source sviluppato da Federico Ponchio presso il Visual Computing Lab dell'ISTI-CNR (Istituto di Scienza e Tecnologie dell'Informazione del Consiglio Nazionale delle Ricerche), per cui si rimanda al sito ufficiale: https://vcg.isti.cnr.it/vcgtools/relight//

[9] Per un'applicazione della tecnica su alcuni materiali di età protostorica si veda Fiorini 2018

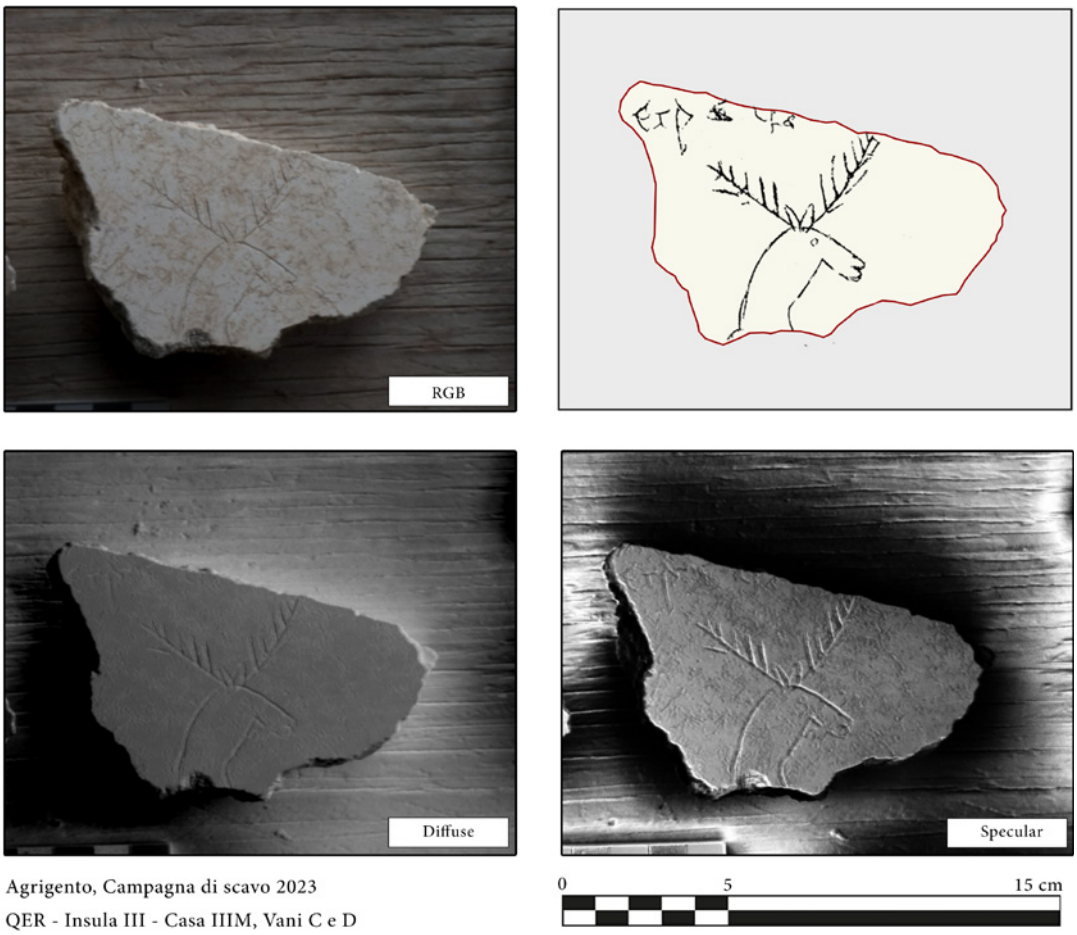

Fig. 1. Frammento di intonaco graffito documentato tramite RTI nelle diverse modalità di visualizzazione: RGB (in alto a sinistra), *Diffuse* (in basso a sinistra) e *Specular* (in basso a destra). In alto a destra restituzione vettoriale ottenuta dall'elaborazione RTI.

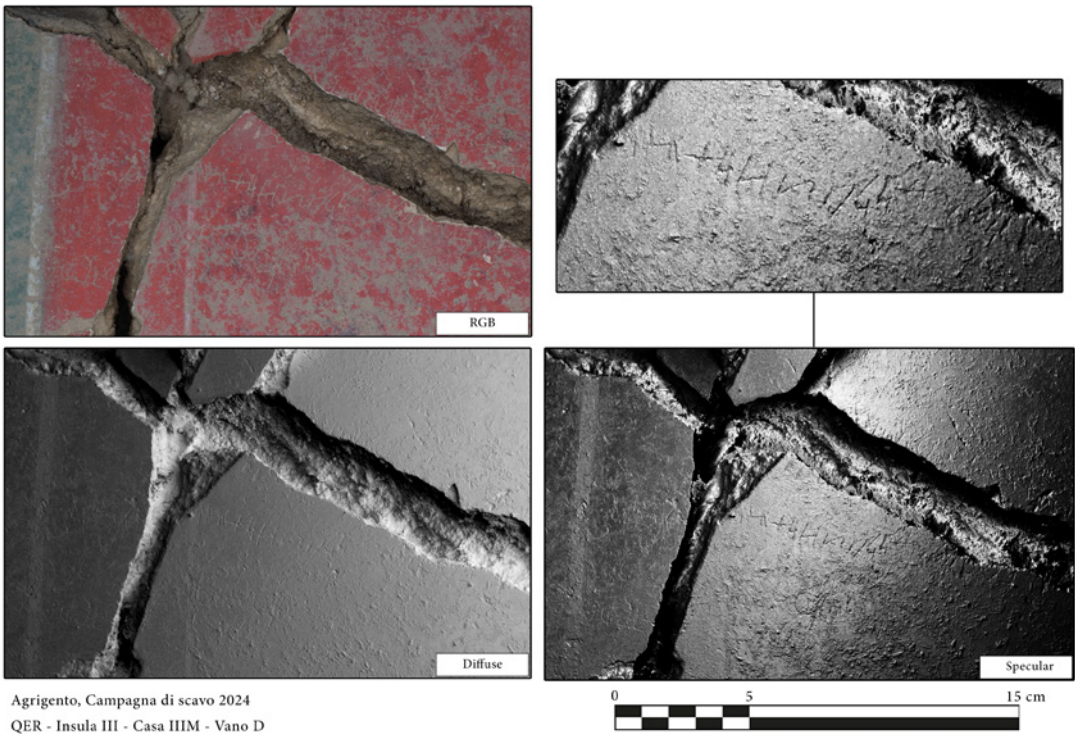

Fig. 2. Frammento di intonaco graffito documentato tramite RTI nelle diverse modalità di visualizzazione: RGB (in alto a sinistra), *Diffuse* (in basso a sinistra) e *Specular* (in basso a destra). In alto a destra ingrandimento del frammento in modalità *Specular*.

pocovisibili. I risultati sono stati analizzati utilizzando due modalità di rendering specifiche, *Diffuse*[10] e *Specular*[11], ciascuna selezionata per enfatizzare differenti caratteristiche delle superfici.

Per i frammenti di intonaco rinvenuti nel 2023, l'elaborazione ha rivelato le figure di due cervidi: un maschio, rappresentato con il capo alzato e girato verso destra, e una femmina, priva della testa, raffigurata in una postura chinata verso il basso. Sopra la testa del cervo maschio si conserva un'iscrizione divisa in due righe. Su altri tre frammenti rinvenuti nello stesso anno è stata identificata una figura umana, probabilmente un cacciatore, con il braccio destro proteso in avanti e verosimilmente dotato di un arco (Fig. 1).

Nei frammenti rinvenuti nel 2024, invece, sono state individuate diverse iscrizioni, distribuite su più linee, che arricchiscono ulteriormente il quadro epigrafico (Fig. 2)[12].

In conclusione, l'impiego della tecnica RTI ha consentito di recuperare informazioni che altrimenti sarebbero rimaste inaccessibili, incrementando significativamente la leggibilità dei manufatti e supportando in modo decisivo l'attività analitica connessa allo studio epigrafico. L'alta definizione dei dati acquisiti ha reso possibile identificare incisioni sottili, sovrapposte o parzialmente abrase, che la sola osservazione diretta o la fotografia tradizionale non avrebbero potuto restituire con pari chiarezza. Grazie a queste acquisizioni, è stato possibile ottenere elementi di grande rilevanza non solo per una più approfondita comprensione del contesto archeologico di rinvenimento, ma anche per l'analisi del più ampio quadro storico della *Agrigentum* tardo-repubblicana. Le superfici intonacate oggetto d'indagine presentano infatti condizioni conservative variabili, con fenomeni diffusi di abrasione e microfessurazione, particolarmente critici in presenza di incisioni sottili e sovrapposte. L'impiego dell'RTI, in quanto tecnica totalmente non invasiva, ha permesso di ridurre al minimo la manipolazione dei reperti, contribuendo a salvaguardarne l'integrità e fornendo al tempo stesso un supporto documentario utile anche in vista di futuri interventi di restauro. In questo senso, la metodologia si configura come uno strumento integrato di studio e tutela, essenziale sia nella fase preliminare all'intervento conservativo sia in quella successiva di monitoraggio e valorizzazione. L'adozione sistematica di questa tecnica nei protocolli di documentazione archeologica rappresenta dunque un importante passo avanti verso una più profonda integrazione tra ricerca scientifica e conservazione del patrimonio epigrafico.

[10] La modalità *Diffuse* si basa sulla simulazione di un'illuminazione uniforme e diffusa, permettendo di cogliere i dettagli legati al colore e alla texture della superficie, e riducendo al minimo gli effetti delle ombre e dei riflessi speculari. È particolarmente utile per osservare superfici con decorazioni pittoriche o variazioni cromatiche, dove l'obiettivo principale è documentare le sfumature di colore e le caratteristiche materiche.

[11] La modalità *Specular* enfatizza la componente speculare della riflettanza, amplificando i riflessi e permettendo di evidenziare dettagli geometrici e morfologici spesso poco percepibili. Grazie alla possibilità di regolare la posizione della luce virtuale, questa modalità si rivela ideale per l'analisi di incisioni, rilievi o altre irregolarità presenti nelle superfici analizzate. L'illuminazione speculare pone in risalto variazioni minime nella morfologia della superficie, rendendola particolarmente indicata per lo studio di graffiti.

[12] Entrambe le testimonianze epigrafiche sono oggetto di approfondimento e interpretazione da parte di C. Soraci in questa stessa sede.

Bibliografia

Baird, Taylor 2010 = J. Baird, C. Taylor, *Ancient Graffiti in Context*, New York 2010.

Benefiel, Sypniewski 2023 = R.R. Benefiel, H.M. Sypniewski, *Documenting Ancient Graffiti: Text, Image, Support and Access,* in O. Škrabal, L. Mascia, A.L. Osthof, M. Ratzke, (a cura di.) *Graffiti Scratched, Scrawled, Sprayed: Towards a Cross-Cultural Understanding*, 35, pp. 425-465.

Bosco, Minucci 2019 = Bosco A., Minucci E., *La metodologia RTI in contesto archeologico: il caso di un graffito nelle catacombe di San Gennaro (Napoli),* in *Newsletter di Archeologia CISA* 10, 2019, pp. 115-136.

Di Biase Sammons 2018 = Di Biase Sammons J., *Application of Reflectance Transformation Imaging (RTI) to the study of ancient graffiti from Herculaneum, Italy,* in *Journal of Archaeological Science: Reports*, 17, pp. 184-194.

Elhabian, Rara, Farag 2011 = Elhabian S., Rara H., Farag A.A., *On the use of hemispherical harmonics for modeling images of objects under unknown distant illumination*, in *Conference: 18th IEEE International Conference on Image Processing, ICIP 2011*, *Brussels, September 11-14*, 2011.

Fiorini 2018 = Fiorini A., *Il metodo fotografico RTI (Reflectance Transformation Imaging) per la documentazione delle superfici archeologiche. L'applicazione ai materiali di et*à *protostorica*, in *Archeologia e Calcolatori*, 28, 2018, pp. 241-258.

Frood, Howley 2014 = Frood E., Howley K., *Applications of Reflectance Transformation Imaging (RTI) in the study of temple graffiti* in Pischikova E., Budka J., Griffin K. (a cura di), *Thebes in the first millennium BC*, Newcastle upon Tyne 2014, pp. 625-638.

Florindi *et alii* 2020 = Florindi S., Revedin A., Aranguren B., Palleschi V., *Application of Reflectance Transformation Imaging to Experimental Archaeology Studies,* in *Heritage*, 3.4, 2020, pp. 1279-1286.

Gabov, Bevan 2011 = Gabov A., Bevan G., *Recording the Weathering of Outdoor Stone Monuments Using Reflectance Transformation Imaging (RTI): The Case of the Guild of All Arts (Scarborough, Ontario)* in *Journal of the Canadian Association of Conservation*, 36, pp. 3-14.

Malzbender, *et alii* 2000 = Malzbender T., Gelb D., Wolters H., Zuckerman B., *Enhancement of Shape Perception by Surface Reflectance Transformation*, *Hewlett- Packard Technical Report HPL-2000-38*, Palo Alto 2000.

Malzbender, Gelb, Wolters 2001 = Malzbender T., Gelb D., Wolters H., *Polynomial Texture Mapping (PTM) in SIGGRAPH '01: Proceedings of the 28th Annual Conference on Computer Graphics and Interactive Techniques, 12-17 August 2001, Los Angeles, CA (USA)* pp. 519-528.

Mudge *et alii* 2006 = Mudge M., Malzbender T., Schroer C., Lum M., *New Reflection Transformation Imaging Methods for RockArt and Multiple-Viewpoint Display,* in Ioannides M., Arnold D., Niccolucci F., Mania K. (a cura di) *The 7th International Symposium on Virtual Reality, Archaeology and Cultural Heritage (VAST 2006) 30 October - 4 November, Nicosia (Cyprus),* pp. 195-202.

Mytum, Peterson 2018 = Mytum H., Peterson J.R., *The Application of Reflectance Transformation Imaging (RTI)* in *Historical Archaeology*, 52, pp. 489-503.

Valente, Barazzetti 2020 = Valente R., Barazzetti L., *Methods for ancient wall graffiti documentation: overview and applications*, in *Journal of Archaeological Science: Reports*, *34*.