



Citation: Ficarra, S., Cesare, S., Cunzolo, V., Cucco, R.M., Meli, F. (2025). Ricerche antropologiche e documentazione 3D: la Tomba Y della Chiesa di San Bartolomeo (Caltavuturo, PA), *Archivio per l'Antropologia e la Etnologia*, 155, 97-115. doi: <https://doi.org/10.36253/aae-3841>

Published: December 1, 2025

©2025 Author(s). This is an open access, peer-reviewed article published by Firenze University Press (<https://www.fupress.com>) and distributed, except where otherwise noted, under the terms of the [CC BY 4.0](#) License for content and [CC0 1.0](#) Universal for metadata.

Data Availability Statement: All relevant data are within the paper and its Supporting Information files.

Competing Interests: The Author(s) declare(s) no conflict of interest.

Ricerche antropologiche e documentazione 3D: la Tomba Y della Chiesa di San Bartolomeo (Caltavuturo, PA)

SALVATORE FICARRA^{1*}, SERENA CESARE², VALERIA CUNZOLO², ROSA MARIA CUCCO³, FRANCESCA MELI²

¹Università degli Studi di Palermo STEBICEF - Laboratorio di Antropologia; Università di Bologna Alma Mater Studiorum - CeSIA

²Università degli Studi di Palermo STEBICEF - Laboratorio di Antropologia

³Soprintendenza per i BB.CC.AA. di Palermo

*E-mail: salvatore.ficarra@gmail.com

Title. Anthropological research and 3D documentation: Tomb Y of the Church of St. Bartholomew in Caltavuturo, PA.

Abstract. This paper presents the results of the bioarchaeological investigation of «Tomb Y», a single inhumation burial unearthed during the 2018 excavation campaign at the medieval site of Terravecchia di Caltavuturo (PA). The tomb was identified within the central nave of the Church of San Bartolomeo. The archaeological investigation revealed a single individual, oriented east-west, originally interred in a wooden coffin. The excavation's documentation protocol systematically employed 3D photogrammetry to create a high-fidelity digital record of the burial context, enabling detailed post-excavation spatial analysis. The anthropological analysis, conducted in collaboration with the Laboratory of Anthropology at the University of Palermo, allowed the reconstruction of the individual's biological profile, identifying a probable adult female. The paleopathological study revealed markers of occupational stress on the vertebral column and the hip joint, as well as several dental pathologies. These findings contribute to a broader research project aimed at reconstructing the living conditions, health, and activities of the population that inhabited this ancient settlement.

Keywords: medieval archaeology, bioarchaeology, palaeopathology, medieval Sicily, 3D modelling.

INTRODUZIONE

L'insediamento fortificato medievale di Terravecchia di Caltavuturo occupa un rilievo strategico nel cuore dell'area madonita, che domina il medio corso dell'Imera Settentrionale e mantiene relazioni visive con altri centri d'altura come Sclafani Bagni e Collesano. La sua posizione lungo un asse viario di lunga durata, identificabile con la storica via Catina-Thermae, ha favorito per secoli la centralità del sito nelle dinamiche insediative dell'entroterra siciliano (Cucco *et.al.*, 2020; Cucco 2023). Le recenti indagini archeologiche (dal 2017) sono cruciali per fare ordine nel lungo e complesso dibattito storiografico sull'altura di Terravecchia, offrendo per la prima volta l'opportunità di un riscontro archeologico sistematico alle interpretazioni finora basate prevalentemente sull'analisi delle fonti scritte. Questo dibattito, infatti, ha origine già nella seconda metà dell'Ottocento, quando l'altura era stata associata alla Caltavuturo medievale attraverso l'analisi delle fonti arabe e normanne, e identificata con l'*Oros Torgion* menzionato da Diodoro Siculo (Cipolla, 1988). Le fonti arabe, in particolare la Cronaca di Cambridge (IX-X sec.), Ibn al-Athīr e al-Nuwayrī, documentano una presenza fortificata bizantina tra l'VIII e il IX secolo, con attacchi islamici nell'851-852 d.C., rivolte represse nell'860-861 d.C. e nel 938-939 d.C., riferendosi all'insediamento con il nome di Qal'at Abī al-Tuyūr, da cui deriverebbe il toponimo attuale (Cucco *et.al.*, 2020). In epoca normanna, Tommaso Fazello descrive il sito come una rocca fortificata di origine saracena (Fazello, 1994), mentre il geografo al-Idrīsī, nella sua *Nuzhat al-mušṭāq*, ne sottolinea l'importanza strategica, menzionando un castello situato in posizione dominante (Cucco, 2023).

Tuttavia, l'identificazione dell'*Oros Torgion* con l'altura di Terravecchia è stata successivamente rivalutata criticamente: le indagini topografiche e archeologiche condotte da Pancucci e collaboratori hanno proposto una localizzazione alternativa dell'antico toponimo presso la Rocca di Sciara, rendendo meno plausibile l'associazione con Terravecchia (Pancucci, 1989; Cucco *et.al.*, 2020).

L'interesse archeologico per il sito ha assunto un carattere sistematico durante gli anni '90, a partire da ricognizioni topografiche che hanno documentato l'articolazione dell'insediamento: strutture difensive, ambienti rupestri, magazzini terrazzati e i resti della chiesa di San Bartolomeo (Pancucci, 1989).

L'indagine archeologica ha gradualmente permesso di ricostruire l'evoluzione del sito, evidenziando una sequenza di fasi edilizie e trasformazioni funzionali, soprattutto nell'area del castello e della chiesa extra-moenia, dove si riconoscono almeno tre fasi successive comprese tra età normanna e aragonese (Vassallo, 2009). In un primo momento, le tracce

di frequentazione islamica e bizantina apparivano lacunose; tuttavia, una successiva revisione dei materiali ceramici – eseguita nell’ambito della riorganizzazione della collezione civica – ha permesso di identificare produzioni islamiche della seconda metà del X secolo, compatibili con i dati delle fonti arabe e con la descrizione del sito da parte di al-Idrīsī (Cucco *et.al.*, 2020).

Un nuovo impulso alle ricerche è derivato dallo scavo dell’edificio sacro, che ha restituito una sequenza architettonica articolata, con fasi riferibili almeno alla piena età gotica e tracce di una fondazione precedente. Particolarmente rilevante è il rinvenimento del comparto funerario all’interno della chiesa, che ha restituito oltre quaranta deposizioni a inumazione, in fossa terragna o in casse lignee, orientate E-O, prive di corredo, secondo modalità coerenti con i rituali cristiani medievali (Cucco *et.al.*, 2020; Iannì, 2020).

Un momento cruciale nella storia della ricerca a Terravecchia è stata la ripresa delle indagini archeologiche sistematiche nel 2017, frutto della collaborazione tra la Soprintendenza BB.CC.AA. di Palermo, l’Università degli Studi di Palermo e il Comune di Caltavuturo, con il prezioso contributo del Servizio Civile Nazionale. L’obiettivo primario di queste campagne, protrattesi fino al 2019, è stato il recupero e la messa in luce della Chiesa di San Bartolomeo, un edificio sacro che funse da chiesa madre prima per Terravecchia e, dal XV al XVIII secolo, per Terra Nuova, attuale Caltavuturo (Cucco *et.al.*, 2020).

Le attività di scavo sono state affiancate da un’indagine antropologica sistematica condotta dal Laboratorio di Antropologia dell’Università di Palermo, diretto dal Prof. Luca Sineo finalizzata alla documentazione analitica delle caratteristiche morfologiche, patologiche e rituali delle sepolture. L’integrazione dei dati osteologici con le evidenze ceramiche residuali di età tardoantica e bizantina ha consentito di definire una frequentazione lunga e articolata del sito, confermando il ruolo di Terravecchia quale esempio emblematico di centro fortificato rurale altomedievale (Cucco, 2023).

I significativi risultati ottenuti, inclusi numerosi reperti di pregio storico-artistico, hanno portato alla programmazione di un incremento dell’esposizione dedicata a Terravecchia presso il Museo Civico Don G. Guarnieri di Caltavuturo, in accordo con l’Amministrazione Comunale.

Il presente contributo illustra la metodologia di documentazione adottata durante la recente campagna di scavo a carattere antropologico e presenta il protocollo documentario usato al fine di renderlo utilizzabile per altri lavori con contesti di scavo simile, i risultati relativi all’indagine di una delle tombe singole e l’impiego dei 3D sia nel processo documentale, che in quello didattico. Il protocollo qui descritto è stato usato per tutte le deposizioni e le fasi di scavo della Terravecchia e la Tomba Y ne è il primo esempio

pubblicato, con il quale vengono integrati anche i dati antropologici. Al momento della stesura, le analisi concernenti le cripte e le altre deposizioni funerarie sono ancora in corso di elaborazione. Obiettivo primario di questo lavoro è sottolineare il valore della sinergia operativa e scientifica tra l'équipe archeologica e quella antropologica, in un contesto di ricerca coordinato tra gli Enti pubblici coinvolti. L'indagine persegue una duplice finalità: da un lato, l'approfondimento delle conoscenze storiche del contesto locale attraverso una rigorosa documentazione scientifica; dall'altro, la comunicazione e la disseminazione dei risultati emersi. In tale ottica, le metodologie di digitalizzazione 3D hanno fornito un supporto sostanziale alla gestione e all'analisi dei dati di rilievo acquisiti dagli archeologi della Soprintendenza. Inoltre, tali tecnologie hanno permesso di implementare attività di didattica innovativa presso il Laboratorio di Antropologia dell'Università di Palermo. Specificamente, sono stati analizzati i modelli tridimensionali prodotti sia durante la campagna di scavo sia dalla digitalizzazione dei reperti osteologici provenienti dalle cripte e dalle tombe del sito. Questi modelli digitali sono stati pubblicati sulla piattaforma Sketchfab dal Laboratorio di Antropologia, previa autorizzazione della Soprintendenza, e sono stati impiegati come materiale didattico per i laboratori di antropologia funeraria tenuti nella primavera del 2024 dal Professor Sineo e dalla Dottoressa Francesca Meli. Le medesime risorse digitali sono state utilizzate per le attività di formazione interna rivolte al personale e ai tirocinanti che hanno collaborato al progetto sin dalle sue fasi iniziali (<https://skfb.ly/oSwGM>, <https://skfb.ly/oU7BB>).

TOMBA Y: SCAVO E INQUADRAMENTO STORICO-ARCHEOLOGICO

Nel corso delle indagini stratigrafiche condotte nel 2018 all'interno della navata centrale della chiesa di San Bartolomeo, nel settore occidentale del sito fortificato medievale di Terravecchia di Caltavuturo (PA), è stata intercettata una sepoltura in fossa terragna, identificata come Tomba Y.

L'area della Chiesa, dei Dammusi e dell'area circostante ha restituito un totale di oltre quaranta deposizioni in fase di studio e di cui la Tomba Y è la prima delle pubblicazioni di questo sito (Cucco *et.al.*, 2020; Iannì, 2020). La tomba in esame (US 105) sita all'interno del settore 3, posta al di sotto della pavimentazione della chiesa, e tagliata dalla adiacente tomba Z (Fig. 1) presenta caratteristiche coerenti con pratiche funerarie medievali cristiane, prive di corredo, con orientamento E-O e tracce di contenitori lignei.

L'inquadramento cronologico fa riferimento a quello di frequentazione dell'area realizzato tramite lo studio dell'apparato monetale rinvenuto all'interno dei contesti tombali e incrociato dall'archeologo Filippo Iannì insieme ai dati stratigrafici e allo studio dei materiali (Iannì, 2020).

Le evidenze permettono di collocare la Tomba Y, in assenza di materiale datante specifico al contesto in esame, al quadro generale di frequentazione e utilizzo dell'area sacra tra il XIII e XV secolo (Iannì, 2020).



Fig. 1. Localizzazione dell'area della Terravecchia con inquadramento della tomba Y (scatto ed elaborazione Ianni, 2020).

Il fondo della fossa (US 109) (Fig. 2) era costituito da un livello che presentava la medesima composizione del riempimento della stessa, ovvero da terra depurata e omogenea, con la presenza di elementi in pietra funzionali alla struttura. Nessun altro resto scheletrico aggiuntivo è stato rinvenuto in questo livello. Invece durante le operazioni di scavo, al di fuori della fossa di riempimento, è stata rinvenuta una falange prossimale di mano (reperto CL-Y-033) con segni di proliferazione ossea, appartenente a un subadulto. Tuttavia l'elemento osseo, provenendo da un livello fuori tomba, non sarà considerato ai fini della determinazione del profilo biologico, poiché non compatibile con l'individuo in esame e ne si esclude l'appartenenza.

La documentazione della sepoltura è stata effettuata attraverso rilievi vettoriali CAD (Fig. 3) e fotogrammetria digitale ad alta risoluzione, secondo un protocollo consolidato dal Laboratorio di Antropologia dell'Università di Palermo, con produzione di modelli tridimensionali, ortofoto e DEM (Fig. 4).



Fig. 2. Ortofoto della Tomba Y US 105 con individuo in deposizione e US 109 con fondo della tomba.

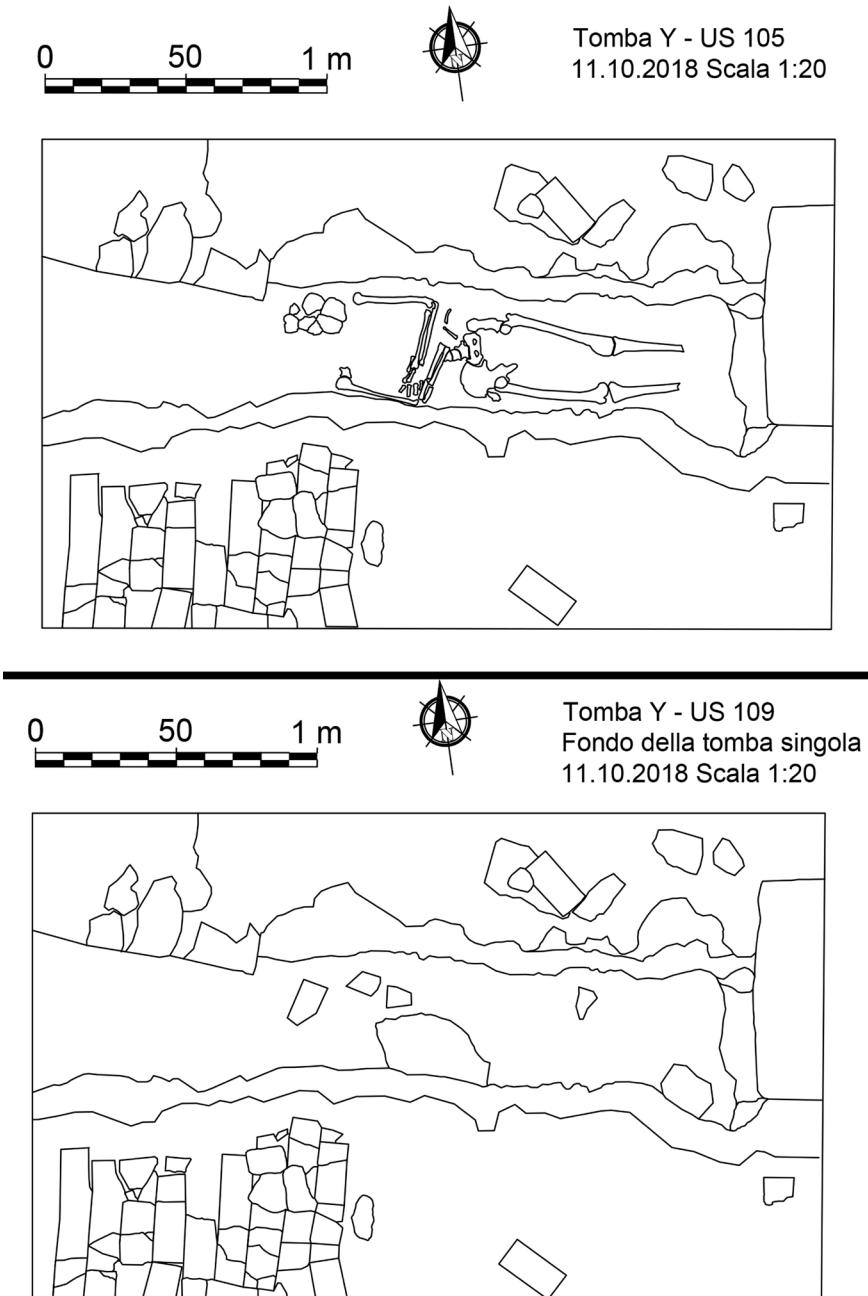


Fig. 3. CAD della Tomba Y US 105 con individuo in deposizione e con fondo della tomba.

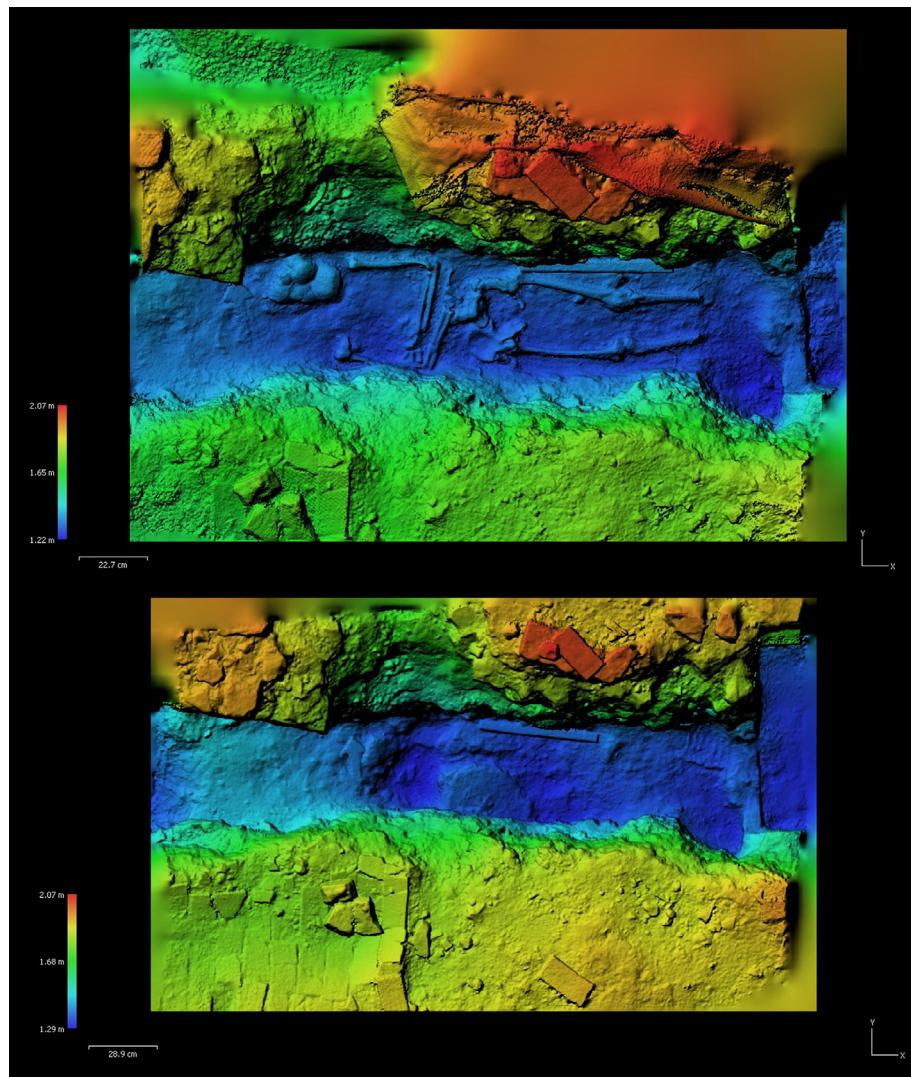


Fig. 4. Modello di Elevazione DEM della Tomba Y US 109 con fondo della tomba e US 105 con individuo in deposizione.

MATERIALI E METODI

Documentazione di scavo e tecnologie 3D

Un punto essenziale delle campagne di scavo della Terravecchia è stata la documentazione di scavo realizzata con tecnologie informatiche moderne e di rilevazione 3D delle fasi di scavo e delle testimonianze presenti.

In particolare, una tecnica che è stata sperimentata dal Laboratorio di antropologia dell'Università degli Studi di Palermo è stata la fotogrammetria applicata allo scavo antropologico.

La fotogrammetria è una tecnica che impiega uno o più set di immagini digitali 2D (Mikhail *et al.*, 2001) per la ricostruzione di modelli 3D ad alta risoluzione. La sua crescente diffusione è attribuibile a diversi fattori chiave: costi relativamente contenuti, ampia disponibilità di attrezzature e software dedicati, ingombro ridotto dell'hardware e, soprattutto, l'elevata versatilità e precisione raggiunta (Morgan *et al.*, 2019; Westoby *et al.*, 2012). Quest'ultima caratteristica consente di offrire una resa paragonabile a quella ottenuta con strumenti più onerosi, spesso più ingombranti e meno flessibili, come i laser scanner. (Ficarra *et.al.*, 2022).

La fotogrammetria, insieme alla fotomodellazione rientrano nella categoria delle nuove tecnologie della realtà virtuale: termine che racchiude tutte le dinamiche e il lavoro tendente alla creazione di simulazioni di ambienti e oggetti che risultano all'esperienza del fruttore indistinguibili dall'esperienza reale (Cataldo *et.al.*, 2011).

La scelta di impiegare la fotogrammetria per la documentazione di scavo è derivata dall'esigenza di creare modelli fedeli alle situazioni riscontrate *in situ*. L'obiettivo è documentare visivamente tutte le informazioni potenzialmente ottenibili dallo scavo, in associazione ai classici strumenti di documentazione quali schede, giornale di scavo e rilievi fotografici.

Lo studio della Tomba Y è un primo esempio di questo approccio di rilevamento di cui si mostra sviluppo ed esito, ma ciascuna delle tombe e delle cripte esaminate nei tre anni di scavo a Terravecchia, nelle diverse fasi di indagine e per ciascuna Unità Stratigrafica (US), è stata documentata con coperture fotografiche secondo lo specifico protocollo di rilevamento di seguito dettagliato.

Sullo scavo, le operazioni eseguite per la fase di copertura sono state realizzate seguendo un protocollo operativo scelto tra gli archeologi e gli antropologi del gruppo di ricerca del Laboratorio di antropologia dell'Università degli studi di Palermo. Il protocollo di seguito descritto è stato adattato a partire dalle tecniche di digitalizzazione dei reperti osteologici effettuati all'interno del laboratorio (Ficarra *et.al.*, 2022) adattando la procedura al contesto di scavo. Tale tecnica a differenza della procedura seguita in laboratorio ha tenuto conto delle condizioni ambientali e quindi di un adattamento delle tecniche di ripresa. Al fine di determinare la fedeltà del dato digitale risultante nel primo anno di scavo sono state eseguite tecniche di rilievo archeologico metrico su campo. Il protocollo ideato ha quindi previsto le seguenti fasi:

- Messa in luce dell'unità stratigrafica o della deposizione, in caso di tomba con contesto chiuso.
- Documentazione tradizionale: tramite redazione del giornale di scavo e delle schede antropologiche per registrare le caratteristiche deposizionali e le evidenze visive e metriche reperibili dallo scavo.
- Rilievi fotografici di dettaglio: documentazione delle evidenze scheletriche e della cultura materiale associata all'unità stratigrafica e alla sepoltura.
- Pulizia dell'area e posizionamento dei riferimenti metrici e di orientamento cardinale.
- Copertura fotografica: eseguita con dispositivi professionali adattando le tecniche di ripresa consolidate in laboratorio a reperti osteologici alle differenti situazioni deposizionali del contesto di scavo archeologico:
 - Assenza di fonti luminose artificiali.
 - Assenza di uso di zoom per non alterare le distorsioni della camera impiegata.
 - Mantenimento, per quanto possibile, dei parametri di ripresa quali lunghezza focale, diaframma, sensibilità ISO e tempo di esposizione.
- Esecuzione della copertura: una volta definite le fasi preparatorie, la copertura avviene tramite lo scatto di foto attorno all'area di scavo di interesse, prestando attenzione a includere in tutti gli scatti fotografici i riferimenti metrici e di orientamento posti sulla scena. L'obiettivo di questa copertura è documentare tutte le angolazioni, inclusi i dislivelli, al fine di ottenere la massima copertura informativa. Per operare in maniera ottimale, per ogni contesto si effettuano coperture circolari con al centro il fulcro della documentazione (deposizione o unità stratigrafica), e attorno a tale fulcro le foto sono scattate con angolazioni differenziate. La copertura fotografica circolare è ripetuta con differente angolazione rispetto all'asse della ripresa, in modo da avere una differente inclinazione, per un totale di almeno 3 prospettive. Al fine di dare un termine quantitativo degli scatti da effettuare è previsto, come nel protocollo usato in laboratorio per i reperti osteologici (Ficarra *et.al.*, 2022) uno scatto ogni 20°, determinando almeno 54 scatti per copertura.
- Sovrapposizione degli scatti: un'accortezza essenziale in questa fase è, oltre a garantire una copertura massima e a varia inclinazione della fotocamera, fare in modo che ciascuno scatto rientri in parte nell'area documentata del successivo e del precedente, per consentire l'incrocio dei dati visivi in fase di post-produzione.
- Scatti ravvicinati: insieme alla documentazione fotografica standard per la copertura, nei casi in cui si necessita di effettuare una documentazione più dettagliata, è opportuno realizzare scatti ravvicinati, sempre includendo i riferimenti metrici e seguendo le medesime regole usate nella copertura

principale. Tale fase è propedeutica a una maggiore definizione del modello 3D da elaborare in post-produzione. A differenza del protocollo usato in laboratorio per i reperti osteologici (Ficarra *et.al.*, 2022), tale fase è doverosa per l'adattamento al contesto di ripresa variegato dell'area di scavo.

Dopo la fase di copertura così descritta, si procede con il normale iter di scavo, con il recupero della deposizione o la continuazione dello scavo dell'unità stratigrafica in oggetto. Una volta intercettata un'altra fase informativa, si ripete il protocollo di documentazione al fine di realizzare modelli 3D.

Successivamente alla fase di documentazione in scavo, il materiale fotografico acquisito è utilizzato per la modellazione 3D attraverso il software di modellazione 3D *Agisoft Metashape*, nel caso in esame in dotazione al Laboratorio di Antropologia. Questo software, ampiamente usato per la digitalizzazione dei reperti in laboratorio (Ficarra *et.al.*, 2022), è adatto al rilievo fotogrammetrico tramite l'elaborazione di immagini digitali acquisite attraverso diverse sorgenti (scatti a corto raggio, riprese aeree tramite droni o satellitari) e anche l'elaborazione di nuvole di punti georeferenziate derivanti da riprese con stazione totale e laser scanner (*Agisoft LLC 2024*). Il software in questione è utilizzato in contesti di rilievo architettonico e archeologico (Jones *et.al.*, 2020).

Questo software di fotomodellazione, basato sulla creazione di nuvole di punti, opera a partire da immagini digitali scattate da diverse angolazioni, che presentano aree di sovrapposizione comuni. Il programma gestisce i parametri della geometria interna della camera, riconosce i fotogrammi e, in presenza di oggetti o scene particolarmente complesse, consente l'uso di specifici tag o mirini posizionati sugli oggetti.

Durante l'elaborazione, il software identifica e assegna un'etichetta a ogni punto riconosciuto nell'immagine, confrontandolo poi con i punti omologhi nelle immagini sovrapposte. Questo processo porta alla creazione di una nuvola di punti iniziale, che viene successivamente densificata. Su questa nuvola si costruiscono geometrie poligonali, unendo i vari punti. Il risultato finale è un modello tridimensionale sul quale è possibile applicare una texture, ottenuta dal mosaico delle porzioni di immagini allineate nella fase iniziale (Bianchini, 2008).

Le fasi elaborate di post-produzione e realizzazione del modello 3D sono le seguenti (Fig. 5):

- Correzione delle foto: conversione dal formato RAW nativo degli scatti fotografici a un formato compatibile per l'elaborazione, come JPG o PNG.
- Importazione delle immagini: caricamento delle immagini sul software di modellazione Metashape.

- Calibrazione e analisi della qualità delle immagini: il software analizza e determina i parametri di scatto e la qualità delle foto in riferimento alla loro risoluzione. Definendo un criterio di filtro, è possibile scartare le foto con aberrazioni e mantenere quelle con il miglior contenuto informativo per l'elaborazione. È fondamentale, in fase di scatto, essere ridondanti nel numero di foto realizzate per compensare gli eventuali scarti in questa fase.
- Determinazione dei riferimenti metrici: tramite funzione specifica del software, in base ai riferimenti metrici impiegati, è possibile automatizzare il riconoscimento dei flag con Metashape e determinare in maniera molto accurata la posizione dei riferimenti che saranno utilizzati per scalare il modello 3D di scavo.
- Allineamento delle immagini: effettuate queste operazioni preliminari, si procede con l'allineamento delle immagini. Il software sfrutta le prestazioni del dispositivo e della scheda video per analizzare, tramite algoritmo, i pixel delle immagini e le informazioni in esse contenute. Allinea in maniera omologa le foto con pixel in comune, definendo la loro posizione tridimensionale nello spazio. Ciò consente l'individuazione e la creazione di una nuvola sparsa di punti di interesse informativo, che costituirà la base di partenza per la realizzazione del modello 3D.
- Pulizia della nuvola sparsa: successivamente alla creazione della nuvola sparsa, è possibile in questa fase pulire la nuvola di punti di interesse realizzata, eliminando il rumore derivante dagli scatti fotografici oltre l'orizzonte di interesse della scena ripresa. Ciò può essere fatto cancellando i punti di non interesse con gli strumenti di cancellazione o restringendo l'area di elaborazione a cui il software dovrà fare riferimento.
- Realizzazione della nuvola densa di punti: il software, sempre sulla base dell'algoritmo di modellazione, amplifica il contenuto informativo dei punti della nuvola sparsa, addensando e intensificando le informazioni di profondità estrapolate dalle foto. Ogni immagine viene analizzata nel dettaglio, determinando profondità e variazioni di luce che portano a un aumento delle informazioni e alla creazione di una impalcatura densa di punti su cui si potrà realizzare il modello. La creazione della nuvola densa può essere ulteriormente dettagliata con la colorazione dei singoli punti, in modo da fornire un'anteprima del modello generato.
- Creazione della maglia di triangolazione 3D: i punti vengono esaminati e abbinati per creare piccole superfici di triangolazione che simulano la superficie del modello. Maggiore è la quantità di informazioni estrapolate dalle foto, più densa risulterà la nuvola generata e, di conseguenza, anche la realizzazione delle triangolazioni di superficie. Il modello generato riprodurrà le superfici esaminate sullo scavo e i rinvenimenti in esse

contenuti.

- Creazione della texture: la fase finale del processo di modellazione è la creazione della texture sul modello realizzato, denominato *mesh*. Prima di realizzarla, è possibile agire sulla *mesh* stessa per riesaminare le superfici generate, affinando e correggendo lacune e aberrazioni. La fase di texture permette di campionare, per ogni frammento di superficie creata, un tassello di immagine che meglio si adatta alla sezione. Questa operazione realizza quindi un mosaico di frammenti di immagini estrapolati dagli scatti fotografici. Minori sono le distorsioni presenti nelle foto, più accurata sarà la ricostruzione della superficie.
- Scalatura e orientamento del modello: attraverso i riferimenti metrici e cardinali riportati.

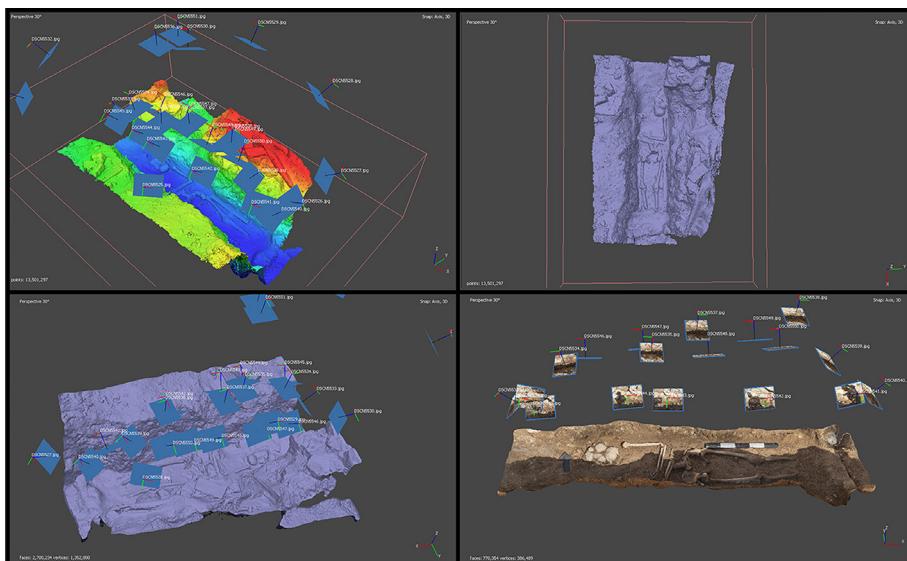


Fig. 5. Fasi di lavoro del software Agisoft Metashape con allineamento, nuvola di punti, mesh e modello 3D texturizzato.

Il protocollo di elaborazione consente in tal modo di ottenere un modello 3D manipolabile e navigabile, fedele al contenuto informativo della scena documentata sullo scavo allo stesso modo con cui è stata verificata la fedeltà con i modelli realizzati a partire da reperti osteologici in laboratorio (Ficarra *et.al.*, 2022) e anche dallo studio di uso di tale tecnica per finalità archeologica (Jones *et. al.*, 2020). Su di esso è possibile effettuare operazioni di approfondimento.

Tra le principali operazioni possibili vi è la realizzazione di modelli di elevazione DEM, sempre con l'ausilio del software Agisoft Metashape, che permettono di verificare, tramite una palette di colori, il livello di profondità in esame. Sempre sul modello è possibile realizzare ortofoto esportabili: immagini accurate con visione zenitale della ripresa, tramite le quali si amplifica in piano il livello di dettaglio ricostruito. Le ortofoto risultano di notevole importanza per la fase di rilettura dell'unità stratigrafica o della deposizione e, in particolar modo, per la realizzazione di un rilievo grafico vettoriale CAD.

Ciascuna di queste operazioni è stata realizzata per la documentazione dello scavo antropologico di Terravecchia di Caltavuturo e, nello specifico di questo contributo, per la Tomba Y qui in esame. Ciò ha permesso non solo di realizzare un modello 3D dettagliato sia dell'Unità Stratigrafica deposizionale 105 che dell'Unità Stratigrafica di fondo 109, ma anche l'estrapolazione da esse dei modelli di elevazione e delle ortofoto, e la successiva produzione di rilievi grafici vettoriali.

Tafonomia e studio antropologico

La Tomba Y è stata individuata nel settore occidentale della navata centrale della chiesa, in prossimità di altre sepolture ipogee, e già dalle prime fasi dello scavo il taglio della fossa suggeriva la presenza di un'unica deposizione. L'individuo giaceva in decubito dorsale, con orientamento est-ovest e cranio rivolto a ovest. Al di sotto della pavimentazione e in corrispondenza del riempimento (US 105), sono stati rinvenuti frammenti ceramici islamici databili tra la seconda metà del X e la prima metà dell'XI secolo, coerenti con quelli già noti nel settore del castrum e dei Dammusi (Cucco *et.al.*, 2020, Cucco, 2023). La presenza di chiodi in ferro ha suggerito l'impiego di una cassa lignea per la deposizione. Le condizioni tafonomiche – la stessa si presentava dislocata lateralmente con rotazione delle pelvi e del femore destro – indicano un collasso da decomposizione in spazio vuoto. Il cranio risultava schiacciato, probabilmente a causa di condizioni post deposizionali legate alla riapertura della sepoltura a seguito della creazione della Tomba Z adiacente e di altri interventi nell'area, che ne ha compromesso anche gli arti inferiori.

L'individuo presentava le braccia conserte sull'addome e conservava buona parte delle ossa lunghe degli arti superiori, alcune ossa del carpo e delle mani, nonché un frammento di scapola destra. La disposizione composta degli arti superiori e l'assenza di corredo sono compatibili con rituali funerari cristiani.

Conservavano i rapporti anatomici anche le vertebre lombari e l'osso sacro, mentre le pelvi risultavano leggermente divaricate. Le ossa toraciche (coste, sterno, vertebre toraciche) e tarsali non sono state rinvenute; la loro assenza può essere imputata alla dislocazione dei resti in seguito all'infiltrazione del

sedimento e al taglio della fossa. La rimozione del sedimento ha evidenziato un mantenimento parziale dei rapporti anatomici: le tibie risultavano troncate all'altezza delle epifisi distali e le ossa dei piedi erano assenti, probabilmente rimosse in occasione del taglio antico per la costruzione di un vano orientato analogamente e adiacente alla fossa (Fig. 2). Il fondo della sepoltura (US 109) presentava terra sciolta con inclusi lapidei intenzionalmente disposti (Fig. 2); non sono emersi ulteriori resti ossei. La documentazione è stata completata con rilievi CAD (Computer aided-design) ortofoto e DEM ricavati da modelli 3D ottenuti tramite fotogrammetria digitale (Figg. 3-4).

Le varie fasi di lavoro in laboratorio hanno previsto la pulizia, il consolidamento e lo studio antropologico dell'individuo. La pulitura dei resti è stata effettuata con pennelli e spazzole a setole morbide per evitare abrasioni delle superfici corticali. Il consolidamento ha comportato la ricomposizione dei frammenti ossei compatibili con adesivi reversibili. L'analisi antropologica ha incluso: l'identificazione e la catalogazione delle unità scheletriche, l'inventario per distretto, la determinazione del sesso mediante criteri morfologici e metrici, la stima dell'età alla morte, basata su caratteri dentari, il calcolo della statura e una prima valutazione paleopatologica. L'integrazione dei dati morfometrici, delle corrispondenze articolari e di elementi peculiari ha permesso la ricostruzione individuale del profilo biologico, nonostante l'interferenza di un taglio strutturale moderno, che ha sezionato parzialmente la fossa funeraria.

Nonostante la frammentarietà del cranio (sono assenti lo splanchnocranio e la mandibola) e del bacino, l'analisi morfologica del reperto CL-Y-015 ha consentito l'attribuzione del sesso al genere femminile, secondo i criteri di Phenice (Phenice, 1969) e Bruzek (Bruzek, 2002) (Fig. 6). L'età alla morte è stata stimata tra i 33 e i 45 anni: l'analisi osteologica ha permesso di definire una età adulta per l'individuo in esame, sulla base della presenza di saldature complete delle epifisi e la conseguente assenza di segni di accrescimento osseo. In assenza di altri elementi diagnostici è stato attribuito un range di età sulla base dell'usura dentaria osservata sui denti mascellari e mandibolari e in particolare sui reperti CL-Y-054, CL-Y-055 e CL-Y-056, in riferimento alle tavole di Brothwell (Brothwell, 1981) (Fig. 7). L'altezza stimata, in assenza di ossa lunghe integre maggiormente significative, calcolata tramite le formule di Trotter e Gleser (Trotter *et.al.*, 1977), applicate alla lunghezza massima dell'ulna di sinistra (CL-Y-001) e del radio di sinistra (CL-Y-002), si attesta tra 154 e 156 cm (Fig. 6).

L'indagine paleopatologica ha rilevato un'ernia di Schmörl su un corpo di vertebra toracica non determinata (CL-Y-019), interpretabile come esito di carichi assiali prolungati (Roberts *et al.*, 2010) (Fig. 6), leggera porosità a livello dell'osso trapezoidale di destra, reperto CL-Y-044 (Fig. 6), rarefazione e *pitting*

dell'acetabolo destro (CL-Y-015) compatibili con stress meccanico articolare (Capasso *et al.*, 1999) (Fig. 7). Tra i tredici denti rinvenuti si riscontrano carie perforanti nel premolare P3 inferiore destro (di grado 1) e due molari, uno identificato come M2 superiore sinistro (di grado 4) e l'altro inferiore non ben determinato (tra grado 2 e grado 3) (Kelley *et al.*, 1991; Hillson, 1996), che suggeriscono una possibile dieta ricca di zuccheri e carboidrati oltre che una scarsa igiene tipica del tempo. Si evidenzia la presenza di linee di ipoplasia dello smalto a livello dell'incisivo superiore laterale destro e dell'incisivo superiore centrale destro (Fig. 7).

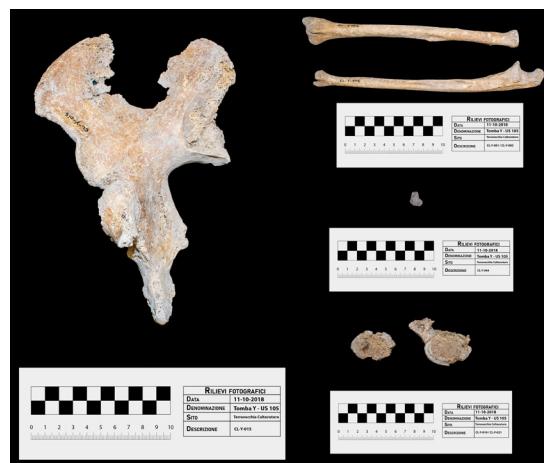


Fig. 6. Reperti: CL-Y-015: emi-pelvi destra; CL-Y-044: trapezoide destro; CL-Y-001/002: ulna e radio sinistri; CL-Y-019/020: vertebre toraciche; CL-Y-001/002: ulna e radio sinistri.



Fig. 7. Denti dell'individuo di Tomba Y; Reperti CL-Y-054/055/056: Denti molari; Reperto CL-Y-015: dettaglio dell'acetabolo di emi-pelvi destra con segni di infiammazione, rarefazione della superficie ossea e leggero pitting.

DISCUSSIONE

L'analisi bioarcheologica dei resti osteologici provenienti dalla Tomba Y (US 105), rinvenuta nella navata centrale della chiesa di San Bartolomeo a Terravecchia di Caltavuturo, ha restituito dati riferibili a un individuo adulto di sesso femminile, con età compresa tra i 33 e i 45 anni. L'insieme delle evidenze osteologiche, tafonomiche e stratigrafiche suggerisce una deposizione primaria in fossa semplice, con tracce compatibili con l'uso di un contenitore ligneo e disturbi secondari successivi alla deposizione.

In conclusione, l'indagine qui presentata ha permesso di definire e validare un protocollo metodologico che, applicato a contesti di scavo con deposizioni funerarie, si è dimostrato di fondamentale importanza. La documentazione fotogrammetrica, impiegata per la Tomba Y e per le altre deposizioni, ha garantito la conservazione dell'intero contenuto informativo in un contesto multistratificato ed estensivo. I risultati prodotti, costituiti da modelli 3D, rilievi CAD e modelli di dislivello DEM, hanno fornito una base oggettiva per definire, insieme alle interpretazioni archeologiche e allo studio della cultura materiale, un quadro ricco e dettagliato per le fasi di vita dell'area sacra della Terravecchia (Iannì, 2020). Sul piano della valorizzazione e della didattica, questo approccio ha permesso la realizzazione di modelli 3D strategici per la formazione degli studenti del laboratorio e dell'insegnamento di archeologia funeraria dell'Università degli studi di Palermo, delineando al contemporaneo un chiaro obiettivo di musealizzazione virtuale grazie alla sinergia e al coinvolgimento della Soprintendenza di Palermo. Lo studio del dato antropologico della Tomba Y è il primo tassello a cui seguiranno le analisi delle Cripte e degli altri contesti tombali. L'integrazione di questi dati futuri sarà cruciale per delineare un quadro demografico completo del sito. Pertanto, lo studio combinato dei dati bioantropologici, tafonomici e tridimensionali non solo contiene la dispersione informativa, ma rafforza la qualità e la profondità interpretativa del record bioarcheologico, confermando l'efficacia di questa sinergia per la ricostruzione storica e biografica in contesti complessi.

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

- Agisoft Metashape User Manual: Professional Edition, Version 2.1, Agisoft LLC, 2024.
Internet Edition: https://www.agisoft.com/pdf/metashape-pro_2_1_en.pdf.
- Amari, M. 1880. *Ibn al-Athīr, al-Kāmil fī al-ta'rīkh*, trad. In: M. Amari (a cura di), *Biblioteca Arabo-Sicula*. Torino: Loescher.
- Amari, M. 1880. *al-Nuwayrī, Nihāyat al-arab fī funūn al-adab*, cit. In: M. Amari (a cura di), *Biblioteca Arabo-Sicula*. Torino: Loescher.
- Amari, M. 1858. Cronaca di Cambridge. In: M. Amari (a cura di), *Storia dei Musulmani di Sicilia*. Torino: Loescher, vol. II: 93-95.
- Amari, M. 1883. *al-Idrīsī, Nuzhat al-mušṭāq*. In: M. Amari, C. Schiaparelli (a cura di),

- Il Libro di Re Ruggero.* Roma: Istituto per l'Oriente.
- Bianchini, M. 2008. *Manuale di rilievo e di documentazione digitale in archeologia.* Roma: Aracne editrice.
- Birkner, R. 1978. *Normal Radiographic Patterns and Variances of the Human Skeleton – An X-Ray Atlas of Adults and Children.* Baltimore: Urban and Schwarzenberg.
- Brothwell, D.R. 1965. Dental wear Patterns in the Libben Population, *American Journal of Physical Anthropology*, 68: 47-56.
- Brothwell, D.R. 1981. *Digging up Bones.* Oxford: Oxford University Press.
- Bruzek, J. 2002. A method for Visual Determination of Sex, Using the Human Hip Bone, *American Journal of Physical Anthropology*, 117: 157-68.
- Canci, A., Minozzi S. 2018. *Archeologia dei resti umani dallo scavo al laboratorio.* Roma: Carozzi editore.
- Capasso, L., Kennedy, A.R., Wilczak, C.A. 1999. *Atlas of Occupational Markers Osteoarchaeology.* Teramo: Edigrafital S.p.A.
- Cataldo, L., Paraventi, M. 2011. *Il museo oggi. Linee guida per una museologia contemporanea.* Milano: Ulrico Hoepli.
- Cipolla, P. 1988. *Sulle probabili origini di Caltavuturo e Sclafani.* Con Appendice a cura di Luigi Lo Bue. Palermo: 15-68.
- Cucco, R.M., Mammato, A. 2020. L'insediamento medievale di Terravecchia di Caltavuturo: la storia della ricerca archeologica e la documentazione numismatica. In: M. Chiovaro, R. Sapia (a cura di), *Studi in onore di Stefano Vassallo.*, Palermo: Regione Siciliana, Assessorato dei Beni Culturali e dell'Identità siciliana: 91-99.
- Cucco, R.M. 2023. Terravecchia di Caltavuturo. Archeologia e storia di un centro fortificato medievale. In: A. Castrorao Barba (a cura di), *Suburbia and Rural Landscapes in Medieval Sicily. Forms, Structures, Settlement Patterns.* Palermo: Edizioni di Storia e Studi Sociali: 91-99.
- Cunningham, C., Scheuer, L., Black, S. 2016. *Developmental Juvenile Osteology.* San Diego: Academy Press.
- Fazello T. 1990. *Storia di Sicilia.* Traduzione di Antonino De Rosalia e Gianfranco Nuzzo, voll. 1-2. Palermo.
- Fazello, T. 1994. De Rebus Siculis Decades Due. In: G.C. Maltese (a cura di), *Palermo: Regione Siciliana – Assessorato BB.CC.AA.* Vol. I: 353-354.
- Ficarra, S., Lauria, G. 2022. Gli Archivi Digitali e l'Antropologia Virtuale. Ricostruzione 3D di un cranio umano mediante la moderna tecnica della Fotogrammetria, *Archivio per l'Antropologia e la Etnologia*, CLII: 117-130.
- Hillson, S.W. 1986. *Teeth.* Cambridge: Cambridge University Press.
- Iannì, M. 2020. Le sepolture medievali della chiesa di San Bartolomeo a Terravecchia di Caltavuturo. In: M. Chiovaro, R. Sapia (a cura di), *Studi in onore di Stefano Vassallo.* Palermo: Regione Siciliana, Assessorato dei Beni Culturali e dell'Identità Siciliana: 121-123.
- Jones, C.A., Church E. 2020. Photogrammetry is for everyone: Structure-from-motion software user experiences in archaeology, *Journal of Archaeological Science: Reports*, Vol. 30.
- Kelley, M.A., Larsen, C.S. 1991. *Advances in Dental Anthropology.* New York: Wiley-Liss.
- Mikhail, E.M., Bethel, J.S., McGlone, J.C. 2001. *Introduction to modern photogrammetry.* New York.
- Morgan, B., Ford, A.L., Smith, M.J. 2019. Standard methods for creating digital skeletal models using structure-from-motion photogrammetry, *Am J Phys Anthropol*, 169(1): 152-160.

- Pancucci, D. 1989, Caltavuturo: le origini, *Sicilia Archeologica*, 71: 65-71.
- Phenice, T.W. 1969. A newly developed visual method of sexing in the os pubis, *American Journal of Physical Anthropology*, 30: 297-301.
- Roberts, C., Manchester, K. 2010. *The Archaeology of Disease*. The History Press.
- Schaefer, M., Black, S., Scheuer, L. 2009. *Juvenile osteology a laboratory and field manual*. London: Academy Press.
- Trotter, M., Gleser, G.C. 1977. Corrigenda to «Estimation of Stature from Long Limb Bones of American Whites and Negroes», *American Journal Physical Anthropology* (1952), *American Journal of Physical Anthropology*, 47: 355-356.
- Vassallo, S. 2009, Indagini preliminari alla Terravecchia di Caltavuturo, *Kokalos* XLVII-XLIII, II: 679-686.
- Westoby, M.J., Brasington, J., Glasser, N.F., Hambrey, M.J., Reynolds, J.M. 2012. Structure-from-Motion' photogrammetry: a low-cost, effective tool for geoscience applications, *Geomorphology*, 179: 300-314.
- White, T.D., Folkens, P.A. 1991. *Human Osteology*. San Diego: Academy Press.
- White, T.D., Folkens, P.A. 2005. *The Human Bone Manual*. San Diego: Academy press.