

Disegnare misure antiche e configurazioni scomparse

Vincenza Garofalo
Marco Rosario Geraci

Abstract

La Zisa di Palermo è uno dei monumenti dell'itinerario "Palermo Arabo-Normanna e le Cattedrali di Cefalù e Monreale", che dal 2015 sono iscritti nella Lista del patrimonio mondiale UNESCO. Costruita a partire dal 1165, è uno dei monumenti edificati in Sicilia durante la dominazione normanna e realizzati presumibilmente da maestranze islamiche. Il suo aspetto attuale è il risultato di una serie di modifiche avvenute nel corso dei secoli. A partire dalla descrizione fornita da frate Leandro Alberti (1526) e dalla lettura dello stato di fatto, effettuata in seguito a un rilievo accurato, il contributo presenta un'analisi metrologica e una ricostruzione virtuale ipotetica del fronte principale secondo l'aspetto che questo aveva nel XVI secolo. Inoltre, sulla base della *Veduta ideale della Zisa* in un dipinto del pittore Rocco Lentini (1935) sono state ipotizzate anche le configurazioni della peschiera, del padiglione e del giardino nelle immediate pertinenze del monumento. Lo studio del monumento, a partire dal rilievo, ha portato, infine, alla realizzazione di prodotti digitali (modello 3D texturizzato e modello olografico), pensati per essere accessibili e fruibili da parte di un vasto pubblico. Descrivere l'esistente attraverso il rilievo e interpretare ciò che del monumento è stato narrato nel corso dei secoli sono gli intenti di questa breve indagine.

Parole chiave
misura, analisi metrologica, rilievo, ricostruzione ideale, modello olografico.



Ricostruzione ideale della Zisa di Palermo e analisi metrologica effettuata sulla scorta delle misure fornite da L. Alberti.
Elaborazione degli autori.

Introduzione

Costruita a partire dal 1165 circa per volere di Guglielmo I d'Altavilla (1120 ca.-1166), la Zisa di Palermo è uno dei monumenti edificati in Sicilia durante la dominazione normanna e realizzati presumibilmente da maestranze islamiche. Dall'intervento di queste ultime provengono le influenze di architettura islamica, il cui linguaggio caratterizza in gran parte il monumento. Questo è un volume prismatico di tre elevazioni ed era un edificio extraurbano, un *sollatium* destinato a residenza estiva. L'aspetto attuale della Zisa è il risultato di una lunga serie di modifiche e di destinazioni d'uso diverse che hanno interessato il monumento nel corso della sua storia.

Nel XIV secolo la Zisa fu trasformata in fortezza e poi riconvertita in castello, ragione per la quale l'iscrizione in caratteri cufici del muro d'attico, che correva lungo tutto il perimetro dell'edificio, fu parzialmente tagliata per realizzare le merlature che ancora oggi sono visibili. Le due monofore ai lati della finestra centrale all'ultimo livello del prospetto orientale risalirebbero allo stesso periodo [Pizzoli 2021, p. 191]. A opera di Giovanni de Sandoval, che acquisì il monumento nel 1635, furono apportate importanti modifiche agli interni e agli esterni, per adattare l'edificio a residenza nobiliare: oltre alla realizzazione di un imponente scalone al posto delle originali scale di accesso, venne inserito un solaio nel vestibolo di ingresso che chiuse parzialmente e modificò, interrompendolo con un balcone, il grande arco centrale di accesso sul fronte principale. Furono realizzate nuove aperture su tutti i fronti e quelle esistenti divennero monofore rettangolari. L'ordine centrale del fronte venne successivamente modificato anche con l'inserimento di un ulteriore balcone all'ultimo livello. La configurazione successiva a queste trasformazioni fu in gran parte mantenuta per i secoli successivi ed è documentata dal disegno di alcuni viaggiatori ai quali il monumento ha de- stato grande interesse e la curiosità di ipotizzare il suo aspetto originario. Alcuni, come Alessandro Emanuele Marvuglia [1], hanno testimoniato ciò che hanno visto e che registrava le modifiche compiute dai Sandoval, altri si sono spinti a immaginare un possibile progetto di restauro della facciata, restituendole una configurazione ideale, dedotta, probabilmente, dalla testimonianza dell'Alberti -del quale si parlerà più avanti- e variamente interpretata [Hittorff e Zanth 1835; De Prangey 1841; Mothes 1884; Goldschmidt 1898]. L'aspetto attuale è dovuto a un intervento di restauro, condotto da Giuseppe Caronia, in seguito a un esteso crollo, verificatosi nel 1971 [Cronaca 1982]. Non sembra errato affermare che risalire all'aspetto originario è un'operazione ormai impraticabile.

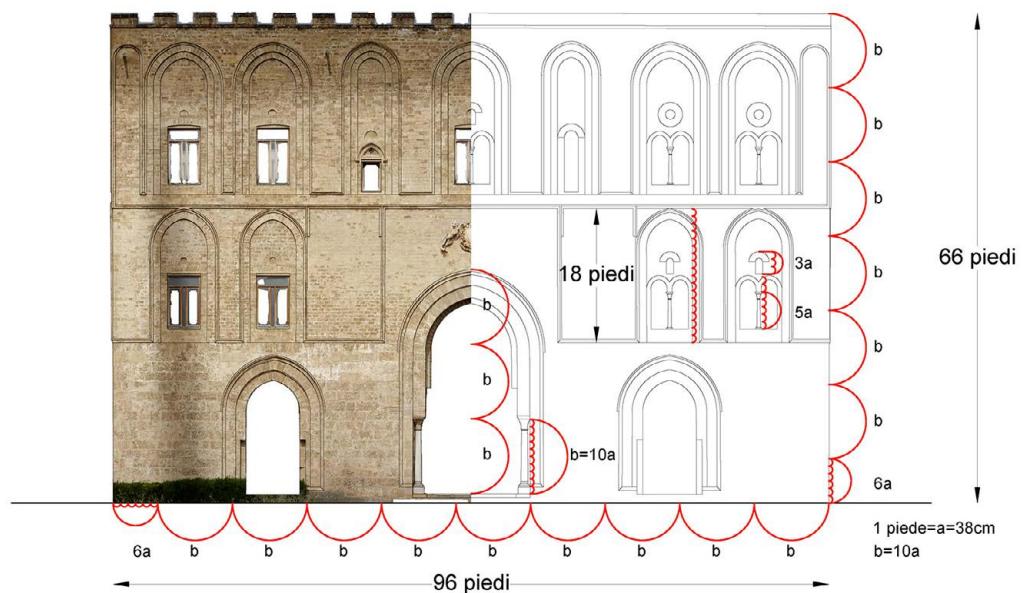


Fig. 1. Analisi metrologica effettuata sulla scorta delle misure fornite da L. Alberti. A sinistra ortofoto dello stato di fatto, a destra ricostruzione ideale. Elaborazione degli autori

La descrizione accurata più antica, al momento nota, risale al 1526 ed è opera del già citato Leandro Alberti, frate bolognese, che visita il monumento, lo fa rilevare e ne fornisce le dimensioni [Alberti 1567]. A partire da tale descrizione e dalla lettura dello stato di fatto, effettuata in seguito a un rilievo accurato, il contributo presenta un'analisi metrologica alla quale è seguita una ricostruzione virtuale ipotetica del fronte principale secondo l'aspetto che questo aveva nel XVI secolo e sulla scorta delle misure riportate da Alberti. Inoltre, sulla base della *Veduta ideale della Zisa* in un dipinto del pittore Rocco Lentini (1935) [2] sono state ipotizzate anche le configurazioni della peschiera, del padiglione e del giardino nelle immediate pertinenze del monumento, già descritte da Alberti. Tale ricostruzione virtuale è confluita successivamente in un'applicazione olografica, uno dei prodotti elaborati per il progetto iHeritage, il cui obiettivo è stato la produzione di prodotti digitali e contenuti 3D, elaborati utilizzando le più recenti tecnologie ICT, per la valorizzazione e la fruizione innovativa del patrimonio culturale mediterraneo [3].

La lettura grafica per la ricostruzione ideale

“Trovandomi io qui et vedendo quel Palazzo, che ancor si vede, esser fatto con grande artificio et spesa, deliberai di farlo desegnare quanto era possibile misuratamente, descrivendolo poi à parte per parte, per piacere dellli curiosi ingegni” [Alberti 1567, p. 53v.] [4]. Con queste parole frate Leandro Alberti da Bologna apre la descrizione del “Palagio fatto da' Saracini molto artificiosamente” [Alberti 1567, p. 53v.], nella quale fornisce diverse misure del monumento, espresse in piedi. Considerando il fatto che l'unità di misura, adoperata a quel tempo in Sicilia per la lunghezza, era il palmo (1/8 della canna), pari a 26 cm circa, il piede al quale Alberti fa riferimento potrebbe essere, con buona probabilità, quello bolognese, pari a 38 centimetri. Non è difficile, infatti, immaginare che il disegnatore che accompagnava il frate provenisse anche lui da Bologna.

Occorre fare una riflessione sulla precisione delle misure riportate, che potrebbero essere state trascritte in maniera non accurata e arrotondate tutte alle unità intere, visto che nella descrizione non sono mai menzionate le sottounità [5]. Sono, infatti, riscontrabili alcune discordanze rispetto alle dimensioni reali, evidenti quando si compara l'aspetto attuale, restituito dal rilievo, con il disegno della facciata, realizzato a partire dalla descrizione di Alberti

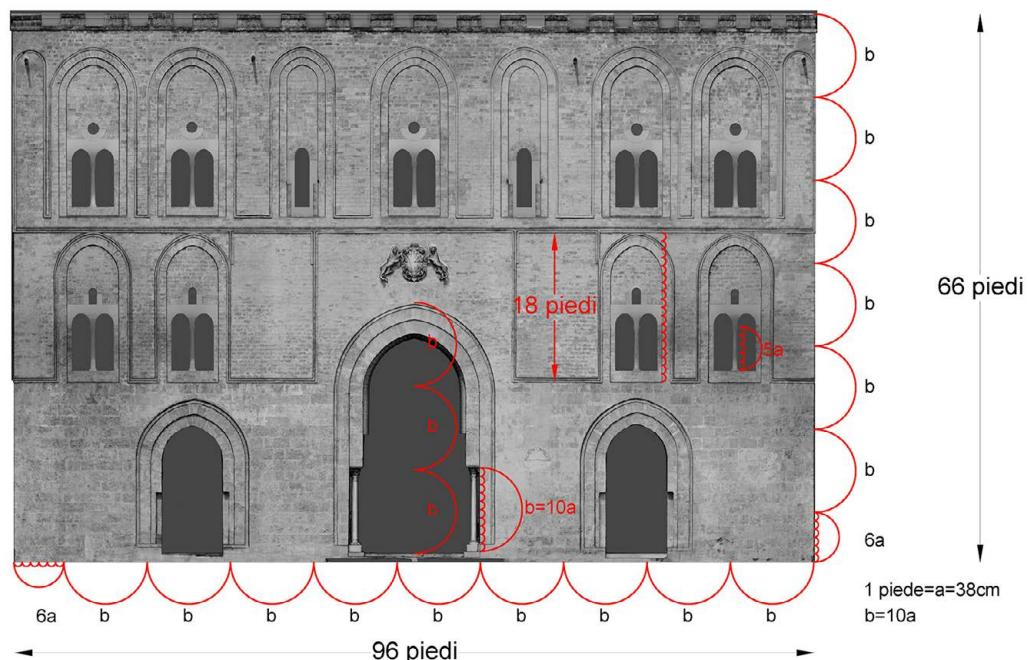


Fig. 2. Ricostruzione ideale del fronte principale della Zisa di Palermo e analisi metrologica effettuata sulla scorta delle misure fornite da L. Alberti.
Elaborazione degli autori.

e dalle misure da lui fornite. Volendo, per esempio, analizzare le dimensioni generali, se si assume la misura del piede pari a 38 cm, l'altezza totale dell'edificio coincide con i 66 piedi (inclusa la cornice sommitale) riportati da Alberti, ma la larghezza del fronte principale dovrebbe essere pari a 96 piedi circa, al posto dei 90 riportati da Alberti (fig. 1). Se si divide, infatti, la larghezza reale per 90 piedi si ottiene un modulo pari a 40,5 cm [6]. È necessario ricordare anche che Alberti scrisse la sua *Descrittione di tutta Italia* tempo dopo avere lasciato la Sicilia, quindi potrebbe avere compiuto qualche imprecisione nella restituzione del resoconto e del rilievo. La sua testimonianza rimane, tuttavia, rilevante ai fini della conoscenza della configurazione generale del monumento.

La ricostruzione virtuale qui ipotizzata può restituire solo l'assetto che la facciata mostrava nel XVI secolo, prima di subire le importanti trasformazioni del XVII secolo, ma non può procedere compiutamente a ritrorno nel tempo, poiché nessun documento antecedente al racconto di Alberti descrive analiticamente il monumento. Per una lettura delle proporzioni della Zisa, effettuata al fine di ipotizzare la sua configurazione originaria, occorre compiere un'analisi metrologica, che permetta di orientarsi verso l'unità di misura originale (fig. 2).



Fig. 3. Elaborazione della nuvola di punti. Elaborazione degli autori.

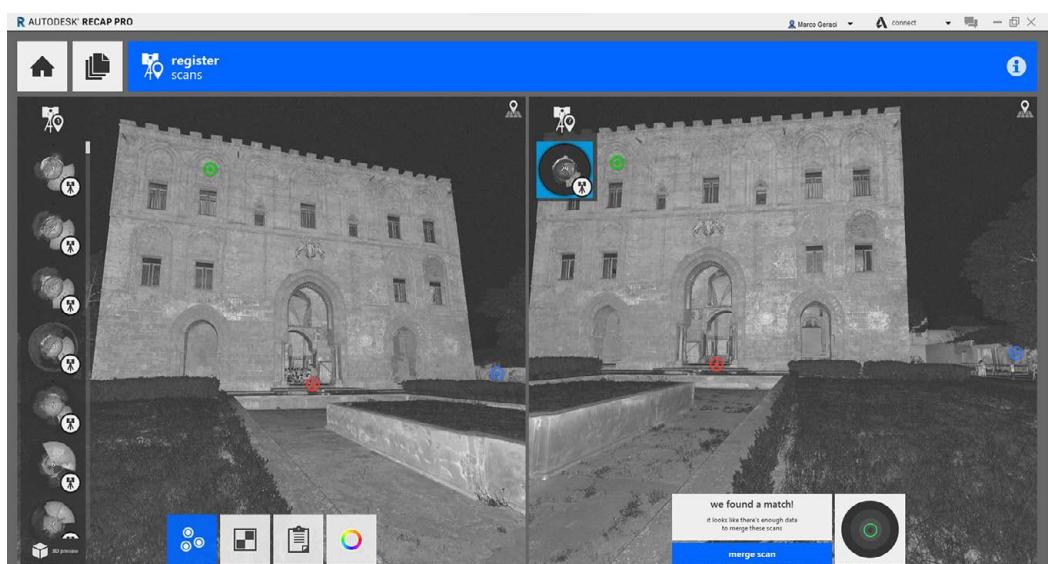


Fig. 4. Elaborazione della nuvola di punti. Elaborazione degli autori.

La ricerca di tale unità deve ammettere tolleranze -legate alla manualità delle maestranze, all'utilizzo dei sistemi di tracciamento, alla perizia di chi spiccava l'edificio- che mal si adattano al concetto di precisione millimetrica. I riferimenti dimensionali, nel caso in esame, potrebbero anche essere diversi e determinati da una compresenza di progettisti (Normanni?) ed esecutori (Islamici?) di differente cultura e provenienza geografica. Come scriveva Giovanni Ioppolo, "la 'scoperta dell'unità di misura' [...] deve limitarsi alla sola funzione di verifica in quanto l'astrazione geometrica alla base della costruzione è condizionata da vari fattori ad essa estranei. La scoperta dell'unità di misura applicata al monumento ha solo il valore di 'verifica' dell'eventuale obiettiva ricostruzione, la quale sarà scaturita dalla concordanza di più elementi" [Ioppolo 1967, p. 98].

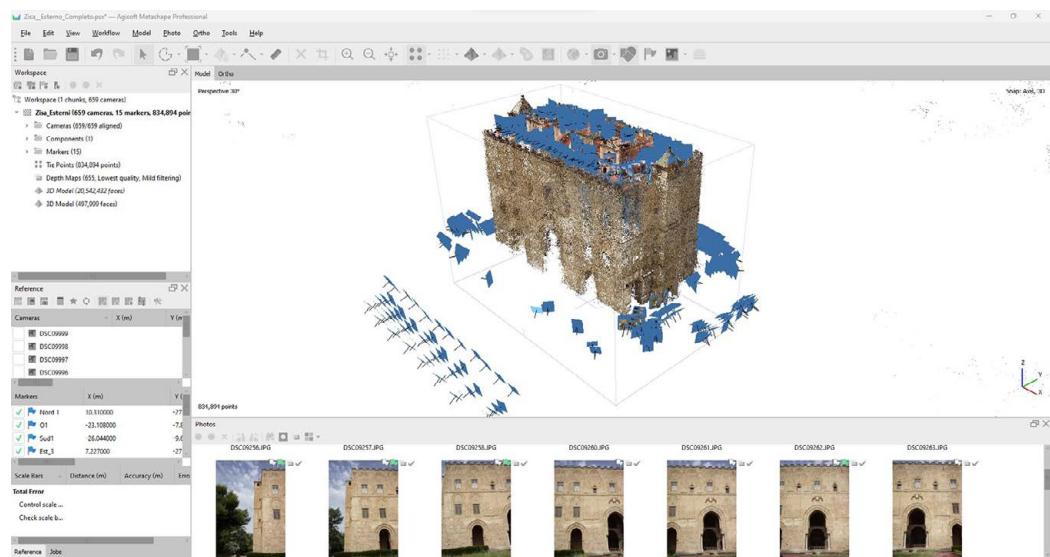


Fig. 5. Rilievo SfM
(Structure from Motion).
Elaborazione degli autori.



Fig. 6. La realizzazione
del modello texturizzato.
Elaborazione degli autori.

Il rilievo

Una prassi consolidata nell'ambito del rilievo e nella documentazione di manufatti storici consiste nell'integrare tecniche *Terrestrial Laser Scanning* (TLS) con tecniche fotogrammetriche (SfM).

La maturità di entrambe le tecniche di rilevamento permette oggi maggiore velocità di acquisizione e processi "semi-automatici" di elaborazione software dei dati acquisiti. Fra gli output possibili, la creazione di modelli 3D mesh, altamente aderenti al reale, apre a notevoli possibilità nel campo della ricerca, ivi una solida, seppur virtuale, base di partenza per ipotesi di ricostruzione di spazi e architetture.

L'approccio "multi-source" data comporta notevoli vantaggi: con i sistemi TLS si ottiene in poco tempo una gran mole di informazioni spaziali (nuvola di punti) altamente fedeli al reale

e con gradi di errore minimizzabili [Lindenbergh 2008]; il rilevo fotogrammetrico, grazie a moderni sensori di elevata capacità, diffusamente presenti su fotocamere, UAV e smartphone, permette di ottenere modelli, oltre che metricamente corretti, altamente “realistici” (colorazione).

Per lo studio qui presentato, le due tecniche (TLS e SfM) sono state integrate [Balletti et al. 2015; Mala et al. 2019; Yastikli 2007] per ottenere un modello 3D mesh aderente al reale e utilizzato per le successive fasi di ricerca. Il rilievo laser è stato eseguito con uno scanner Leica HDS 7000 in dotazione al Dipartimento di Architettura dell’Università di Palermo. Nel complesso, sono state eseguite 60 scansioni laser per acquisire i dati dei quattro prospetti e delle coperture, con una risoluzione variabile fra 3.1 e 6.3 mm a 10 m.

Le sfide a cui far fronte durante la campagna di acquisizione laser sono state: presenza di vegetazione prossima alla superficie muraria oggetto di indagine; variabilità dell’andamento del suolo, per la presenza delle tracce della cosiddetta “peschiera”; complessità di elementi, sottosquadri e dettagli decorativi nei tre fornici di ingresso al monumento. L’elaborazione delle nuvole di punti acquisite ha seguito una procedura ormai consolidata che ha previsto: orientamento reciproco delle nuvole, eseguito con il software Autodesk Recap pro (figg. 3,

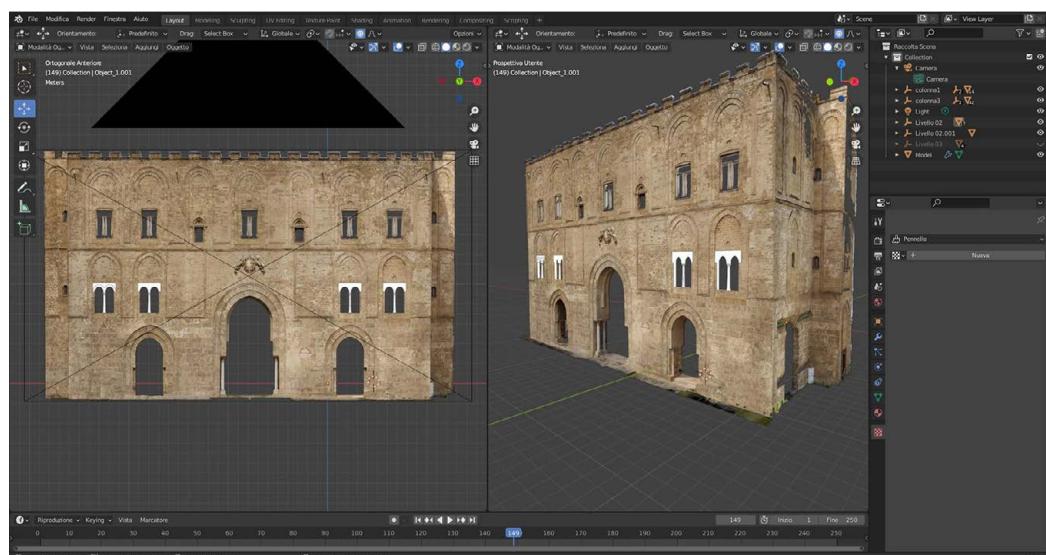


Fig. 7. Fasi di realizzazione del modello in Blender.
Elaborazione degli autori.

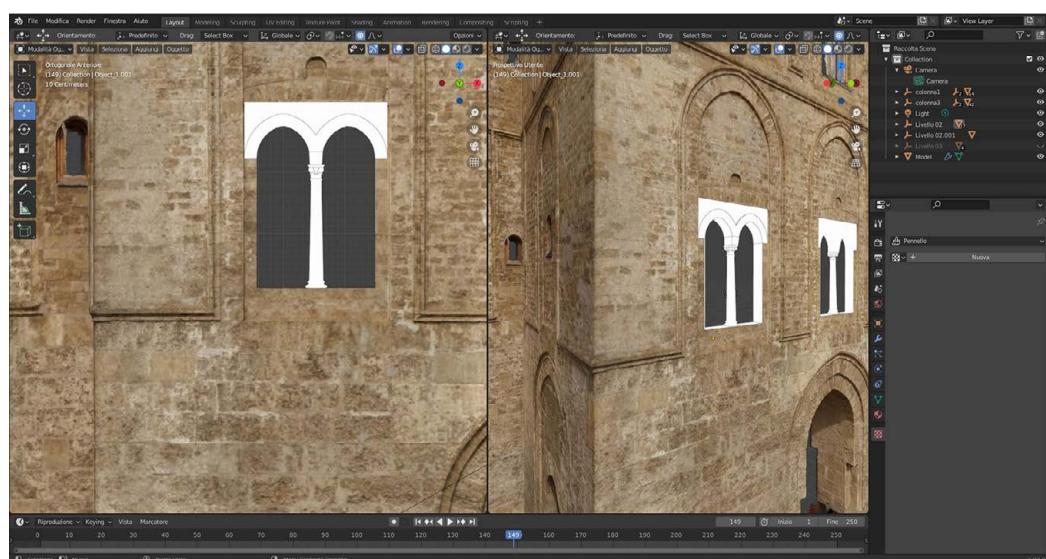


Fig. 8. Fasi di realizzazione del modello in Blender.
Elaborazione degli autori.

4); esportazione delle singole nuvole orientate; campionatura e discretizzazione delle nuvole, eseguite con il software freeware *Cloud Compare*; calcolo delle normali con il software *MeshLab*; unione delle singole nuvole campionate e con normali al punto calcolate; verifica della presenza di eventuali lacune e integrazione con *dense cloud* ottenuta con procedure fotogrammetriche; esportazione della nuvola di punti finale; creazione di un modello *mesh* attraverso il software *Cloud Compare*.

Per l'acquisizione delle prese fotografiche è stata utilizzata una fotocamera *mirrorless* Sony modello ILCE-7R. Sono state acquisite in totale 659 immagini di prospetti e coperture con una risoluzione di 7360x4912 utilizzando due differenti ottiche: 415 prese fotografiche generali, che inquadrassero ampie porzioni del manufatto, utilizzando un'ottica fissa da 35mm, ISO max 400 e velocità dell'otturatore minima di 1/60; 244 fotografie di 'dettaglio' utilizzando un teleobiettivo con focale equivalente a 100mm e uguali parametri. La campagna fotografica è stata pianificata in modo da ottimizzare l'acquisizione della superficie oggetto di indagine [Alsadik et al. 2012]. Le prese fotografiche sono state processate mediante il software SfM Agisoft Metashape Pro secondo i seguenti step: importazione fotogrammi; allineamento reciproco delle immagini; generazione nuvola densa (utilizzata per integrare alcune lacune della nuvola di punti *laser scanning*) (fig. 5). Il progetto fotogrammetrico è stato poi riferito al medesimo sistema di coordinate del rilievo laser tramite l'estrazione, dalla nuvola di punti acquisita con lo scanner, delle coordinate di punti riconoscibili anche nelle immagini fotografiche. Il corretto allineamento fra il modello poligonale estratto dai dati *laser scanning* e il progetto SfM ha permesso di condurre il processo di *texturing*: importando in *Metashape* la *mesh* ottenuta dalla nuvola di punti integrata; proiettando sul modello tridimensionale i pixel delle immagini fotografiche, che risultano, infine, opportunamente mosaiciati (*blending*).



Fig. 9. Ricostruzione virtuale ideale della Zisa, del padiglione e della peschiera. Elaborazione degli autori.

Le fasi di rilievo ed elaborazione hanno, infine, prodotto un modello 3D texturizzato fotogrammetricamente che, oltre al valore documentario, si presta ad applicazioni per lo studio e divulgazione del manufatto (fig. 6).

Il modello 3D e il modello olografico

Il software freeware *Blender* offre oggi ampiissime possibilità in tema di creazioni di contenuti 3D e *media production*, includendo potenti *tool* per la modellazione, il rendering, l'animazione [*Blender*].

Ai fini di questo studio il software è stato utilizzato con due finalità: "merging" fra modello *mesh* dello stato di fatto proveniente dalle operazioni di rilievo e i modelli NURBS degli elementi modellati a partire dal racconto di Alberti e dall'analisi metrologica; creazione di un'animazione del modello finale, registrata con camera virtuale, esportata in .mp4 e utilizzata nelle successive fasi.

I modelli NURBS, a partire dal confronto fra nuvola di punti e disegno, sono stati realizzati con il software *Rhinoceros* ed esportati in formato .fbx per la migrazione su *Blender*. In *Blender*, tramite l'utilizzo del nodo "Mesh Boolean Node", ovvero grazie agli operatori booleani (*Intersect*, *Union*, *Difference*), si è proceduto alla compilazione della superficie del prospetto secondo l'ipotesi ricostruttiva. Agli elementi ricostruiti virtualmente è stata applicata una texture neutra tale da rendere riconoscibile l'intervento (figg. 7, 8).

Le procedure su descritte sono state successivamente utilizzate per la modellazione del giardino intorno alla Zisa, del bacino o "peschiera", di un piccolo padiglione e di altri elementi secondo la ricostruzione ideale di Rocco Lentini (1935) (figg. 9, 10).

Fra gli *output* richiesti dal progetto i-Heritage sono stati elaborati contenuti pseudo olografici 3D che hanno costituito parte integrante di mostre tematiche [7].

Il contenuto è stato predisposto a partire da un'animazione 3D del modello virtuale della Zisa, ottenuta mediante il software *Blender*. Il video "olografico" è stato poi composto mediante il software di *video editing* *Da Vinci Resolve*, rispettando le procedure della casa di produzione del supporto (fig. 11): sfondo nero; unico video composto in tre parti; effetto specchiato; oggetti/animazioni distanti dai bordi; risoluzione video *Full HD* (1920x1080); formato .mp4.



Fig. 10. Ricostruzione virtuale ideale della Zisa, del padiglione e della peschiera. Elaborazione degli autori.

Il supporto utilizzato per la visualizzazione è stato del tipo “3D Holographic Box”, che consente la proiezione di un’animazione 3D su una superficie trasparente, nel caso in oggetto composta da tre vetri su cui è riflesso il video proiettato da un monitor posto superiormente (fig. 12). Si ha, quindi, l’illusione di un ologramma tridimensionale “sospeso” nel vuoto all’interno di una piramide in vetro [8]. L’animazione del contenuto olografico, si è ben prestata a una divulgazione eterogenea dell’ipotesi ricostruttiva.

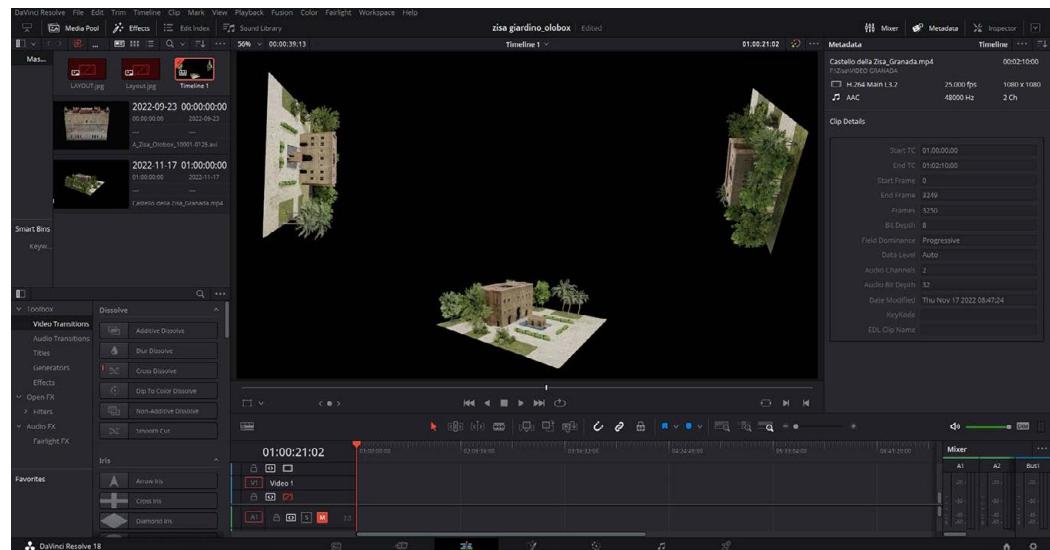


Fig. 11. Video editing mediante il software da Vinci Resolve, per la realizzazione del video olografico. Elaborazione degli autori.

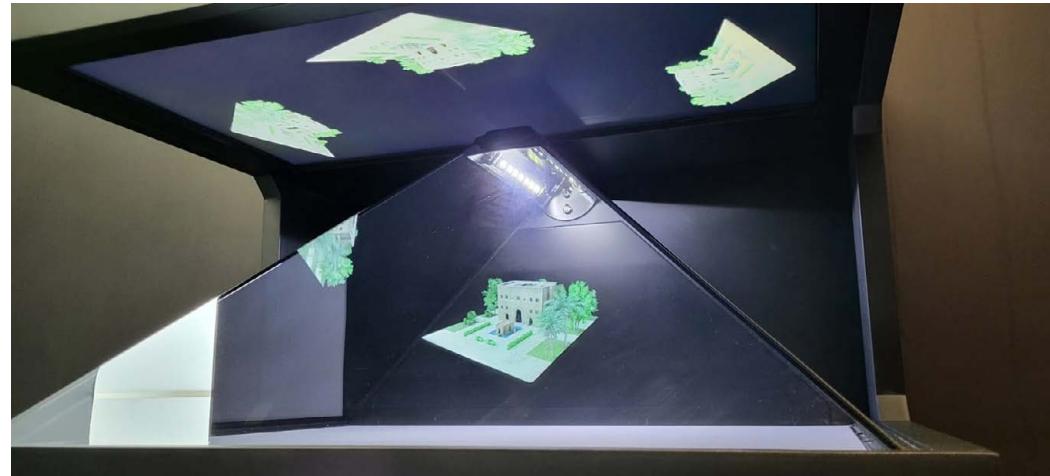


Fig. 12. Visualizzazione del video “olografico” mediante 3D Holographic Box. Elaborazione degli autori.

Conclusioni

Descrivere l’esistente attraverso il rilievo e interpretare ciò che del monumento è stato narrato nel corso dei secoli sono gli intenti di questa breve indagine. Lo studio delle dimensioni, alla ricerca di una unità di misura che guidi la lettura dell’esistente, è operazione tanto importante quanto delicata che, in un monumento -presumibilmente- del XII secolo, della cui storia si hanno notizie frammentarie e talvolta non certe, non può che assumere carattere ipotetico.

Il modello virtuale della ricostruzione proposta è un mezzo per consentire la fruizione di una configurazione che non è più esistente e che è stata più volte ipotizzata: dai viaggiatori

ottocenteschi, a partire dalla descrizione di Alberti, per comparazione con altri monumenti coevi [9] o sulla scorta dei rilievi effettuati in seguito alla rimozione di intonaci e sovrastrutture seicentesche, effettuata dalla Soprintendenza ai Monumenti nel 1952 [Spatisano 1982] [10].

Lo studio del monumento, a partire dal rilievo, ha portato, infine, alla realizzazione di prodotti digitali (modello 3D texturizzato e modello olografico), pensati per essere accessibili e fruibili da parte di un vasto pubblico. La ricostruzione ipotetica proposta è una delle interpretazioni possibili che vuole essere strumento di divulgazione del patrimonio culturale.

Note

[1] Il disegno del prospetto principale della Zisa, opera di Marvuglia, è contenuto nella tavola XLIV del testo di Seroux D'Agincourt [Seroux D'Agincourt 1824].

[2] Il dipinto, olio su tela, fu commissionato a Rocco Lentini nel 1935 da Francesco Valenti, Soprintendente per l'Arte Medievale e Moderna della Sicilia, in seguito al ritrovamento della peschiera sul lato orientale, davanti al monumento. In: <<https://virtualplus.regione.sicilia.it/bemarc/admin/file/1555488487.jpg>>.

[3] *iHERITAGE. ICT Mediterranean Platform for UNESCO Cultural Heritage* <<https://www.unipa.it/dipartimenti/architettura/iHERITAGE/index.html>> è un progetto finanziato dal Programma ENI CBC MED 2014-2020 <<https://www.enicbcmed.eu/projects/iheritage>>. Il progetto, avviato nel settembre 2020 (*Grant Contract n. 31/17053, 15 settembre*), è stato coordinato dall'Assessorato al Turismo della Regione Siciliana (LB - Dipartimento Turismo, Sport e Spettacolo), con 9 partner appartenenti a 6 diversi Paesi del Mediterraneo (Italia, Egitto, Spagna, Giordania, Libano, Portogallo) e 7 partner associati. Il budget totale assegnato al progetto è di 3.874.287,06 euro. Il progetto è stato finalizzato al "Sostegno all'istruzione, alla ricerca, allo sviluppo tecnologico e all'innovazione" (A.2): in questo ambito la priorità si è concentrata sul "Trasferimento tecnologico e commercializzazione dei risultati della ricerca" (A.2.1). Il progetto è stato coordinato per il PP9-UNIPA dalla prof. Rossella Corrao e ha portato alla registrazione di diversi prodotti ICT, tra cui: "iHeritage - Ricostruzioni di tesori ed edifici normanni del Percorso UNESCO di Palermo" - copyright SIAE n. 2023/02124 (2023-11-16); "iHeritage - Ponte dell'Ammiraglio gaming" - copyright SIAE D000021324 (2023-11-09).

[4] Il disegno, commissionato da Alberti, non è stato rinvenuto.

[5] Il piede bolognese si suddivideva in 12 once e queste in 12 punti.

[6] Anche altre misure del monumento non coincidono con quelle fornite da Alberti, come, ad esempio, la larghezza del grande arco centrale, mentre la sua altezza misura 30 piedi, così come descritto; inoltre, l'altezza delle grandi arcate cieche del primo livello misura 18 piedi, al posto di 20.

[7] Nell'ambito del progetto *iHeritage* si sono svolte le tre mostre olografiche *Gardens. Heritage and Dreams* (Public Foundation El Legado Andalus, Granada, dicembre 2022-marzo 2023); *Palermo Norman Treasure*, (Biennale di Architettura di Venezia, maggio 2023); *Palermo Norman Treasure* (Dipartimento di Architettura dell'Università di Palermo, Palermo settembre 2023).

[8] Il supporto utilizzato è stato OLOBOX® M3 (24", tre facce di proiezione), ideato e realizzato da oloproject® s.r.l.

[9] Hittorff e Zanth, De Prangey, Mothes nelle loro ricostruzioni ideali, sostituiscono la colonnina delle bifore con un pilastro in muratura, come si vede alla Cuba di Palermo, altro monumento del XII secolo [Hittorff et al. 1835; De Prangey 1841; Mothes 1884].

[10] Le ricostruzioni ideali di Spatisano, che combinano i rilievi dello stato di fatto con la descrizione di Alberti, miravano a fornire "una concreta, diligente lettura del nostro monumento, quale era nel XVI sec. e come poteva essere alla fine del XII secolo" [Spatisano 1982, p. 7].

Crediti

Gli autori condividono la metodologia e i contenuti presentati. Tuttavia, i paragrafi intitolati "Introduzione", "La lettura grafica per la ricostruzione ideale" e "Conclusioni" sono stati redatti da Vincenza Garofalo, mentre i paragrafi "Il rilievo" e "Il modello 3D e il modello olografico" sono stati redatti da Marco Rosario Geraci.

Riferimenti bibliografici

Alberti L. (1567). *Descrittione di tutta Italia di F. Leandro Alberti bolognese* parte II, pp. 53v.-56r. Venezia: Appresso Lodovico Avanzi.

Alsadik B. S., Gerke M., Vosselman G. (2012). Optimal Camera Network Design for 3D Modeling of Cultural Heritage. In *ISPRS Annals of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences* I-3, pp. 7-12. <<https://doi.org/10.5194/ISPRSAANNALS-I-3-7-2012>>.

Balletti C. et al. (2015). 3D Integrated Methodologies for the Documentation and the Virtual Reconstruction of an Archaeological Site. In *ISPRS - International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences* XL-5/W4, pp. 215-222. <<https://doi.org/10.5194/ISPRSARCHIVES-XL-5-W4-215-2015>>.

- Bellafore G. (1994). *La Zisa di Palermo*. Palermo: Flaccovio editore.
- Blender. <https://docs.blender.org/manual/en/latest/getting_started/about/index.html> (consultato il 10.01.2024).
- Caronia G. (1982). *La Zisa di Palermo. Storia e restauro*. Roma-Bari: Laterza.
- De Prangey G. (1841). *Essai sur l'architecture des Arabes et des Mores en Espagne, en Sicile et en Barbarie*. Paris: Hauser et Brockhaus.
- Goldschmidt A. (1898). Die normannischen Königspaläste in Palermo. In *Zeitschrift für Bauwesen* XLVIII, pp. 541-590.
- Hittorff J.J., Zanth L. (1835). *Architecture moderne de la Sicile, ou recueil des plus beaux monumens religieux, et des édifices publics et particuliers les plus remarquables de la Sicile*. Paris: Paul Renouard.
- iHERITAGE <<https://www.unipa.it/dipartimenti/architettura/iHERITAGE/index.html>> (consultato il 10.01.2024).
- iHERITAGE: ICT Mediterranean platform for UNESCO cultural heritage <<https://www.enicbcmed.eu/projects/iheritage>> (consultato il 10.01.2024).
- Ioppolo G. (1967). La tavola delle unità di misura nel mercato augusteo di Leptis Magna. In *Quaderni di archeologia della Libia* n. 5, pp. 89-98.
- Mala B. A., Salih D. M., Sadeq H. A. (2019). Integration of Terrestrial Laser Scanning and Digital Close-Range Photogrammetry for Heritage Documentation. In *Second International Conference on Engineering and Innovative Technology SU-ICEIT-2019*, Erbil-Iraq. <<https://conferences.su.edu.krd/wp-content/uploads/2018/03/55.pdf>> (consultato il 10.01.2024).
- Mothes O. (1884). *Die Baukunst des Mittelalters in Italien*. Jena: Hermann Costenoble.
- Pizzoli E. (2021). *Palermo tra la fine del XIII e l'inizio del XV secolo: arte e committenza dei Chiaramonte (1282-1409)*. Tesi di dottorato di ricerca in Storia dell'arte medievale, tutor prof. R. Cerone, cotutor prof. P. F. Pistilli. Sapienza Università di Roma.
- Seroux D'Agincourt G. B. L. G. (1824). *Storia dell'arte col mezzo dei suoi monumenti dalla sua decadenza nel IV secolo fino al suo risorgimento nel XVI* vol. I. Milano: per Ranieri Fanfani.
- Soudarissanane S., Lindenbergh R., Gorte B. (2008). Reducing the error in terrestrial laser scanning by optimizing the measurement set-up. In *ISPRS - International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences* XXXVII/B5, pp. 615-620.
- Spatrisano G. (1982). *La Zisa e lo Scibene di Palermo*. Palermo: Palumbo.
- Tacchini A. (1895). *La Metrologia universale ed il codice metrico internazionale di tutti i pesi, misure, monete e delle regioni o città*. Milano: Ulrico Hoepli.
- Tomaselli F. (2020). *Zisa inconsueta, sconosciuta e sorprendente. Qualche precisazione intorno alla storia, alle trasformazioni e ai restauri del monumento*. Palermo: Palermo University Press.
- Yastikli N. (2007). Documentation of cultural heritage using digital photogrammetry and laser scanning. In *Journal of Cultural Heritage* Vol. 8, n. 4, pp. 423-427. <<https://doi.org/10.1016/j.culher.2007.06.003>>.
- Zupko R. E. (1981). *Italian weights and measures from the Middle Ages to the nineteenth century*. Philadelphia: The American Philosophical Society.
- <<https://virtualplus.regione.sicilia.it/bemarc/admin/file/1555488487.jpg>> (consultato il 05.08.2024).

Autori

Vincenza Garofalo, Università degli Studi di Palermo, vincenza.garofalo@unipa.it.
 Marco Rosario Geraci, Università degli Studi di Palermo, marcorosario.geraci@unipa.it.

Per citare questo capitolo: Garofalo Vincenza, Geraci Marco Rosario (2024). Disegnare misure antiche e configurazioni scomparse/Drawing Ancient Measures and Missing Configurations. In Bergamo F., Calandriello A., Ciamaichella M., Friso I., Gay F., Liva G., Monteleone C. (a cura di). *Misura / Dismisura. Atti del 45° Convegno Internazionale dei Docenti delle Discipline della Rappresentazione/Measure / Out of Measure. Transitions. Proceedings of the 45th International Conference of Representation Disciplines Teachers*. Milano: FrancoAngeli, 2927-2948.

Drawing Ancient Measures and Missing Configurations

Vincenza Garofalo
Marco Rosario Geraci

Abstract

The Zisa of Palermo is one of the monuments included in the "Arab-Norman Palermo and the Cathedral Churches of Cefalù and Monreale" itinerary, which have been inscribed on the UNESCO World Heritage List since 2015. Constructed starting in 1165, it is one of the monuments built in Sicily during the Norman rule, presumably by Islamic craftsmen. Its current appearance is the result of a series of modifications over the centuries. Based on the description provided by Friar Leandro Alberti (1526) and the examination of the current state through an accurate survey, this paper presents a metrological analysis and a hypothetical virtual reconstruction of the main façade as it appeared in the 16th century. Furthermore, based on the *Veduta ideale della Zisa* in a painting by the artist Rocco Lentini (1935), the configurations of the fishpond, pavilion, and garden in the immediate vicinity of the monument have also been hypothesized. The study of the monument, starting from the survey, has ultimately led to the creation of digital products (a textured 3D model and a holographic model) designed to be accessible and usable by a wide audience. Describing the existing structure through the survey and interpreting what has been narrated about the monument over the centuries are the aims of this brief investigation.

Keywords

Measure, metrological analysis, survey, ideal reconstruction, holographic model.



Ideal reconstruction
of the Zisa in Palermo
and metrological
analysis based on the
measurements provided
by L. Alberti. Elaboration
by the authors.

Introduction

Built from about 1165 at the behest of William I of Altavilla (c. 1120-1166), the Zisa in Palermo is one of the monuments edified in Sicily during the Norman rule, presumably made by Islamic craftsmen. The monument displays clear Islamic architectural influences, which are evident in its design. The Zisa is a prismatic volume with three elevations and was originally an extra-urban building, a *sollarium* intended as a summer residence.

The current appearance of the Zisa is the result of a long series of modifications and changes in usage over the course of its history.

In the 14th century, the Zisa was transformed into a fortress and later converted into a castle. This is evidenced by the inscription in kufic characters on the attic wall, which ran along the entire perimeter of the building. This inscription was partially cut away to create the battlements that are still visible today. The two single-lancet windows flanking the central window at the top level of the east elevation date to the same period [Pizzoli 2021, p. 191]. Following the acquisition of the monument by Giovanni de Sandoval in 1635, significant alterations were made to both the interior and exterior of the building. These changes were designed to adapt the structure to a noble residence. Among the most notable additions was the construction of an imposing staircase in place of the original access stairs. Additionally, a floor was inserted in the entrance vestibule, partially closing and modifying it. This interruption was marked by the introduction of a balcony and the large central access arch on the main front. New openings were made on all façades, and existing ones were converted into rectangular single-lancet windows. The central order of the façade was also later modified with the insertion of an additional balcony on the top level. The configuration following these transformations was largely maintained over the subsequent centuries and is documented by the drawings of some travellers to whom the monument aroused great interest and curiosity to speculate on its original appearance. Some, like Alessandro Emanuele Marvuglia [1], recorded what they saw, reflecting the changes made by the Sandovals. Others ventured to imagine a possible restoration project for the façade, giving it an idealised configuration, likely inferred from the account of Alberti —who will be discussed later—and variously interpreted [Hittorff et al. 1835; De Prangey 1841; Mothes 1884; Goldschmidt 1898]. The current appearance is due to a restoration intervention led by Giuseppe Caronia following a major collapse in 1971 [Caronia 1982].

It does not seem erroneous to assert that determining the original appearance is now an

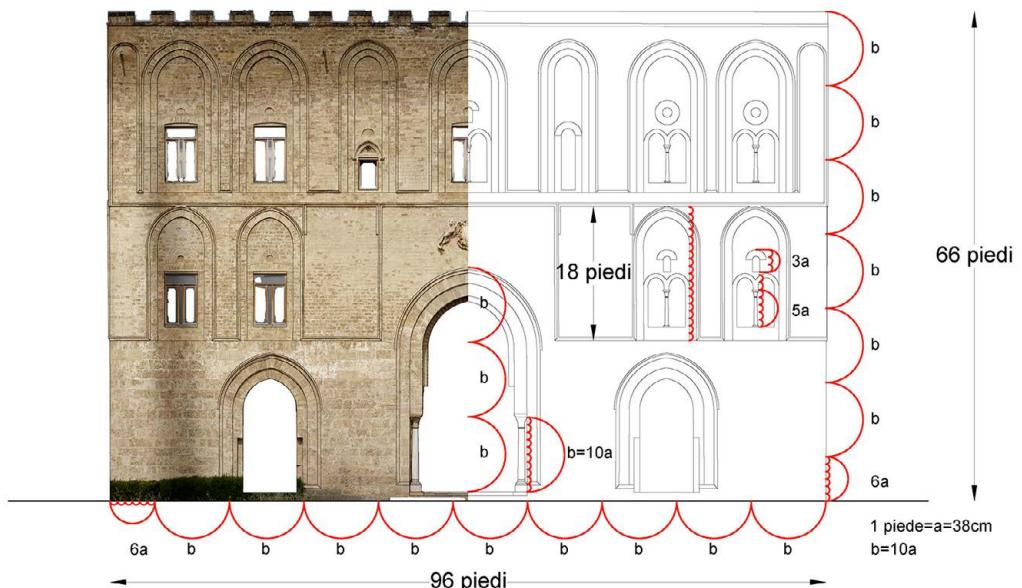


Fig. 1. Metrological analysis based on the measurements provided by L. Alberti. On the left, an orthophoto of the current state; on the right, an ideal reconstruction. Elaboration by the authors.

impractical operation. The earliest known accurate description dates back to 1526 and is the work of the aforementioned Leandro Alberti, a Bolognese friar, who visited the monument, surveyed it, and provided its dimensions [Alberti 1567]. The contribution presents a metrological analysis, followed by a hypothetical virtual reconstruction of the main front as it looked in the 16th century, based on the measurements and the description re and the analysis of the existing state ported by Alberti. This reconstruction is carried out following an accurate survey of the monument. Furthermore, on the basis of the *Veduta ideale della Zisa* in a painting by the artist Rocco Lentini (1935) [2], the configurations of the fishpond, pavilion and garden in the immediate vicinity of the monument, already described by Alberti, were also hypothesised. This virtual reconstruction was subsequently integrated into a holographic application, one of the products developed for the iHeritage project, which aimed to produce digital products and 3D content, using the latest ICT technologies, for the enhancement and innovative enjoyment of Mediterranean cultural heritage [3].

Graphical Interpretation for the Ideal Reconstruction

"Trovandomi io quiui et vedendo quel Palazzo, che ancor si vede, esser fatto con grande artificio et spesa, deliberai di farlo desegnare quanto era possibile misuratamente, descrivendolo poi à parte per parte, per piacere delli curiosi ingegni" [Alberti 1567, p. 53v.] [4]. With these words, Friar Leandro Alberti from Bologna opens his description of the 'Palagio made by the Saracens with great artifice' [Alberti 1567, p. 53v.], in which he provides various measurements of the monument, expressed in feet. Considering that the unit of measurement, used in Sicily at that time for length, was the *palmo* (1/8 of the *canna*), equivalent to approximately 26 cm, the foot to which Alberti refers could, in all probability, be the Bolognese one, measuring 38 centimetres. It is not difficult, in fact, to imagine that the draughtsman who accompanied the friar was also from Bologna.

A reflection on the precision of the reported measurements is necessary, as they might have been inaccurately transcribed and rounded to whole units, given that subunits are never mentioned in the description [5]. Some discrepancies are indeed observable when comparing the current dimensions, obtained from the survey, with the drawing of the façade, created from Alberti's description and the measurements he provided. For instance, when

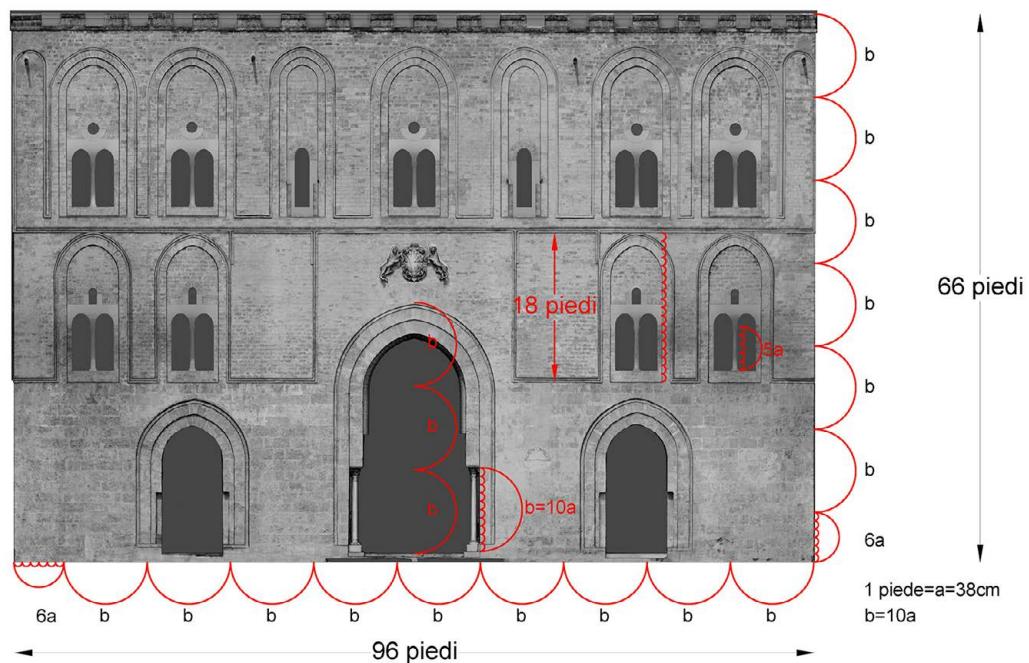


Fig. 2. Ideal reconstruction of the main façade of the Zisa in Palermo and metrological analysis based on the measurements provided by L. Alberti. Elaboration by the authors.

analysing the general dimensions, if we assume the foot measurement to be 38 cm, the total height of the building matches the 66 feet (including the top cornice) reported by Alberti, but the width of the main façade should be approximately 96 feet instead of the 90 feet reported by Alberti (fig. 1). Dividing the actual width by 90 feet gives a module of 40.5 cm [6]. It is also necessary to remember that Alberti wrote his *Descrittione di tutta Italia* some time after leaving Sicily, so he might have made some inaccuracies in his account and survey. Nevertheless, his testimony remains relevant for understanding the general configuration of the monument.

The virtual reconstruction hypothesised here can only represent the façade's appearance in the 16th century, before the significant transformations of the 17th century. However, it cannot fully trace back in time as no document prior to Alberti's account analytically describes the monument. To understand the proportions of the Zisa and hypothesise its original configuration, a metrological analysis is necessary to identify the original unit of measurement (fig. 2). The search for this unit must admit tolerances related to the craftsmanship, the use of tracing systems, and the expertise of the builders, which are not compatible with the



Fig. 3. Processing of the point cloud. Elaboration by the authors.

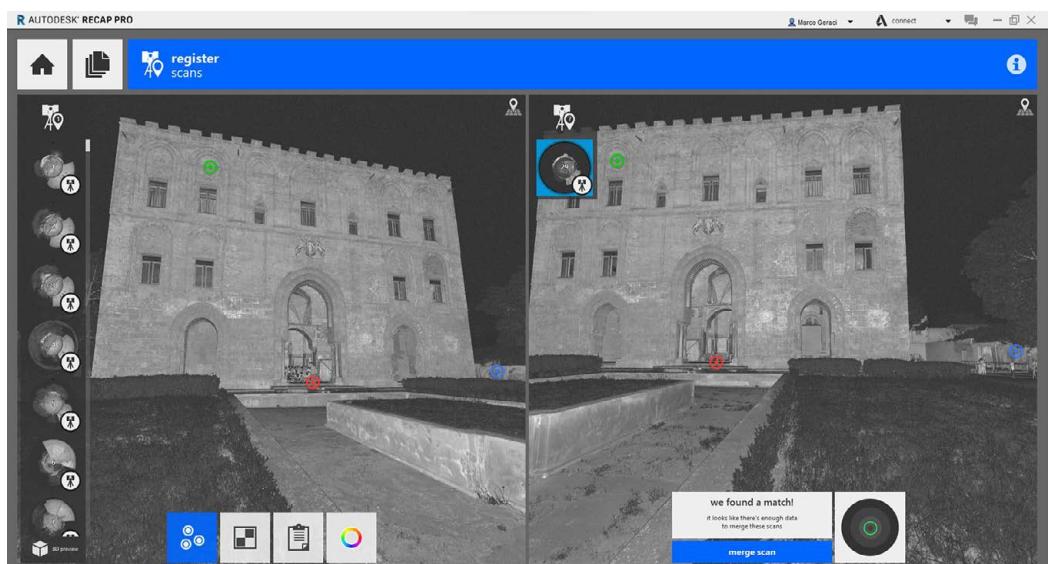


Fig. 4. Processing of the point cloud. Elaboration by the authors.

concept of millimetric precision. In this case, dimensional references might also vary and be determined by the coexistence of designers (Norman?) and builders (Islamic?) from different cultures and geographical origins. As Giovanni loppolo wrote, “la ‘scoperta dell’unità di misura’ [...] deve limitarsi alla sola funzione di verifica in quanto l’astrazione geometrica alla base della costruzione è condizionata da vari fattori ad essa estranei. La scoperta dell’unità di misura applicata al monumento ha solo il valore di ‘verifica’ dell’eventuale obiettiva ricostruzione, la quale sarà scaturita dalla concordanza di più elementi” [loppolo 1967, p. 98].

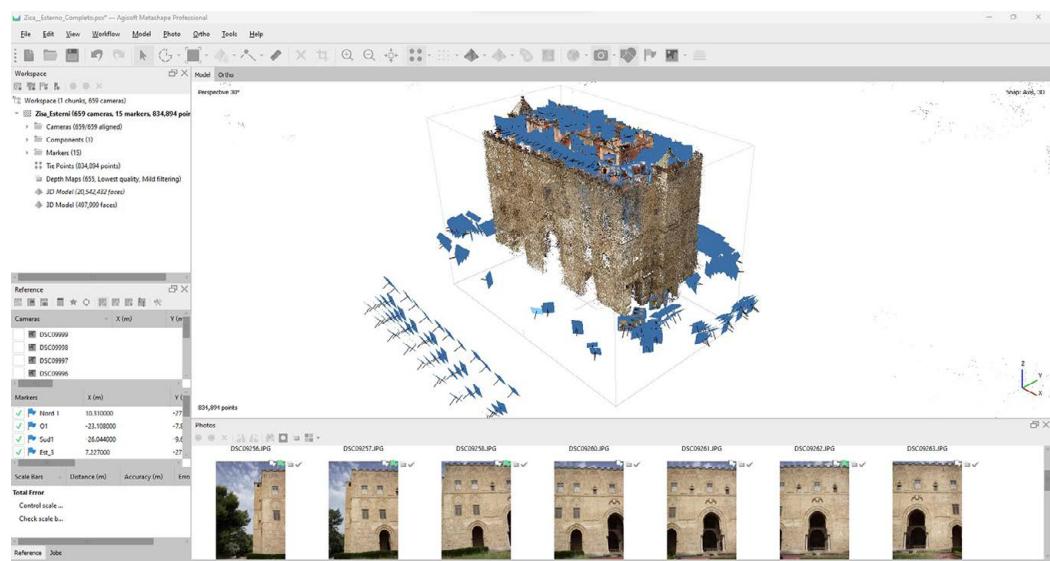


Fig. 5. SfM (Structure from Motion) survey. Elaboration by the authors.



Fig. 6. Creation of the textured model. Elaboration by the authors.

The survey

A well-established practice in the survey and documentation of historical artefacts is to integrate Terrestrial Laser Scanning (TLS) techniques with photogrammetric techniques (SfM). The maturity of both survey techniques today allows for faster data acquisition and “semi-automatic” software processing of the acquired data. Among the possible outputs, the creation of highly accurate 3D mesh models opens up significant possibilities in research, providing a solid, albeit virtual, foundation for hypotheses on the reconstruction of spaces and architectures.

The “multi-source” data approach offers a number of significant advantages: TLS systems quickly obtain a large amount of spatial information (point cloud) that is highly faithful to reality, with minimal errors [Lindenbergh 2008]; Photogrammetric surveys, thanks to modern high-capacity sensors commonly found on cameras, UAVs, and smartphones, produce models that are not only metrically accurate but also highly “realistic” in terms of colouring. In this study, the two techniques (TLS and SfM) were integrated [Balletti et al. 2015; Mala et

al. 2019; Yastikli 2007] to produce a highly accurate 3D mesh model used for subsequent research phases. The laser survey was conducted with a Leica HDS 7000 scanner provided by the Department of Architecture of the University of Palermo. In total, 60 laser scans were performed to acquire data from the four façades and roofs, with a resolution ranging from 3.1 to 6.3 mm at 10 mt.

The challenges faced during the laser acquisition campaign included: the presence of vegetation in close proximity to the wall surface under investigation; the variability of the ground surface, due to traces of the so-called “fishpond”; the complexity of elements, undercuts and decorative details in the three entrance arches of the monument.

The processing of the acquired point clouds followed an established procedure that included: reciprocal orientation of the clouds, performed with Autodesk Recap Pro software (figs. 3, 4); export of the oriented individual clouds; sampling and discretization of the clouds, executed with the freeware Cloud Compare software; calculation of normals with MeshLab software; merging the sampled clouds with calculated normals; verification of any gaps and integration with a dense cloud obtained through photogrammetric procedures; export of the final point cloud; creation of a mesh model using Cloud Compare software.

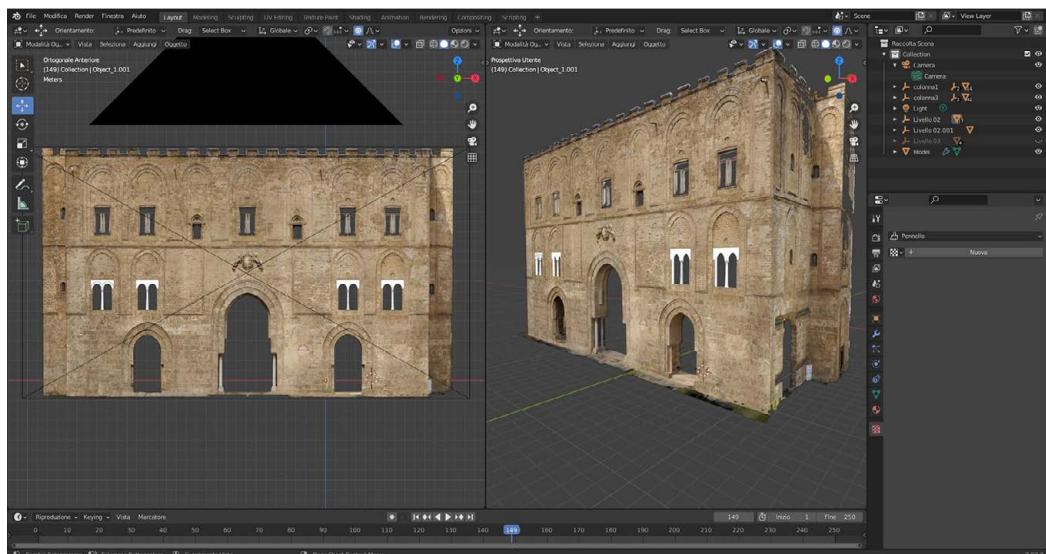


Fig. 7. Stages of model creation in Blender.
Elaboration by the authors.

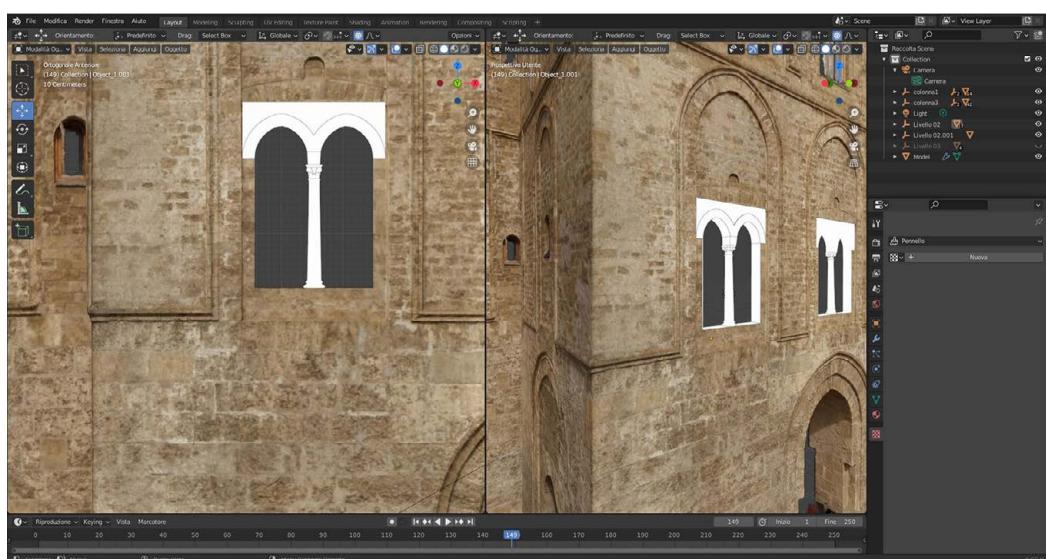


Fig. 8. Stages of model creation in Blender.
Elaboration by the authors.

For the photographic captures, a Sony ILCE-7R mirrorless camera was used. A total of 659 images of façades and roofs were captured at a resolution of 7360x4912 using two different lenses: 415 general photographic captures, framing large portions of the artefact, using a fixed 35mm lens, maximum ISO of 400, and minimum shutter speed of 1/60; 244 detailed photographs using a telephoto lens with an equivalent focal length of 100mm and identical parameters.

The photographic campaign was planned to optimise the acquisition of the surface under investigation [Alsadik et al. 2012]. The photographic captures were processed using Agisoft Metashape Pro software according to the following steps: importing frames; reciprocal alignment of the images; dense cloud generation (used to fill some gaps in the laser scanning point cloud) (fig. 5).

The photogrammetric project was then referenced to the same coordinate system as the laser survey by extracting the coordinates of recognisable points in the photographs from the point cloud acquired with the scanner. The correct alignment between the polygonal model extracted from the laser scanning data and the SfM project enabled the texturing process to be conducted. This involved: importing the mesh obtained from the integrated point cloud into Metashape; projecting the pixels of the photographic images onto the 3D model, which were then appropriately blended.

The final outcome of the survey and processing phases was a photogrammetrically textured 3D model that, in addition to its intrinsic value as a document, is suitable for applications in the study and dissemination of the artefact (fig. 6).



Fig. 9. Ideal virtual reconstruction of the Zisa, the pavilion, and the fishpond. Elaboration by the authors.

The 3D model and holographic model

The freeware software Blender offers extensive capabilities in the creation of 3D content and media production, including powerful tools for modelling, rendering, and animation [Blender]. For the purposes of this study, the software was utilised with two primary objectives: merging the mesh model of the current state derived from survey operations with the NURBS models of the elements modelled from Alberti's account and metrological analysis; creating an animation of the final model, recorded with a virtual camera, exported in .mp4 format, and used in subsequent phases.

The NURBS models, based on the comparison between the point cloud and drawings, were created using Rhinoceros software and exported in .fbx format for migration to Blender. In Blender, the surface of the façade was compiled according to the reconstructive hypothesis through the use of the "Mesh Boolean Node", i.e. Boolean operators (Intersect, Union, Difference). A neutral texture was applied to the virtually reconstructed elements in order to make the intervention recognisable (figs. 7, 8).

The aforementioned procedures were subsequently used for modelling the garden around the Zisa, the basin or "fishpond", a small pavilion and other elements according to Rocco Lentini's ideal reconstruction (1935) (figs. 9, 10). Among the outputs required by the i-Heritage project, pseudo-holographic 3D content was developed, forming an integral part of thematic exhibitions [7].

The content was created starting from a 3D animation of the virtual model of the Zisa, produced using Blender software. The "holographic" video was then composed using Da Vinci Resolve video editing software, adhering to the support producer's procedures (fig. 11): black background; single video composed in three parts; mirrored effect; objects/animations distant from the edges; Full HD video resolution (1920x1080); .mp4 format.

The visualisation employed the "3D Holographic Box" type of support, which allows the projection of a 3D animation onto a transparent surface. In this instance, the surface consisted of three glass panes reflecting the video projected from an overhead monitor (fig. 12). This creates the illusion of a three-dimensional 'suspended' hologram within a glass pyramid [8]. The animation of the holographic content proved well-suited for the diverse dissemination of the reconstruction hypothesis.



Fig. 10. Ideal virtual reconstruction of the Zisa, the pavilion, and the fishpond. Elaboration by the authors.

Conclusions

Describing the existing structure through surveying and interpreting the narratives that have emerged over the centuries about the monument are the aims of this brief investigation. The study of dimensions, in the search for a unit of measurement that guides the reading of the existing structure, is an operation as important as it is delicate. For a monument -presu-

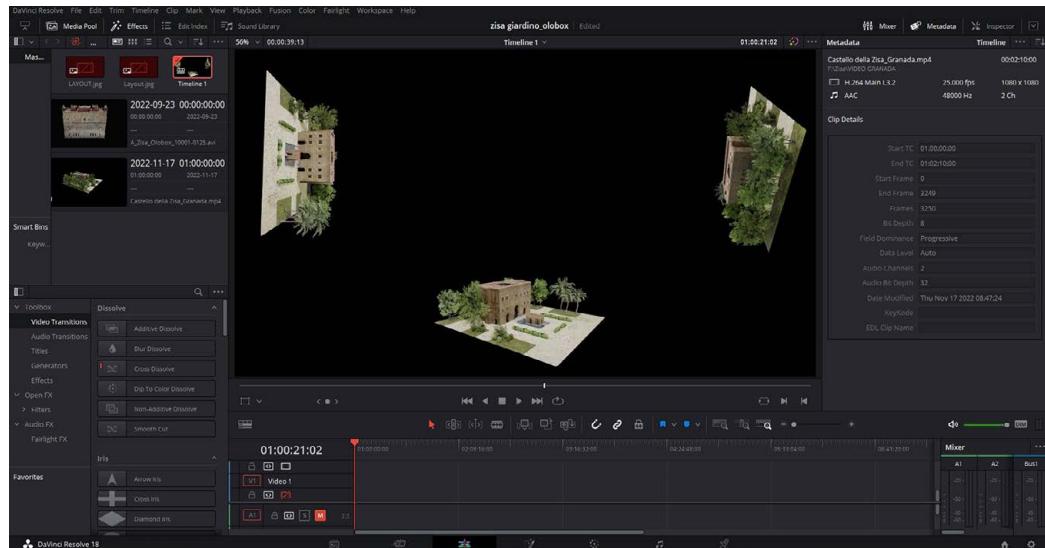


Fig. 11. Video editing using Da Vinci Resolve software for the creation of the "holographic" video. Elaboration by the authors.

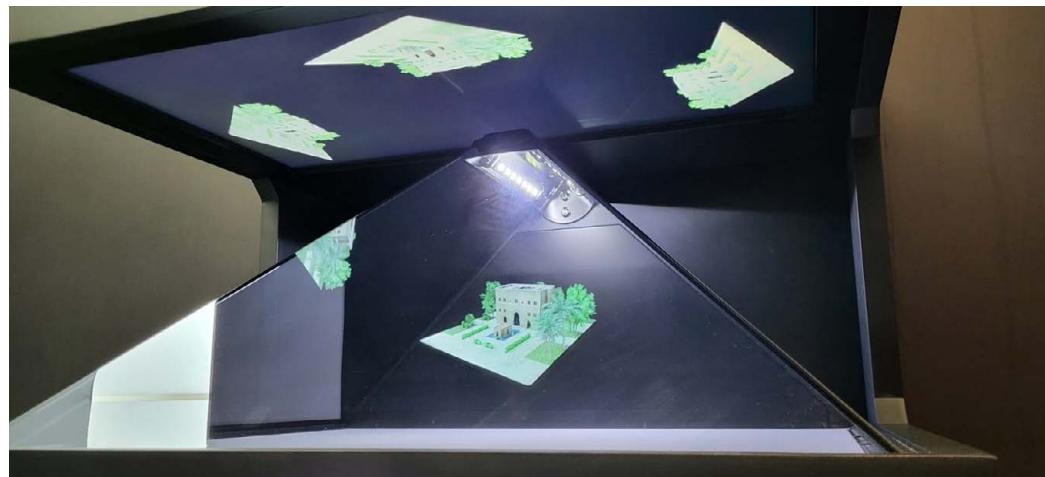


Fig. 12. Visualisation of the 'holographic' video using a 3D Holographic Box. Elaboration by the authors.

mably- from the 12th century, whose history is known through fragmentary and sometimes uncertain information, this task must necessarily be approached hypothetically.

The virtual model of the proposed reconstruction serves as a means to enable the appreciation of a configuration that no longer exists and has been hypothesised several times: by 19th-century travellers, based on Alberti's description, through comparison with other contemporary monuments [9], or following surveys conducted after the removal of 17th-century plaster and superstructures by the Monuments Superintendent in 1952 [Spatisano 1982] [10].

The study of the monument, starting from the survey, has ultimately led to the creation of digital products (textured 3D model and holographic model), designed to be accessible and

usable by a broad audience. The proposed hypothetical reconstruction is one of the possible interpretations, intended as a tool for the dissemination of cultural heritage.

Notes

[1] The drawing of the main façade of the Zisa, created by Marvuglia, is featured in plate XLIV of Seroux D'Agincourt's text [Seroux D'Agincourt 1824].

[2] The oil painting on canvas was commissioned from Rocco Lentini in 1935 by Francesco Valenti, Superintendent of Medieval and Modern Art in Sicily, following the discovery of the fishpond on the eastern side, in front of the monument. <<https://virtualplus.regione.sicilia.it/bemarc/admin/file/1555488487.jpg>>.

[3] "iHERITAGE. ICT Mediterranean Platform for UNESCO Cultural Heritage" <<https://www.unipa.it/dipartimenti/architettura/iHERITAGE/index.html>> is a project financed by ENI CBC MED Program 2014- 2020 <<https://www.enicbcmed.eu/projects/iheritage>>. The project started in September 2020 (Grant Contract n. 31/17053, September 15th) has been coordinated by Tourism Department of Sicily Region (LB - Dipartimento Turismo, Sport e Spettacolo), with 9 partners belong to 6 different Mediterranean countries (Italy, Egypt, Spain, Jordan, Lebanon, Portugal) and 7 Associated partners. The Total budget assigned to the project is € 3.874.287,06. The project has been aimed at "Support to education, research, technological development and innovation" (A.2); in this field the priority focused on "Technological transfer and commercialization of research results" (A.2.1). The project has been coordinated for PP9-UNIPA by prof. Rossella Corrao and it allowed the registration of different ICT products, among which is: "iHeritage – Ricostruzioni di tesori ed edifici normanni del Percorso UNESCO di Palermo" – SIAE copyright n. 2023/02124 (2023-11-16); "iHERITAGE - PONTE DELL'AMMIRAGLIO GAMING" - SIAE copyright D000021324 (2023-11-09)".

[4] The drawing, commissioned by Alberti, has not been found.

[5] The Bolognese foot was divided into 12 ounces, and these into 12 points.

[6] Other measurements of the monument also do not match those given by Alberti, such as, for example, the width of the great central arch, while its height measures 30 feet, as described; furthermore, the height of the great blind arches of the first level measures 18 feet, instead of 20.

[7] As part of the iHeritage project, three holographic exhibitions were held: Gardens. Heritage and Dreams (Public Foundation El Legado Andalus, Granada, December 2022-March 2023); Palermo Norman Treasure (Venice Biennial Architecture, May 2023); and Palermo Norman Treasure (Department of Architecture, University of Palermo, Palermo, September 2023).

[8] The display used was the OLOBOX® M3 (24", three projection faces), designed and manufactured by oloproject® s.r.l.

[9] In their ideal reconstructions, Hittorff and Zanth, De Prangey, and Mothes replaced the mullioned window column with a masonry pillar, similar to what is seen at the Cuba of Palermo, another 12th-century monument [Hittorff et al. 1835; De Prangey 1841; Mothes 1884].

[10] Spatrisano's ideal reconstructions, which combined surveys of the current state with Alberti's description, aimed to provide "una concreta, diligente lettura del nostro monumento, quale era nel XVI sec. e come poteva essere alla fine del XII secolo" [Spatrisano 1982, p. 7].

Credits

The authors share the methodology and content presented. However, the paragraphs titled "Introduction", " Graphical Interpretation for the Ideal Reconstruction" and "Conclusions" were written by Vincenza Garofalo, while the paragraphs "The survey" and "The 3D model and holographic model" were written by Marco Rosario Geraci.

References

- Alberti L. (1567). *Descrittione di tutta Italia di F. Leandro Alberti bolognese parte II*, pp. 53v.-56r. Venezia: Appresso Lodovico Avanzi.
- Alsdadic B. S., Gerke M., Vosselman G. (2012). Optimal Camera Network Design for 3D Modeling of Cultural Heritage. In *ISPRS Annals of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences I-3*, pp. 7-12. <<https://doi.org/10.5194/ISPRSANNALS-I-3-7-2012>>.
- Balletti C. et al. (2015). 3D Integrated Methodologies for the Documentation and the Virtual Reconstruction of an Archaeological Site. In *ISPRS - International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences XL-5/W4*, pp. 215-222. <<https://doi.org/10.5194/ISPRSArchives-XL-5-W4-215-2015>>.
- Bellafiore G. (1994). *La Zisa di Palermo*. Palermo: Flaccovio editore.
- Blender. <https://docs.blender.org/manual/en/latest/getting_started/about/index.html> (accessed 10.01.2024).
- Caronia G. (1982). *La Zisa di Palermo. Storia e restauro*. Roma-Bari: Laterza.
- De Prangey G. (1841). *Essai sur l'architecture des Arabes et des Mores en Espagne, en Sicile et en Barbarie*. Paris: Hauser et Brockhaus.
- Goldschmidt A. (1898). Die normannischen Königspaläste in Palermo. In *Zeitschrift für Bauwesen XLVIII*, pp. 541-590.

- Hittorff J.J., Zanth L. (1835). *Architecture moderne de la Sicile, ou recueil des plus beaux monumens religieux, et des édifices publics et particuliers les plus remarquables de la Sicile*. Paris: Paul Renouard.
- iHERITAGE* <<https://www.unipa.it/dipartimenti/architettura/iHERITAGE/index.html>> (accessed 10.01.2024).
- iHERITAGE: ICT Mediterranean platform for UNESCO cultural heritage* <<https://www.enicbcmmed.eu/projects/iheritage>> (accessed 10.01.2024).
- Ioppolo G. (1967). La tavola delle unità di misura nel mercato augusteo di Leptis Magna. In *Quaderni di archeologia della Libia* n. 5, pp. 89-98.
- Mala B. A., Salih D. M., Sadeq H. A. (2019). Integration of Terrestrial Laser Scanning and Digital Close-Range Photogrammetry for Heritage Documentation. In *Second International Conference on Engineering and Innovative Technology SU-ICEIT-2019*, Erbil-Iraq. <<https://conferences.su.edu.krd/wp-content/uploads/2018/03/55.pdf>> (accessed 10.01.2024).
- Mothes O. (1884). *Die Baukunst des Mittelalters in Italien*. Jena: Hermann Costenoble.
- Pizzoli E. (2021). *Palermo tra la fine del XIII e l'inizio del XV secolo: arte e committenza dei Chiaramonte (1282-1409)*. Tesi di dottorato di ricerca in Storia dell'arte medievale, tutor prof. R. Cerone, cotutor prof. P. F. Pistilli. Sapienza Università di Roma.
- Seroux D'Agincourt G. B. L. G. (1824). *Storia dell'arte col mezzo dei suoi monumenti dalla sua decadenza nel IV secolo fino al suo risorgimento nel XVI* vol. I. Milano: per Ranieri Fanfani.
- Soudarissanane S., Lindenbergh R., Gorte B. (2008). Reducing the error in terrestrial laser scanning by optimizing the measurement set-up. In *ISPRS - International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences XXXVII/B5*, pp. 615-620.
- Spatrisano G. (1982). *La Zisa e lo Scibene di Palermo*. Palermo: Palumbo.
- Tacchini A. (1895). *La Metrologia universale ed il codice metrico internazionale di tutti i pesi, misure, monete e delle regioni o città*. Milano: Ulrico Hoepli.
- Tomaselli F. (2020). *Zisa inconsueta, sconosciuta e sorprendente. Qualche precisazione intorno alla storia, alle trasformazioni e ai restauri del monumento*. Palermo: Palermo University Press.
- Yastikli N. (2007). Documentation of cultural heritage using digital photogrammetry and laser scanning. In *Journal of Cultural Heritage* Vol. 8, n. 4, pp. 423-427. <<https://doi.org/10.1016/j.culher.2007.06.003>>.
- Zupko R. E. (1981). *Italian weights and measures from the Middle Ages to the nineteenth century*. Philadelphia: The American Philosophical Society.
- <<https://virtualplus.regione.sicilia.it/bemarc/admin/file/1555488487.jpg>> (accessed 05.08.2024).

Authors

Vincenza Garofalo, Università degli Studi di Palermo, vincenza.garofalo@unipa.it.
 Marco Rosario Geraci, Università degli Studi di Palermo, marcorosario.geraci@unipa.it.

*To cite this chapter: Garofalo Vincenza, Geraci Marco Rosario (2024). Disegnare misure antiche e configurazioni scomparse/Drawing Ancient Measures and Missing Configurations. In Bergamo F., Calandriello A., Ciamaichella M., Friso I., Gay F., Liva G., Monteleone C. (a cura di). *Misura / Dismisura. Atti del 45° Convegno Internazionale dei Docenti delle Discipline della Rappresentazione/Measure / Out of Measure. Transitions. Proceedings of the 45th International Conference of Representation Disciplines Teachers*. Milano: FrancoAngeli, pp. 2927-2948.*