

# L'animazione in AR per la comunicazione del restauro e il restauro virtuale.

## AR animation for restoration communication and virtual restoration.

**Enrico Cicalò**

Dipartimento di Architettura, Design e Urbanistica, Università degli Studi di Sassari | enrico.cicalo@uniss.it

**Michele Valentino**

Dipartimento di Architettura, Design e Urbanistica, Università degli Studi di Sassari | mvalentino@uniss.it

**Simone Sanna**

Dipartimento di Architettura, Design e Urbanistica, Università degli Studi di Sassari | s.sanna19@studenti.uniss.it

**Chiara Zuddas**

Dipartimento di Architettura, Design e Urbanistica, Università degli Studi di Sassari

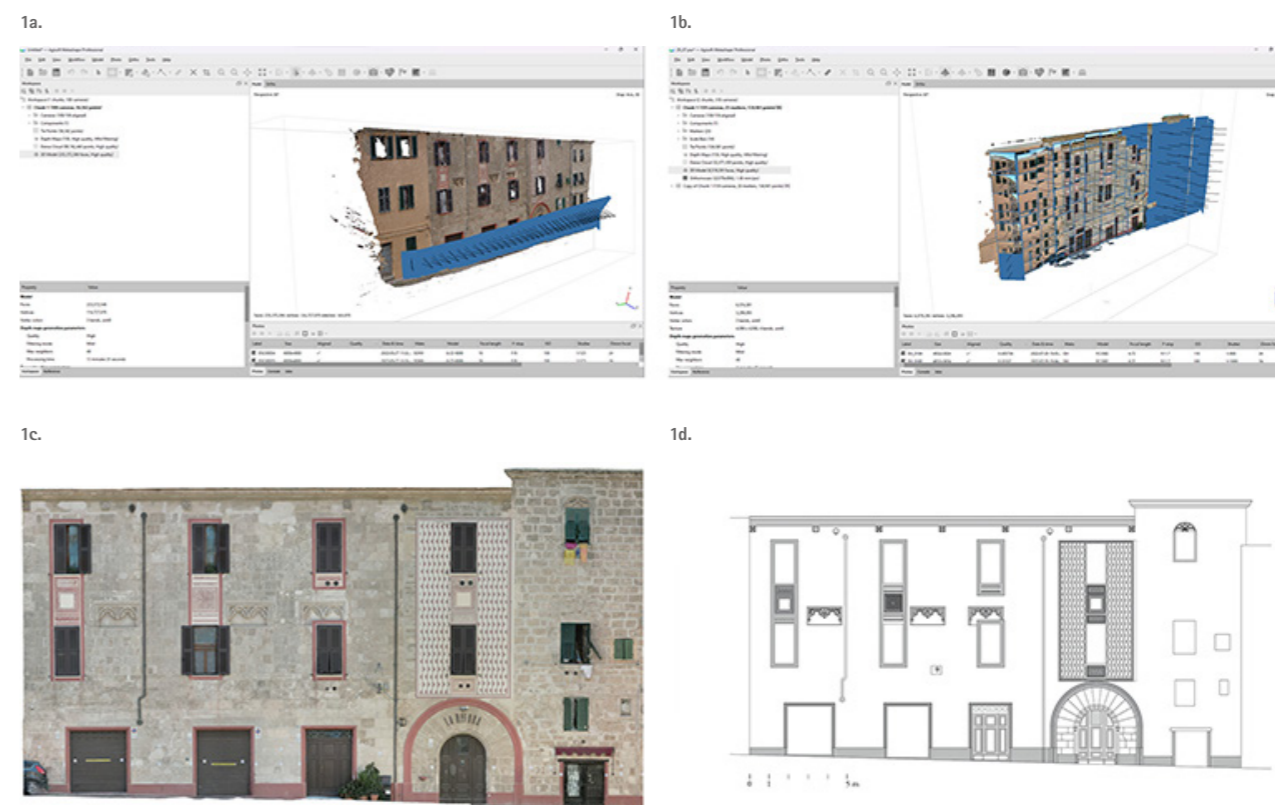
**Questo articolo discute il tema della Augmented Reality (AR) applicata alla comunicazione del restauro, sia in relazione agli interventi realmente realizzati sia in relazione al restauro virtuale, attraverso due casi di studio: gli edifici in stile Liberty di Alghero e il Nasrid dell'Alhambra. Nel primo ambito l'analisi grafica tradizionale declinata su workflow digitali permette il riconoscimento degli interventi incoerenti con le logiche che hanno caratterizzato le ipotetiche forme iniziali e per riorientare gli interventi successivi. Il modello grafico così ottenuto verrà utilizzato anche per la comunicazione, sia del ruolo dell'intervento di restauro che dei valori insiti nel disegno della decorazione. Nel secondo caso viene sperimentata l'AR come strumento narrativo e di lettura delle decorazioni al fine di fornire al visitatore gli strumenti utili per una maggiore comprensione e una migliore interpretazione del sito e della sua configurazione originale.**

This paper discusses the topic of Augmented Reality (AR) applied to the communication of restoration, both in relation to the interventions actually carried out and in relation to virtual restoration, through two case studies: the Art Nouveau buildings of Alghero and the Nasrid of the Alhambra. In the first case study traditional graphic analysis declined on digital workflows allows the recognition of interventions inconsistent with the logic that characterized the hypothetical initial forms and to reorient subsequent interventions. The resulting graphic model will also be used for communication, both of the role of the restoration intervention and of the values inherent in the decoration design. In the second case, AR is experimented with as a narrative and interpretative tool of the decorations in order to provide visitors with useful aids for a better understanding and interpretation of the site and its original configuration.

L'AR mette a disposizione metodi intuitivi ed efficaci per l'accesso alle informazioni che hanno una relazione con lo spazio, abilitando l'interazione con oggetti virtuali in maniera più simile all'interazione col mondo reale. Essa costituisce uno strumento alternativo per osservare, analizzare e comunicare lo spazio e gli artefatti (Giordano, Russo, Spallone, 2021). L'AR può anche essere utilizzata per identificare l'approccio di restauro più appropriato per produrre una replica realistica, riducendo i costi, i tempi e aumentando l'efficacia degli interventi di restauro. Le applicazioni sviluppate dimostrano che l'AR può migliorare la visualizzazione dei manufatti ricostruiti, la documentazione e la comprensione del contesto (Boboc et al., 2024). Dal punto di vista della comunicazione il suo potenziale deriva dalla possibilità di dare simultaneamente informazioni sia sulla situazione attuale di un punto di interesse (monumenti, siti archeologici, manufatti, ecc.) sia sulla ricostruzione della sua condizione in diversi periodi storici. Inoltre, permette di confrontare diverse ipotesi possibili e di valutare l'affidabilità di ciascuna di esse nel contesto generale dei dati noti (Fanini et al., 2023).

### L'ANIMAZIONE IN AR PER LA COMUNICAZIONE DEL RESTAURO. APPLICAZIONE AL RESTAURO DELLE DECORAZIONI PARIETALI DEL LIBERTY DI ALGHERO

Al volgere del XX secolo si assiste in Europa a una breve fortuna di diversi movimenti artistici che fecero della decorazione uno dei fattori di una ricerca espressiva e, al contempo, divennero manifestazione fisica per riflettere e plasmare le trasformazioni sociali del periodo. Il Liberty, caratterizzato da un'estetica innovativa e dall'integrazione di materiali e tecnologie moderne, è emerso come risposta ai cambiamenti socio-economici provocati dall'era industriale, in



1a., 1b., 1c., 1d. Campagna per la fotogrammetria terrestre (a) e aerea (b) del Palau Carcassona ad Alghero predisposta con il software Agisoft Metashape. Fotopiano (c) e prospetto (d) del Palau Carcassona ad Alghero.

particolare dall'ascesa di una nuova borghesia [Baglioni, 1973]. Sebbene i vari movimenti europei – lo *Jugendstil* in Germania, la *Wiener Secession* in Austria, il *Modern Style* in Inghilterra, lo Stile Floreale in Italia e il *Modernisme catalano* in Spagna – abbiano visto il loro apice nei grandi centri urbani, le loro influenze hanno poi contaminato anche i centri minori, come nel caso della città di Alghero. Qui il Liberty ha svolto un ruolo cruciale negli sviluppi urbanistici e architettonici che hanno accolto le esigenze e le aspirazioni dell'alta borghesia. Questa affermazione viene documentata nella scelta dell'espansione urbanistica *extra-muros*, e nelle scelte edilizie della municipalità [Bilardi, 1997], tant'è che nel regolamento edilizio del 1923, il Comune suggerisce che le edificazioni nell'area dell'Argillera "soddisfino ad esigenze di estetica, quali si possono pretendere soltanto in case signorili" [Archivio Storico del Comune di Alghero, fondo Atti Pubblici, ASCAL 954/8/21].

Tali scelte rendono indispensabili nuove figure professionali che non sempre erano presenti localmente. Fra i tanti che contribuirono a rendere 'visibile' questo nuovo ceto sociale emerge la figura del pittore e decoratore Lorenzo Bolgeri (Torino, 1892 – Alghero, 1971), che, arrivato nel 1929 a Sassari per decorare la Villa Caria su progetto dell'ingegnere Salvatore Sale [Altea, 1987], si trasferì ad Alghero dove diede un significativo contributo nella decorazione di ville e di edifici signorili ancora presenti in città.

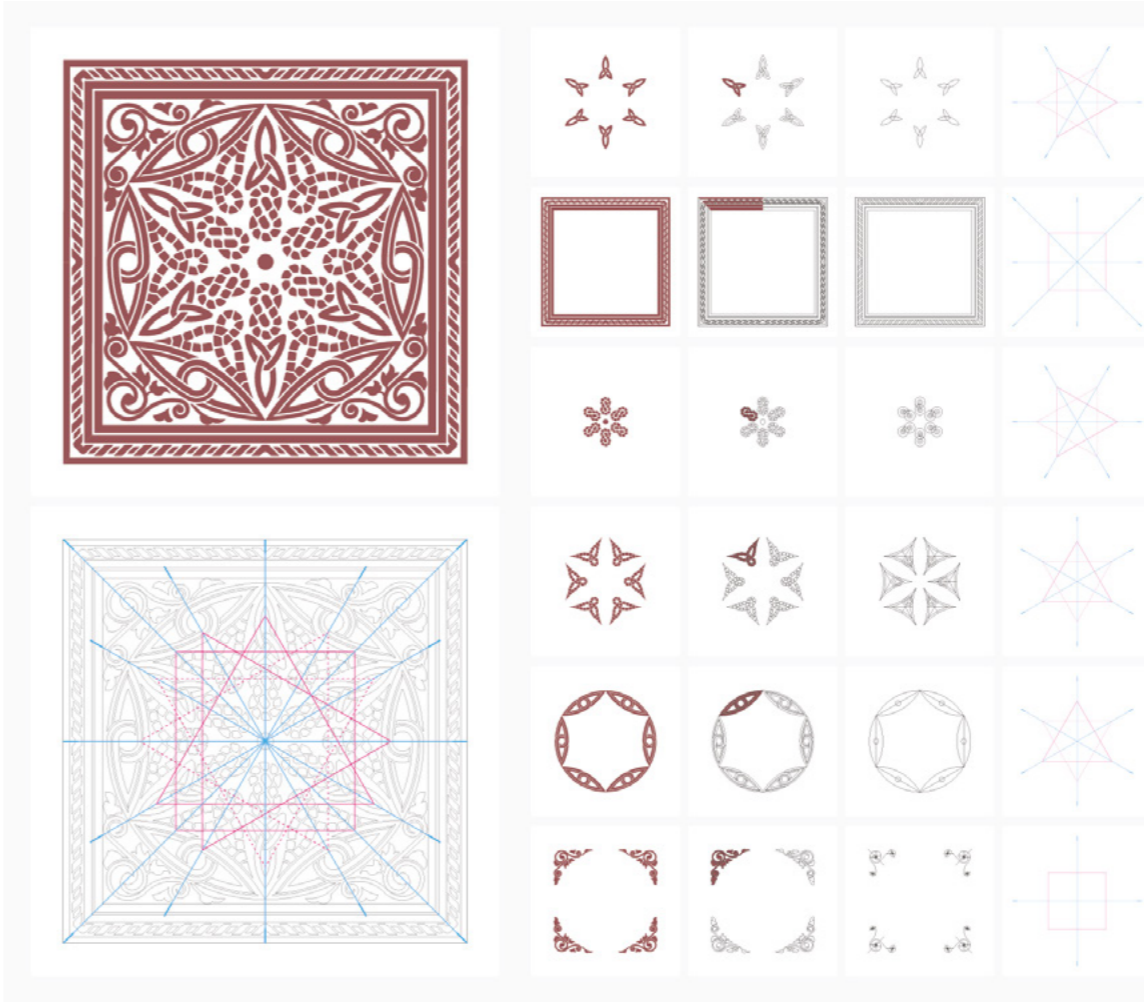
Una notevole eccezione nel contesto dell'espansione urbana di Alghero è rappresentata dal *Palau Carcassona*, costruito all'inizio del XV secolo all'interno dei confini dell'antico ghetto ebraico. Agli elementi decorativi originari scolpiti nei blocchi di arenaria si sovrappongono gli interventi successivi del XX secolo che illustrano l'evoluzione delle preferenze estetiche avvenute nel secondo decennio del '900, in particolare l'aggiunta di pannelli decorativi in stile *Liberty* ad opera di Lorenzo Bolgeri. Al fine di documentare al meglio la sovrascrittura operata dalle decorazioni *Liberty* del fronte prospiciente su via Sant'Erasmus, in modo da ricostruire la facciata e le relative decorazioni risalenti alle due epoche, è stata necessaria una campagna di rilevamento fotogrammetrico divisa in due fasi. Lo scarso spazio antistante e lo sviluppo della facciata hanno richiesto tre prese fotografiche da terra con diverse stazioni di presa e una campagna di ripresa per la fotogrammetria aerea verticale con il drone.

Le 108 fotografie divise in 36 stazioni di ripresa da terra e i 159 fotogrammi del drone, successivamente elaborati con *Agisoft Metashape*, hanno permesso di generare una nuvola di punti sparsa e una densa, i modelli *mesh* e quelli texturizzati da cui è stato ricavato il fotopiano in scala ad alta risoluzione<sup>1</sup> [Figg. 1a, 1b]. Il modello finale generato dal *software* ha permesso di ottenere una vista del prospetto frontale necessaria per riprodurre graficamente il fronte principale del *Palau Carcassona* [Figg. 1c, 1d].

Il rilievo e la restituzione grafica della facciata dell'edificio non solo ha permesso di registrare lo stato di conservazione dell'opera architettonica, ma ha anche consentito di analizzare le 'matrici geometriche' delle decorazioni, che rappresentano le strutture fondamentali che trasformano le forme semplici in disegni complessi. Al contempo, è stato possibile rintracciare le dinamiche compositive utilizzate al fine di determinare le regole e i modelli con cui questi elementi sono stati organizzati. Nello specifico le decorazioni parietali di Bolgeri, costituite da forme geometriche di base – come triangoli, quadrati e cerchi – si sono evolute in forme più elaborate attraverso specifici assi di simmetria. L'individuazione di "griglie", "moduli" fondamentali e "centri di irradiazione" ha contribuito a chiarire "il processo configurativo sotteso alla forma finale del motivo" [Giordano & Barba, 2012, p.10].

La scomposizione e l'analisi grafica di queste componenti geometriche [Docci, 2014; Docci & Chiavoni, 2017] delle decorazioni *Liberty* della facciata del Palazzo ha rivelato le unità primarie utilizzate nella loro costruzione.

A carattere esemplificativo e come campo di sperimentazione è stata scelta la decorazione di maggiore complessità costituita dall'elemento centrale fra le due finestre. Di apparente carattere floreale la decorazione, attraverso l'analisi grafica, è stata scomposta in sei elementi geometrici distinti [Fig. 02].



02.  
Analisi grafica delle decorazioni parietali dall'elemento centrale fra le due finestre – le seconde partendo da sinistra – del *Palau Carcassona* ad Alghero.

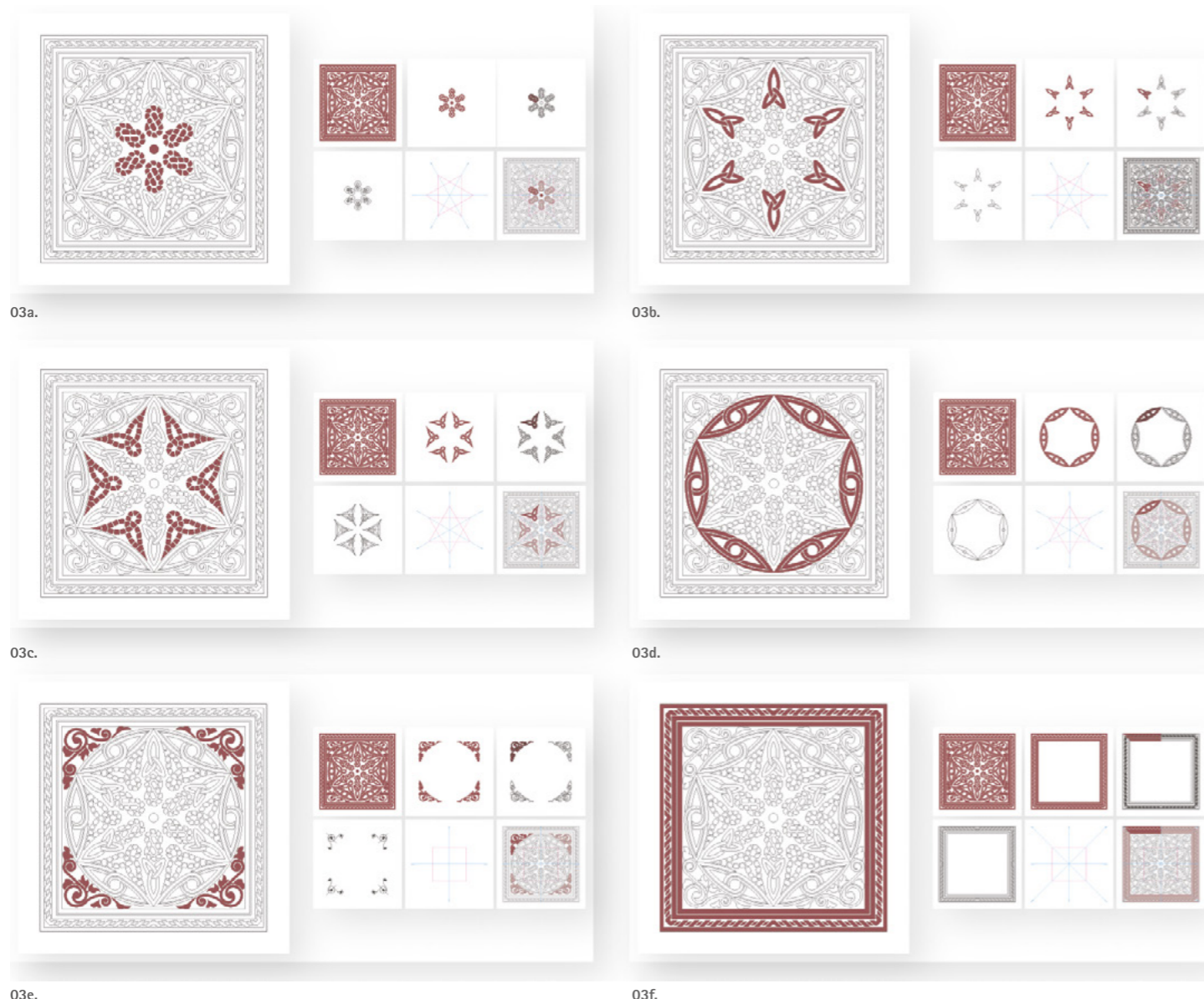
I sei elementi sono stati analizzati astraendoli dalla complessità totale, rintracciando il modulo e le matrici geometriche di costruzione, attraverso un processo di graficizzazione che ha permesso di identificare le geometrie generative e le simmetrie alla base delle composizioni. Quest'ultime sono state identificate in due principali gruppi di simmetrie ricorrenti basate una sul triangolo equilatero – con tre riflessioni rispetto alle tre mediane e dalla rotazione rispetto al proprio baricentro – e una sul quadrato – che permette quattro riflessioni due rispetto gli assi passanti per i punti medi e due passanti per le diagonali.

Nell'immagine [Fig. 03] si esplicitano anche i codici cromatici, ripresi successivamente anche nel video e nel progetto in AR, composti da: il colore principale campionato dalla decorazione originale; il magenta per le geometrie generative; il ciano per gli assi di simmetria; mentre le informazioni di contesto sono state rappresentate con un contorno nero.

L'analisi di tutti gli elementi decorativi ha previsto la stessa metodologia di analisi e graficizzazione ed è stata condotta con una progressione dagli elementi più interni a quelli più esterni.

Il primo [Fig. 03a] rappresenta sei elementi geometrici che richiamano il numero otto, l'identificazione del modulo ha permesso di capire le regole di composizione spaziale della decorazione, rintracciate in un doppio triangolo equilatero ruotato di 60° rispetto al suo baricentro, con gli assi di simmetria che passano per i punti medi.

Il secondo elemento [Fig. 3b] invece, riprende una forma triangolare, e come nel primo caso l'analisi grafica ha messo in evidenza che le geometrie generative su cui si basa il movimento decorativo è il doppio triangolo equilatero. Gli assi di simmetria producono una ripetizione



03a., 03b., 03c., 03d., 03e., 03f.

Scomposizione dei motivi decorativi ripetuti secondo le simmetrie dettate dal triangolo equilatero e del quadrato delle decorazioni parietali dall'elemento centrale fra le due finestre – le seconde partendo da sinistra – del *Palau Carcassona* ad Alghero.

spaziale di numero sei del modulo di base. Nel terzo [Fig. 03c] e nel quarto caso [Fig. 03d] invece, l'articolazione dell'elemento nonostante possa sembrare una rotazione rispetto il baricentro della decorazione, si basa sempre sulla simmetria rispetto il doppio triangolo equilatero con la base ortogonale. Il quinto [Fig. 03e], l'elemento di stampo più floreale, risulta simmetrico rispetto agli assi mediani del quadrato. Gli assi di simmetria passano lungo i punti medi e si configurano come una croce nella decorazione. L'ultimo, quello più esterno, che si configura come una cornice [Fig. 03f], si ripete nella decorazione attraverso le simmetrie del quadrato, che passano sia per le diagonali sia per i punti medi. Per rendere la lettura e la comprensione dell'analisi grafica più semplice e accessibile a un pubblico più vasto è stata sperimentata la traduzione dell'analisi grafica in un'animazione video che verrà poi resa disponibile in AR.

La divisione del ridisegno vettorializzato in *layer* è stata animata tramite il programma di animazione *AfterEffect*. La parte su cui ci si è concentrati maggiormente è stata la rappresentazione e la trasmissione del movimento dei moduli decorativi attraverso le simmetrie. L'analisi grafica e il ridisegno, infatti, mostrano quali erano le intenzioni dell'artista nel progetto originale della decorazione. Tuttavia, i diversi restauri eseguiti sulle decorazioni, hanno modificato quell'intenzione riscrivendo la decorazione e apportando degli errori. Infatti, il video terminando con una sovrapposizione tra il progetto originane (in magenta) e lo stato attuale, ricavato dal fotopiano del rilievo fotogrammetrico, (in ciano presa) mette in luce le discrepanze e gli errori prodotti dai vari restauri (rappresentati in blu) [Fig. 04].

L'ultima fase del *workflow* digitale per la comunicazione delle decorazioni è stata sviluppata realizzando un progetto in AR utilizzando il software *Artivive*, poi fruibile al pubblico mediante *smartphone* o *tablet*.



04. Confronto tra il disegno originale (in magenta), lo stato attuale ricavato dal fotopiano del rilievo fotogrammetrico (in ciano), e gli errori prodotti dai vari restauri (in blu).

#### L'ANIMAZIONE IN AR PER IL RESTAURO VIRTUALE. APPLICAZIONE ALLE DECORAZIONI DEL PALAZZO DE COMARES DELL'ALHAMBRA

Il secondo caso di studio consiste nell'applicazione delle animazioni in AR per il restauro virtuale di uno dei prospetti del Palazzo de Comares, uno dei più caratteristici di tutta l'Alhambra.

Nel celebre libro *The Grammar of Ornament* (1856), Owen Jones definisce l'Alhambra come l'apice della perfezione dell'architettura moresca, paragonandola al Partenone nell'architettura greca, ed è per questo considerata come caso studio principale per la comprensione di questa corrente architettonica. La facciata è stata costruita nel 1370 sotto ordine del sultano Muhammad V, al fine di celebrare la conquista della città di Algeciras (nelle vicinanze dello stretto di Gibilterra, importante centro militare e di cambio commerciale). Le due porte, perfettamente simmetriche e identiche al fine di confondere eventuali nemici, svolgono una funzione di protezione per il sultano: quella sulla destra portava a una zona di servizio mentre quella sulla sinistra, che portava alla sala del trono, nascondeva un corridoio a gomito custodito da guardie [Giordano, Palmisano, Caruncho, 2021]. Nella parte centrale della facciata sono presenti due finestre bifore e una finestra monofora, entrambe circondate da iscrizioni e decorazioni vegetali e caratterizzate da delle gelosie in legno con decorazioni geometriche (presenti in quasi tutte le bucaure del complesso monumentale, permettevano una continua ventilazione mantenendo gli ambienti isolati e sicuri).

La parte più alta della facciata, immediatamente sotto la cornice lignea del tetto, è adornata da una decorazione tridimensionale costruita con la tecnica araba detta *muqarnas* che consiste nella sovrapposizione di prismi di dimensioni e forme diverse in perfetta armonia tra

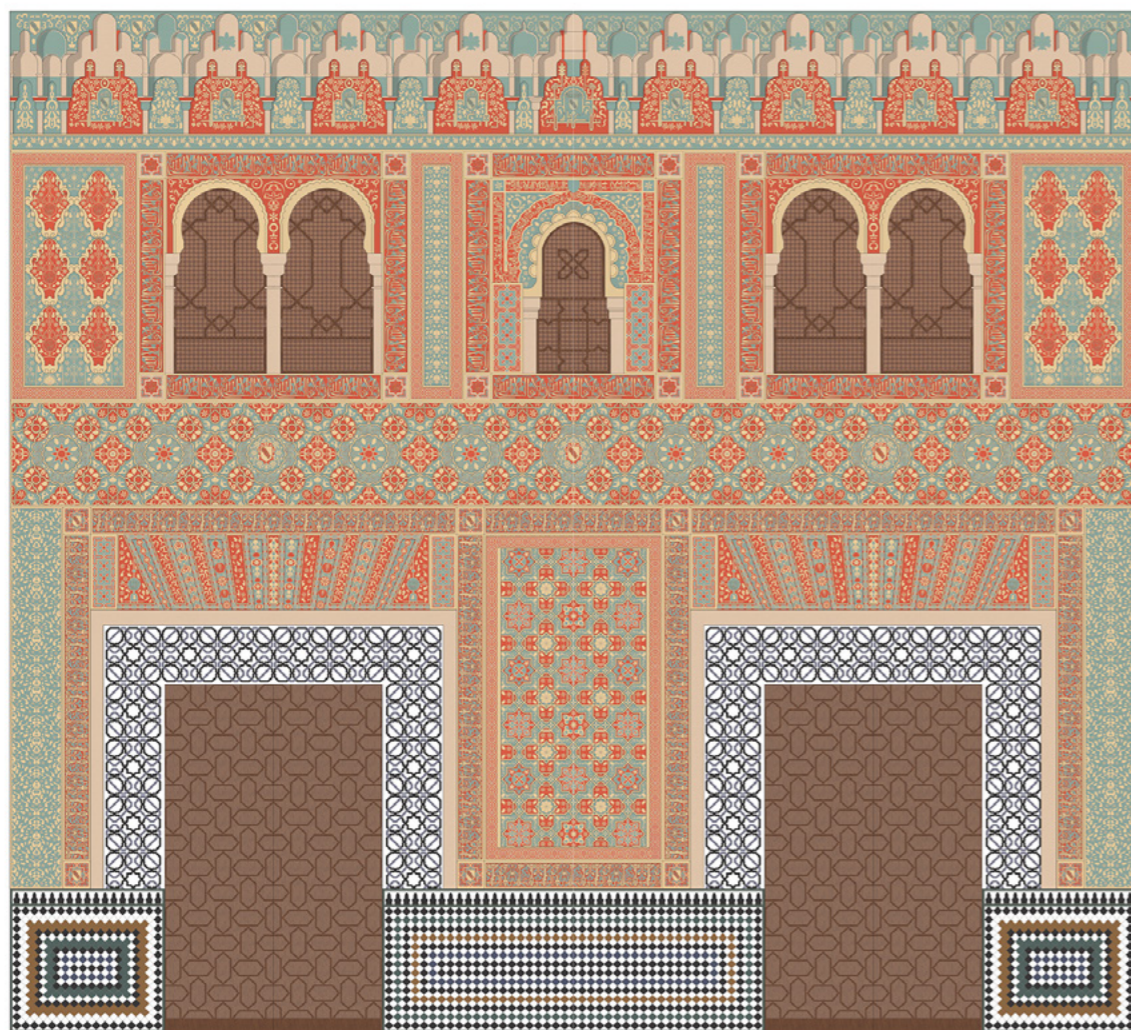
loro che creano un gioco di complessi archi e volte. La facciata, così come racconta lo stesso Owen Jones nel suo testo *Plans, elevations, sections and details of the Alhambra* del 1842, fu modificata dai Re Cattolici e subì, successivamente, gravi danni a causa dell'occupazione francese durante la guerra d'indipendenza spagnola. Le decorazioni in gesso della parte superiore si sono mantenute sufficientemente intatte ma, per quanto riguarda gli zoccoli in ceramica, questi erano completamente scomparsi. A partire dal 1923, in seguito alla fondazione del Patronato dell'Alhambra e del Generalife (1915) partirono degli attenti lavori di restauro che ristabilirono la forma originale della facciata.

La parete attualmente è caratterizzata dai toni sabbiosi dello stucco decorativo che ricopre la maggior parte della facciata, attualmente privo della colorazione originale. Le due porte sono circondate da mosaici con elementi decorativi geometrici a nastro, principalmente neri e blu su sfondo bianco. Nella parte bassa della facciata è presente un mosaico composto da tessere quadrate nere, bianche, gialle, blu e verdi.

I due aspetti che si analizzeranno in ambito di progetto riguardano l'arte epigrafica e la colorazione originale, due temi che si prestano in particolare modo all'apprendimento visuale. L'idea progettuale è quella di creare dei *layers* virtuali, visualizzabili tramite AR, che si andranno a sovrapporre alla facciata attuale evidenziando le diverse tipologie di decorazione e mostrando una simulazione di quella che era la colorazione originale.

05.

Ricostruzione della colorazione originale degli elementi decorativi della facciata del Palazzo de Comares dell'Alhambra.

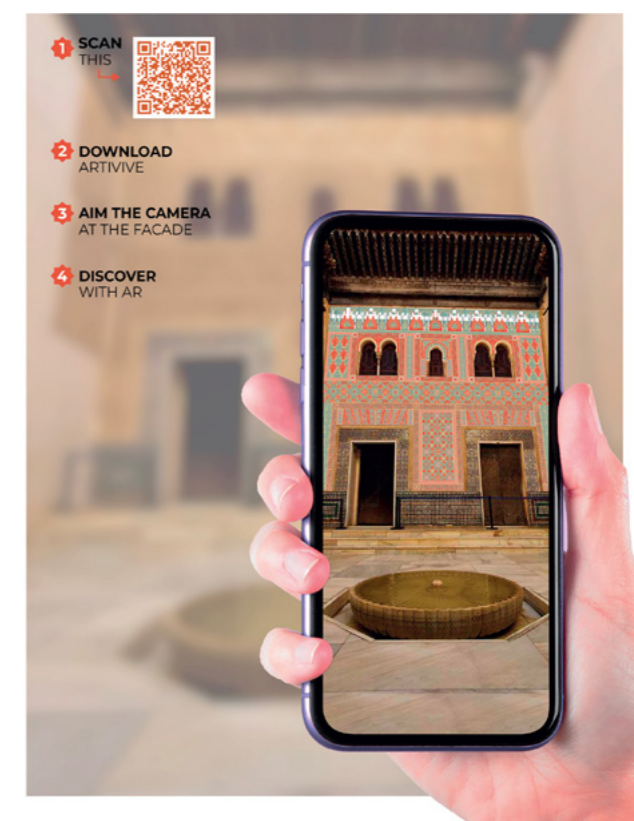


Il disegno della facciata ornamentale è stato elaborato tramite lo studio di immagini, misurazioni e documentazioni riguardanti il prospetto, al fine di realizzare un elaborato grafico il più possibile accurato. Analizzando i documenti relativi ai restauri, foto storiche e rilievi fotografici è stato possibile suddividere la facciata in diverse sezioni, ognuna riconducibile alle tre tipologie di decorazioni: geometriche, vegetali ed epigrafiche. La facciata intera e ogni sua parte segue delle rigide regole geometriche di simmetria e ripetizione di forme. Per quanto riguarda l'arte epigrafica, la facciata presenta dei versi coranici e una ripetizione quasi ossessiva del motto nasride "Non c'è vincitore all'infuori di Dio", sia in caratteri corsivi che in caratteri cufici, per cui è stato possibile analizzare le differenze tra queste due tipologie di caratteri.

Il secondo tema affrontato, quello della colorazione originale [Fig. 05], è stato portato avanti tramite lo studio dei testi di Owen Jones che presentano diverse tavole di approfondimento delle decorazioni moresche con i colori originali da lui studiati nel 1842. Il colore delle decorazioni musulmane segue leggi ben definite e fondate sull'osservazione della natura stessa. Lo stesso Jones, al fine di spiegare le fondamenta della colorazione nell'architettura decorativa, cita le colonne egizie, l'arte gotica e quella orientale dimostrando come tutte queste si basino su delle norme ispirate dalla perfezione della natura. I colori utilizzati per le decorazioni in stucco sono i colori primari blu, rosso e giallo (oro) mentre troviamo rappresentazione dei colori secondari (viola, arancione e verde) solo nei mosaici presenti nella parte bassa delle facciate, al fine di costituire un punto di riposo visivo dai colori brillanti nella parte centrale della parete. Questa decisione richiama perfettamente le leggi della natura: ad esempio, dividendo un paesaggio in tre parti avremo nella parte alta il blu (colore primario) nel cielo, nella parte centrale il verde (colore secondario) negli alberi e nei campi e infine nella parte bassa il marrone (colori terziari) [Jones, 1856]. Alcuni dettagli delle facciate in stucco presentano attualmente il colore verde ma si tratta di un effetto dovuto all'utilizzo di pigmenti metallici per il blu che, con il tempo, hanno portato all'ossidazione della vernice. In generale, i tre colori utilizzati nelle decorazioni in basso rilievo seguono il seguente principio: il rosso (il colore più forte) veniva utilizzato come sfondo (al fine di renderlo più tenue con le ombre), il blu nelle zone di ombra e come alternanza al rosso e infine il giallo (oro) in tutte le parti illuminate dal sole (ovvero tutte le decorazioni che si elevano dallo sfondo). Al fine di sviluppare contenuti immersivi e coinvolgenti per il visitatore, è stata scelta come tecnica di divulgazione la Realtà Aumentata [Fig. 06] fruibile dagli utenti tramite *smartphone* o *tablet* semplicemente inquadrando la facciata. La piattaforma scelta per la proiezione del video è *Artivive2*, utilizzabile facilmente dall'utente grazie all'applicazione. La piattaforma è in grado di rilevare un target, in questo caso la facciata stessa, e sovrapporre a esso video e immagini.

06.

Applicazione delle animazioni in AR alla lettura delle decorazioni della facciata del Palazzo de Comares dell'Alhambra.



L'obiettivo del progetto è quello di mostrare i dettagli della facciata, scomponendo le singole decorazioni (vegetali, geometriche ed epigrafiche) secondo i propri assi di simmetria con l'obiettivo di trasmettere al visitatore il senso di armonia e perfezione intrinseco dell'ornamento nasridi. Il video, che tramite realtà aumentata si andrà a sovrapporre virtualmente alla facciata, approfondisce, inoltre, il tema delle decorazioni epigrafiche, fornendo la traduzione delle numerose iscrizioni presenti nella facciata. Questa analisi permette sia di comprendere più a fondo il forte significato allegorico e religioso delle pareti ornamentali dell'Alhambra, sia di decifrare e mettere a paragone i complessi caratteri cufici con quelli corsivi. Un ulteriore aspetto è quello della colorazione originale, attualmente deteriorata e non visibile: tramite l'AR è possibile, infatti, mostrare al visitatore un restauro virtuale della facciata, evidenziando le singole tonalità (rosso, blu e oro) e fornendo una simulazione di come si presentasse originariamente.

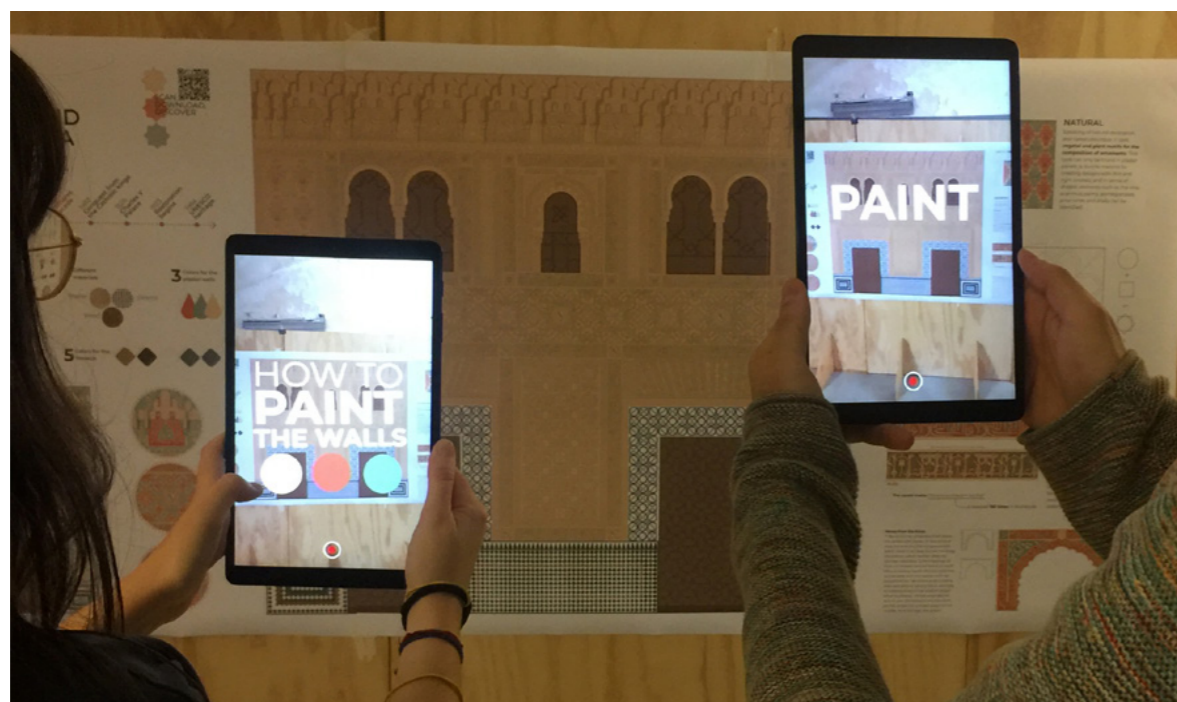
La proposta progettuale, denominata *How to Read the Alhambra*, ha lo scopo di fornire al visitatore gli strumenti per una maggiore comprensione delle facciate ornamentali dell'Alhambra. La sequenza si divide in quattro sezioni: il titolo, l'uso dei colori, le tipologie di decorazione e la simulazione di colorazione originale. La durata totale del video è di due minuti, un tempo che permette al visitatore di apprendere l'elevata quantità di informazioni senza perdere l'attenzione.

## CONCLUSIONI

I casi di studio presentati fanno parte di un percorso di sperimentazione sui prodotti grafico-visivi finalizzati alla divulgazione e al coinvolgimento del pubblico al momento giunto alla fase di test [Fig. 07] ma non ancora fruibili dal pubblico per la lettura dei siti reali. Questi permettono, tuttavia, permettono di apprezzare l'utilità e l'efficacia dell'applicazione dell'animazione per la divulgazione del patrimonio culturale, in particolare in riferimento agli elementi decorativi architettonici, al loro disegno e alla comunicazione del loro restauro, sia reale che virtuale. Una visualizzazione animata, infatti, esplicita meglio quello che un'immagine statica non riesce a trasmettere se non a un osservatore esperto. L'animazione può essere impiegata per spiegare temi complessi o facilmente accessibili, aumentando il pubblico potenziale. L'analisi grafica che ha portato al disegno delle decorazioni, della loro tassonomia, della traduzione e della spiegazione degli elementi testuali e simbolici in esse contenute, viene facilitata attraverso la lettura in AR che si offre come strumento utile al coinvolgimento di alcune particolari categorie di utenti, digitalmente e visivamente alfabetizzati. Tali strumenti devono essere considerati complementari e non sostitutivi delle altre strategie di comunicazione analogiche e tradizionali, come i pannelli interpretativi [Fig. 08], capaci di coinvolgere un differente pubblico appartenente ad altre categorie demografiche, culturali e socio-economiche.

07.

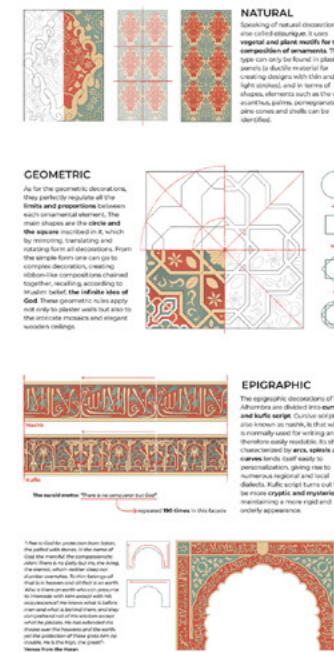
Test dell'applicazione in AR per l'interpretazione delle decorazioni della facciata del Palazzo de Comares dell'Alhambra.



## HOW TO READ THE NASRID ALHAMBRA



## ABOUT DECORATIONS



08.

Pannello interpretativo esplicativo delle decorazioni della facciata del Palazzo de Comares dell'Alhambra.

## NOTE

1) Il rilievo è stato condotto all'interno del GRA-VIS LAB (Laboratorio di Scienze Grafiche e Visive) del Dipartimento di Architettura, Design e Urbanistica. Nello specifico alle operazioni di rilevamento fotogrammetrico e restituzione del fotopiano hanno lavorato Michele Valentino, Andrea Sias e Marta Pileri.

## RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

Altea, G. (1987). *Sassari tra liberty e déco*. Cinisello Balsamo: Silvana Editoriale.

Baglioni, G. (1973). *L'ideologia della borghesia industriale nell'Italia liberale* (Vol. 227). Einaudi.

Bilardi, G. (1997). *La presenza massonica ad Alghero*. *Revista de l'Alguer*, 8(8), 95-107.

Boboc, R. G., Bautu, E., Gîrbacia, F., Popovici, N., & Popovici, D. M. (2022). *Augmented reality in cultural heritage: an overview of the last decade of applications*. *Applied Sciences*, 12(19), 9859.

Docci, M. (2014). *Attualità dell'analisi grafica*. *Disegnare Idee Immagini*, (49), 3-4.

Docci, M., & Chiavoni, E. (2017). *Saper leggere l'architettura*. Bari: Laterza.

Fanini, B., Pagano, A., Pietroni, E., Ferdani, D., Demetrescu, E., Palombini, A. (2023). *Augmented Reality for Cultural Heritage*. In: Nee, A.Y.C., Ong, S.K. (eds) *Springer Handbook of Augmented Reality*. Springer Handbooks. Springer, Cham.

Giordano, M., & Barba, S. (2012). *Le geometrie del decoro architettonico*. Fisciano: Cues.

Giordano, A., Russo, M., & Spallone, R. (2021). *Representation Challenges: Augmented Reality and Artificial Intelligence in Cultural Heritage and Innovative Design Domain* (p. 431). FrancoAngeli

Giordano C., Palmisano N., Caruncho D.R. (2021), *L'Alhambra di Granada. Il principale monumento della cultura nasride mostrato nei dettagli parte per parte*. Barcellona: Dosde.

Loas, A. (1996). *Parole nel vuoto*. Milano: Adelphi.

Jones O. (1842), *Plans, Elevations, Sections and Details of the Alhambra*, Londra.

Jones O., (1856). *The Grammar of Ornament*. Londra: Messrs Day and Son.

Massobrio, G., & Portoghesi, P. (1976). *Album degli anni Venti*. Bari: Laterza.

Schintu, F. (2014). *L'Alguer e la Corona d'Aragona. Ricerche di storia dell'arte*, 37(1), 79-92.