

## Melozzo in 3D, la tecnologia al servizio dell'arte

**La cupola di Loreto portata ai musei San Domenico dalla Fondazione Cassa dei Risparmi di Forlì, con il sostegno del Gruppo Hera. L'innovativo modello stereoscopico è stato realizzato da Rinnova in collaborazione con i Laboratori della II Facoltà di Ingegneria dell'Università di Bologna. Una sfida tecnologica affrontata con soluzioni all'avanguardia per questo tipo di applicazione**

FORLÌ (FC) - La cupola della sagrestia di San Marco, affrescata dal Melozzo nella Basilica della Santa Casa di Loreto (An), entra a far parte della mostra ai Musei San Domenico di Forlì. Complesso decorativo conservatosi intatto fino ad oggi, il capolavoro quattrocentesco non poteva mancare alla grande mostra forlivese del 2011, *"Melozzo da Forlì. L'umana bellezza tra Piero della Francesca e Raffaello"*.

Commissionata dalla Fondazione Cassa dei Risparmi di Forlì e sponsorizzata dal Gruppo Hera, la cupola in 3D è stata realizzata da Rinnova Romagna Innovazione in collaborazione con i Laboratori di Realtà Virtuale e di Archeoingegneria della Seconda Facoltà di Ingegneria - Università di Bologna sede di Forlì, che insieme hanno realizzato un modello virtuale tridimensionale riprodotto in scala 1:2.

Il progetto ha visto l'installazione di un **sistema unico nel suo genere**, che consente allo spettatore di esplorare il modello virtuale 3D della cupola affrescata. La realizzazione si è sviluppata grazie al trasferimento di competenze e tecnologie proprie del mondo ingegneristico ed industriale all'ambito dei beni culturali e della fruizione museale, consentendo di fatto lo spostamento virtuale di un'opera d'arte non trasportabile, al fine di garantirne una più ampia diffusione.

La visualizzazione in ambiente tridimensionale è stata realizzata mediante la **retroproiezione del modello digitale della cupola** e l'utilizzo di un opportuno sistema per la stereoscopia passiva, basato sull'impiego di filtri e occhiali a lenti polarizzate. Il risultato, visibile in San Domenico, è stato ottenuto attraverso una successione di fasi articolate, che hanno consentito la creazione del modello 3D della cupola e la successiva realizzazione del sistema di visualizzazione.

Una **prima fase** ha visto l'impiego di **strumenti di Reverse Engineering (ingegneria inversa), utilizzata frequentemente nel campo meccanico ed aerospaziale**, per il rilievo tridimensionale dell'intera sagrestia. Attraverso un laser scanner, che opera a differenza di fase, è stato possibile ottenere una nuvola di oltre 60 milioni di punti, che descrivono in maniera estremamente accurata e precisa la geometria e l'architettura della sagrestia.

A questo è seguita una **campagna fotografica ad alta risoluzione** che ha consentito l'applicazione di *texture* (immagini referenziate e deformate in base alla geometria della cupola) sul modello precedentemente acquisito. La sola cupola, visibile all'interno della sala

del museo, è rappresentata con **oltre 12 milioni di punti** ed una **texture fotografica di circa 49 megapixel**, garantendo così una fedele riproduzione ad alta definizione dei dettagli iconografici e rappresentativi dell'affresco originale.

La visualizzazione in ambiente virtuale tridimensionale è stata ottenuta a seguito di un intenso **processo di post processing dei dati geometrici e di colore** e grazie alla progettazione di un sistema di visualizzazione *ad hoc*, tale da riproporre al visitatore le stesse condizioni visive percepibili all'interno della sagrestia di Loreto. La possibilità di interagire con un modello 3D, riproduzione fedele della cupola originale, permette anche di ricreare differenti punti di vista rispetto a quelli che l'utente percepirebbe dall'interno della sagrestia, consentendo di avvicinarsi virtualmente all'opera d'arte per poterne meglio apprezzare i dettagli.

Il **video è stato costruito frame by frame**, realizzando ed elaborando ogni singolo fotogramma. Un lavoro certosino per costruire un **filmato Full HD su due canali**, uno per l'occhio destro ed uno per il sinistro, assolutamente fedele nelle proporzioni e nei colori. Software avanzati hanno permesso di mantenere la qualità dell'immagine.

La peculiarità e l'innovazione dell'installazione consistono nel **sistema di retroproiezione stereoscopica a soffitto**, realizzato mediante un particolare schermo di proiezione ed un videoproiettore 3D di ultima generazione con due motori ottici, ciascuno dotato di un opportuno filtro, che confluiscono nello stesso obiettivo.

In questo modo è possibile proiettare contemporaneamente le immagini del modello digitale riprese da due telecamere virtuali, la cui posizione simula quella degli occhi di un visitatore. La terza dimensione, e pertanto la profondità della cupola, è percepita mediante occhiali a polarizzazione circolare, che permettono a ciascun occhio di vedere solo l'immagine ad esso dedicata. L'interposizione di uno specchio di prima riflessione tra il videoproiettore e lo schermo di proiezione realizza il cammino ottico necessario a conferire al modello proiettato proporzioni tali da **immergere l'utente nell'esperienza 3D**.

La **struttura meccanica** a sostegno dell'impianto virtuale ha rappresentato un interessante sfida: lo spazio ristretto della sala, gli accessi limitati, la vista dal basso e la necessità di avere una struttura autoportante all'interno del museo hanno richiesto soluzioni complesse e innovative, attraverso una progettazione modulare e la realizzazione di componentistica *ad hoc*. La **proiezione a soffitto**, scelta per mantenere la visione il più possibile fedele all'originale, ha richiesto la progettazione di una struttura capace di contenere le deformazioni del telo senza compromettere le proprietà ottiche dell'immagine. La ricerca dei materiali è stata dunque complessa, confluita in un telo non polarizzante poggiato su una lastra di polimetilmetacrilato che lo sostiene. Per l'esatto posizionamento del proiettore, infine, è stata necessaria una calibrazione millimetrica manuale.

Si tratta di una **sinergia importante tra il mondo museale e la realtà ingegneristica**, in grado di aumentare il livello tecnologico della fruizione dei musei e di offrire interessanti spunti di applicabilità delle tecnologie normalmente impiegate nell'ingegneria aerospaziale, meccanica, informatica ed elettronica anche in settori non comunemente associati ad esse.