

LA CAPPELLA DEGLI SCROVEGNI IN ALTA DEFINIZIONE

di Mauro Gavinelli, Annarita Merigo, Vincenzo Mirarchi

La fotografia digitale in alta e altissima definizione ha trovato nel settore dei beni culturali un campo di applicazione molto fecondo. Fino a poco tempo fa l'osservazione a distanza ravvicinata della superficie di un dipinto o di un affresco era riservata a un numero molto ristretto di persone: restauratori, conservatori, studiosi. Oggi questa straordinaria esperienza è accessibile a tutti attraverso una semplice postazione Internet. E' una 'conquista' dovuta all'eccezionale sviluppo di tecnologie multidisciplinari grazie alle quali è possibile ottenere immagini con una risoluzione tale da permettere la visione remota e tramite appositi software on-demand, di tutti i dettagli di un'opera, anche i più minuti e irraggiungibili, senza alcuna perdita di nitidezza.



Figura 1 - Il sistema di ripresa posizionato frontalmente alla zona da riprendere.

Uno dei progetti più significativi di acquisizione digitale in alta definizione applicata all'ambito pittorico è stato dedicato al ciclo di affreschi giotteschi della celebre Cappella degli Scrovegni di Padova. Si tratta probabilmente di una delle più importanti campagne di digitalizzazione di un bene storico-artistico mai realizzate, che ha consentito la mappatura digitale di gran parte della superficie interna della Cappella, ad eccezione dell'area presbiteriale, dove non si registra l'intervento del grande Maestro medievale. L'obiettivo dell'ambizioso progetto, condotto d'intesa con il Comune di Padova e la Direzione dei Musei Civici agli Eremitani, è stato quello di ottenere, centimetro dopo centimetro, la documentazione completa e dettagliata dei 700 mq di affreschi, con finalità di tipo scientifico, didattico e divulgativo.

IL SISTEMA DI ACQUISIZIONE

Il workflow ideato per il progetto di acquisizione è costituito da due strutture: una definita *Shooting & Lighting area*, gestita in remoto dalla postazione di controllo, un'altra denominata *Quality check & Repository area*, connessa alla prima in rete LAN. La prima struttura è costituita da una torre di ripresa, alta circa 9 metri (figure 1 e 2), alla cui sommità sono posizionati i sistemi di acquisizione digitale e di illuminazione, interamente controllati a distanza.

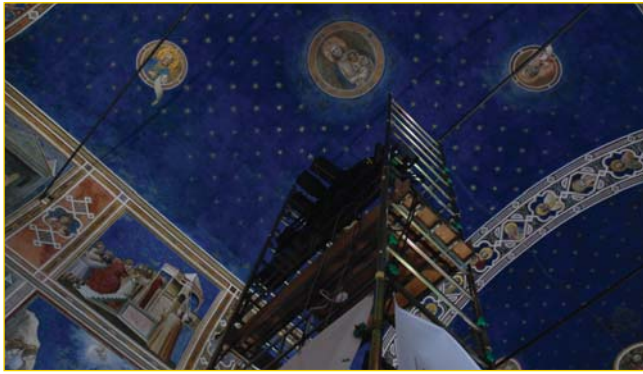


Figura 2 - La torre di ripresa raggiunge i 9 metri di altezza.

Durante le riprese non è prevista la presenza di alcun operatore sulla torre: questo garantisce l'assoluta stabilità del sistema e lo rende immune da vibrazioni. La seconda struttura è costituita da una rete di elaboratori per la verifica della qualità dei dati acquisiti e da un sistema di *storage* per il salvataggio ed il backup dei dati.

IL CONTROLLO DELL'ILLUMINAZIONE

Durante le fasi di ricerca e sperimentazione che hanno preceduto le attività di ripresa, grande attenzione è stata dedicata alla progettazione di uno specifico sistema di illuminazione, al fine di ridurre al minimo la sollecitazione, dal punto di vista fisico, sulla superficie dell'opera.

L'equipaggiamento di illuminazione, da posizionare ortogonalmente di fronte al centro della porzione di affresco da acquisire, è in grado di ruotare attorno al proprio centro geometrico assieme al sistema di acquisizione ed è stato sviluppato per illuminare, da circa 3 metri di distanza, unicamente un'area di poco superiore a quella di ripresa (figura 3).

Il controllo della limitazione dell'area illuminata è stato ottenuto mediante il sistema di puntamento motorizzato *Clauss Giant Rodeon*, costruito appositamente in Germania in unico esemplare, e che permette anche di mantenere sincronizzato il movimento del dispositivo di acquisizione digitale con il sistema di illuminazione (Figure 4, 5, 6).

I movimenti di questa grande 'testa panoramica motorizzata', in grado di riprendere un soggetto a 360°, sono controllati passo passo da un apposito software di controllo che gestisce automaticamente, secondo il programma impostato, le sequenze di acquisizione.

Il controllo dell'energia radiata comprende anche l'adozione di una serie di filtri progettati e realizzati su specifica, al fine

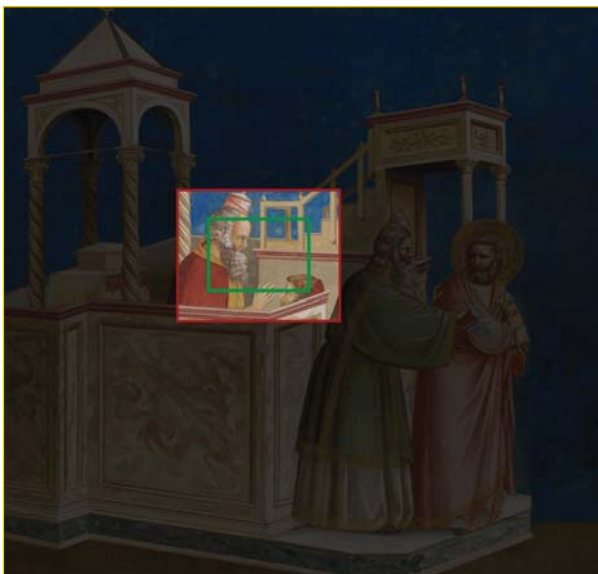


Figura 3 - Nell'immagine si evidenzia, in rosso, l'area illuminata durante lo scatto. In verde si nota la porzione di affresco realmente acquisita.

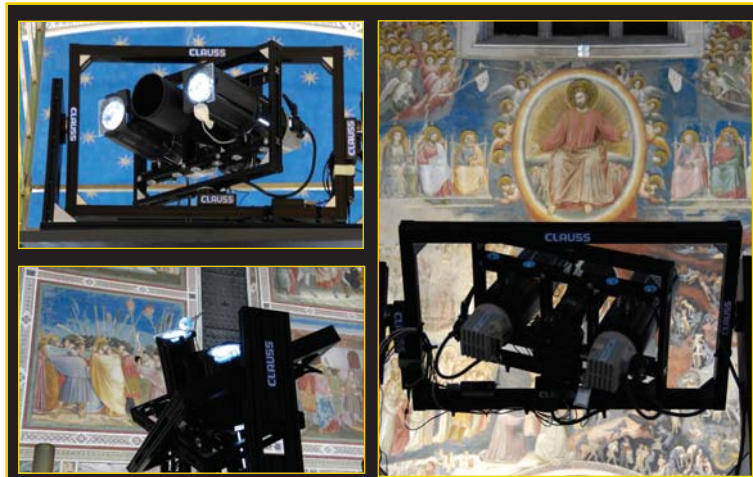


Figure 4, 5, 6 - La testa motorizzata Clauss Giant Rodeon.

di eliminare ogni componente nelle bande dell'ultravioletto e dell'infrarosso, potenzialmente dannose per l'opera.

Al fine di ridurre al minimo l'energia radiata sul soggetto durante ogni singolo scatto si è utilizzato un obiettivo ad alta luminosità che permette di raggiungere il livello di nitidezza richiesto; si è inoltre proceduto ad un'analisi del rumore del sensore di ripresa in funzione della sensibilità ISO e, in considerazione dell'elevatissima qualità dello stesso, si è ritenuto di poter operare con più bassi livelli di sensibilità ISO riducendo ulteriormente di quasi quattro volte la quantità di luce richiesta per la ripresa senza degrado apprezzabile della qualità dell'immagine.

L'elevata accuratezza cromatica della ripresa è stata garantita dall'uso di formati digitali a 16 bit, di target colore professionali (figura 7) e dall'elevata qualità dell'emissione spettrale della sorgente luminosa.

L'INTERVENTO DELL'ISTITUTO SUPERIORE PER LA CONSERVAZIONE ED IL RESTAURO

Tutte le procedure e i sistemi personalizzati di ripresa e illuminazione utilizzati durante la digitalizzazione degli affreschi della Cappella degli Scrovegni rispondono alle più severe direttive per la tutela delle opere d'arte: l'idoneità degli stessi è stata verificata dall'Istituto Superiore per la Conservazione ed il Restauro di Roma e, in particolare, dai tecnici del Laboratorio di Fotometria che hanno provveduto ad eseguire una serie di specifici rilevamenti sia in laboratorio sia *in loco*. I risultati dichiarano che le sollecitazioni sulle superfici affrescate risultano estremamente basse, ai limiti della sensibilità strumentale, su tutte le grandezze fisiche, fotometriche e microambientali rilevate.

LA MODALITÀ DI RIPRESA

La filosofia di acquisizione digitale in alta definizione prevede la ripresa di un numero elevatissimo di scatti, ognuno calibrato sul particolare da riprendere, da ricomporre successivamente mediante specifici modelli matematici e geometrici, secondo le tecniche di *photostitching*.

Nel caso degli Scrovegni si è proceduto innanzitutto ad individuare le zone da acquisire durante le singole sessioni di ripresa. Per la parete a Nord, ad esempio, le sessioni sono state tre (figura 8), per un totale di 3.307 scatti, ognuno corrispondente ad una porzione di circa 20x30 cm sulla misura reale



Figura 7 - Color checker - Gretag SG, 140 tacche.

dell'opera. Altri esempi: la parete a Sud ha richiesto 4.837 scatti; mentre al Giudizio Universale, ripreso in un'unica sequenza, sono stati dedicati 1.053 scatti.

All'inizio di ogni sessione, la postazione di *shooting* è stata posizionata frontalmente alla porzione di affresco da riprendere, ad una distanza non inferiore ai 3 metri. Per ottenere un risultato ineccepibile dal punto di vista qualitativo, le procedure preliminari di set-up hanno previsto sempre un congruo margine di sovrapposizione per le singole inquadrature (figure 9 e 10), necessario poi al programma di *stitching* per riconoscere la sequenza fotografica ed elaborarla.



Figura 8 - Le tre sessioni di ripresa impostate per la parete Nord.

I dati acquisiti sono stati controllati in tempo reale dai tecnici della postazione *quality check* in base a rigidi parametri qualitativi. In particolare si è proceduto a verificare la bontà del fuoco su tutta la superficie delle singole inquadrature e a simulare una prima sovrapposizione degli scatti per essere certi di non avere tralasciato nemmeno una piccola porzione di affresco. Il lavoro è stato condotto in orario notturno dalle 19.00 alle 7.00 del mattino successivo, per un totale di circa 200 ore *on stage*.

La risoluzione media di acquisizione, sull'intero ciclo di affreschi, è stata pari a 350 ppi (*pixel per inch*). La tecnologia sviluppata per questo tipo di risoluzione permette la realizzazione di immagini con standard LHR, *Large High Resolution*,

riferito ad acquisizioni digitali la cui risoluzione è di almeno 300 ppi sulla misura reale dell'opera, senza far ricorso ad algoritmi di interpolazione software. La quantità di dati che è stato necessario acquisire per raggiungere lo standard LHR su tutta la superficie della Cappella è senza precedenti: 326 gigabyte di dati, per un totale di 14.000 scatti fotografici.

POST-PRODUZIONE

Il lavoro di post-produzione, durato più di un anno, è stato particolarmente delicato. Le immagini finali in alta definizione sono state realizzate, come si è accennato, con la sofisticata tecnica del *photostitching*, una complessa elaborazione che, grazie a un modello matematico, è in grado di riposizionare le migliaia di immagini acquisite come in un gigantesco puzzle calcolando la corretta visione prospettica di ogni singolo scatto fotografico (figura 11).

Il risultato è straordinario. Per il solo Giudizio Universale, che ha richiesto circa 120 ore di elaborazione, si è arrivati a disporre di un'immagine di circa 19 gigapixel (miliardi di pixel). Questo significa che la successione di ingrandimenti applicabile all'immagine raggiunge un dettaglio molto elevato con la conseguente possibilità di apprezzare il soggetto fotografato in modo unico e spettacolare. Non c'è dubbio, l'alta definizione restituisce l'immagine dell'affresco in tutti i suoi particolari, anche i più minuti, come se stessi osservando l'originale arrampicati su un ponteggio a parecchi metri di altezza.

ESITI DEL LAVORO

Il 17 novembre 2010, con una conferenza stampa presso i Musei Civici di Padova, è stato presentato per la prima volta al pubblico l'esito dell'importante operazione. In particolare sono state illustrate tutte le naturali applicazioni del materiale prodotto, per una fruizione di tipo sia scientifico, sia didattico e divulgativo.

Dal punto di vista scientifico è importante porre l'accento su alcuni punti. I dati acquisiti in alta definizione sono, prima di ogni altra cosa, una fedele registrazione dello stato di conservazione degli affreschi, essi fissano la conoscenza della superficie pittorica ad un preciso momento storico. Di con-

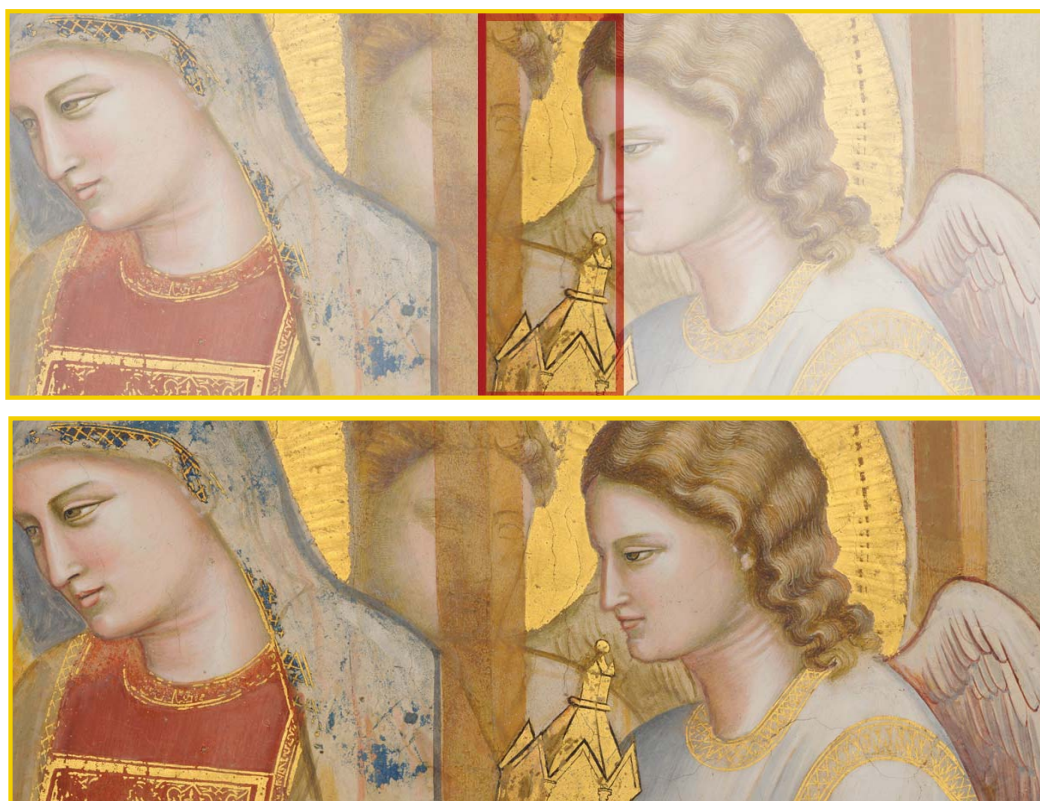


Figure 9 e 10 - Il set-up iniziale ha previsto un margine di sovrapposizione per la sequenza di scatti del 20% circa.



Figura 11 - Griglia di montaggio di un particolare del Giudizio Universale.

sequenza le immagini prodotte costituiscono uno strumento unico di analisi e studio dell'opera e possono diventare un utile ausilio nella pianificazione di eventuali interventi di conservazione e restauro. Se pensiamo poi alla possibilità di poter fruire di queste immagini mediante l'uso di programmi evoluti con funzionalità di analisi ed elaborazione avanzate (rotazione, negativo, trasparenza per confronti con disegni preparatori e altre opere, inserimento di appunti, bookmark, possibilità di salvare le viste e così via), ci si può rendere conto della loro intrinseca potenzialità conosci



Alla conferenza stampa di presentazione degli esiti del lavoro erano presenti, da sinistra: Fabio Aramini, Istituto Superiore per la Conservazione ed il restauro, Giuseppe Basile, Istituto Superiore per la Conservazione ed il restauro, Ugo Soragni, Direttore regionale per i beni culturali e paesaggistici del Veneto, Davide Banzato, Direttore Musei e Biblioteche del Comune di Padova, Vasco Fassina, Soprintendenza ai beni Architettonici del Veneto, Antonio Scuderi, Amministratore delegato 24 ORE Cultura – GRUPPO 24 ORE, Luca Ponzio, HAL9000 – Haltadefinizione.

LA CAPPELLA DEGLI SCROVEGNI ON-LINE

La ferma volontà di rendere accessibile al grande pubblico la consultazione delle immagini prodotte nasce da una precisa convinzione: quando, come nel caso degli Scrovegni, gran parte della superficie affrescata è posizionata ad una certa distanza dall'occhio del visitatore e, per di più, il tempo di visita consentito è di soli 15 minuti per via delle rigide procedure di controllo e gestione del microclima, non è possibile ottenere per chi osserva se non una visione d'insieme, con qualche rapido sguardo alle scene più famose e coinvolgenti. Il ragionamento è ancora più valido se si considerano i riquadri del primo registro, posizionati a 10 metri di altezza.

Da qui l'intuizione di rendere disponibili le immagini della Cappella attraverso la Rete tramite un software di visualizzazione di ultima generazione, facile ed intuitivo. Per la modalità di consultazione si è scelto di presentare un *virtual-tour* a 360° all'interno della Cappella, dando la possibilità all'utente di selezionare, una dopo l'altra, le singole

scene per accedere all'immagine in alta definizione.

Una volta "entrati" nella scena prescelta è possibile ingrandire qualsiasi porzione degli affreschi e godersi la pittura di Giotto in tutta comodità, senza alcun limite spazio-temporale. Alcune zone di particolare interesse sono state poi evidenziate a costituire una sorta di mini-guida con brevi approfondimenti testuali. Il tutto costituisce non solo un'occasione irripetibile per quanti vogliono accostarsi in modo nuovo all'arte di Giotto, ma rappresenta un modo per rendere una successiva visita personale alla Cappella, esperienza comunque insostituibile e indispensabile, ancora più coinvolgente ed emozionante.

L'analisi delle statistiche del traffico dei due siti web che hanno pubblicato l'immagine in alta definizione della Cappella degli Scrovegni confermano che, dal 17 novembre 2010 fino alla fine del mese di gennaio 2011, più di 500.000 visitatori unici da oltre cento Paesi hanno navigato virtualmente nella Cappella e che il 25% di questi è rimasto in visita da un minimo di cinque minuti fino a più di un'ora. I dati confermano quindi un interesse accentuato e una competenza ormai stabile da parte degli utenti Internet per il consumo di contenuti culturali digitali.

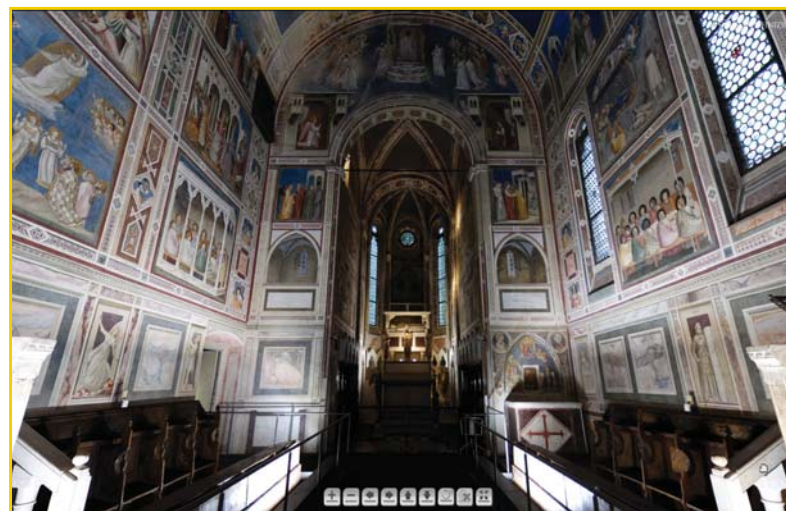
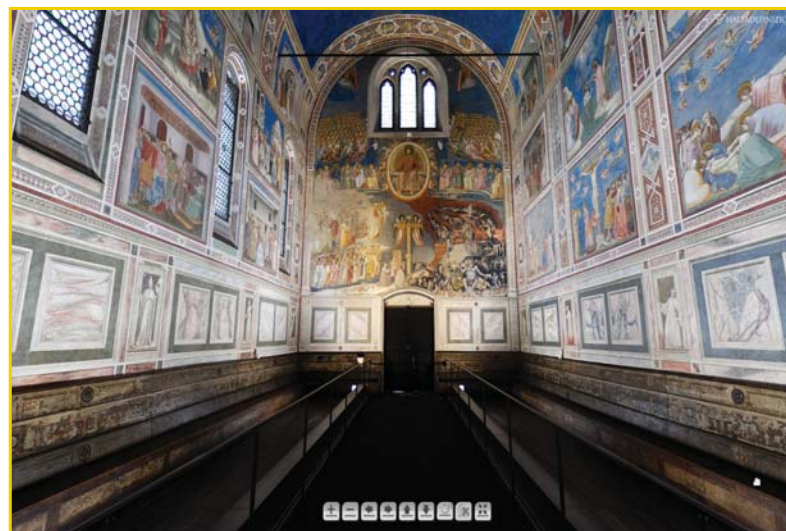


Figure 12 e 13 - Alcune schermate del virtual tour accessibile tramite Internet.

ALCUNI PARTICOLARI STRAORDINARI

La visione delle immagini in alta definizione degli affreschi di Padova permette di osservare tutti quei particolari che, a causa della posizione elevata degli affreschi, rimangono invisibili agli occhi del normale visitatore.

Gli esempi sarebbero tanti: nella drammatica scena con la "Strage degli innocenti" si distinguono perfettamente

le lacrime dipinte sui volti delle madri, riportate alla luce durante l'ultimo restauro (figura 14; nell'episodio del "Battesimo di Cristo" le acque verdi del fiume Giordano lasciano intravedere la sagoma di un piccolo pesce (figura 15); ancora, nel celeberrimo "Incontro tra Gioacchino e Anna alla porta Aurea", si nota il fine gioco di trasparenze con cui Giotto raffigura il velo posto sul capo della protagonista (figura 16), e così via.

ALTRE APPLICAZIONI DELLE IMMAGINI IN ALTA DEFINIZIONE

Internet è solo il primo passo. La straordinaria potenzialità culturale e l'apprezzamento dello strumento proposto in Rete aprono le porte ad una serie di possibili applicazioni anche in ambito didattico e promozionale. Si pensi ad esempio alle applicazioni multimediali per dispositivi mobili, come tablet-pc o smartphone, o ai sistemi touchscreen di visualizzazione interattiva, alle animazioni in HD e così via. In ambito accademico è possibile poi immaginare innovativi sussidi didattici multimediali da affiancare alla tradizionale metodologia di insegnamento.

RINGRAZIAMENTI

Si ringraziano il Comune di Padova, il Dott. Davide Banzato, Direttore dei Musei Civici agli Eremitani, il Prof. Giuseppe Basile e il Dott. Fabio Aramini dell'Istituto Superiore per la Conservazione ed il Restauro.

I NUMERI DELL'IMPRESA

- 700 metri quadrati di affresco digitalizzati
- 14.000 scatti fotografici
- 365 giorni di attività di postproduzione
- 326 Gigabyte di dati acquisiti
- 100 Gigapixel di immagini in alta definizione prodotte
- 1 Terabyte di occupazione finale per i dati gestiti

ALCUNI DATI STORICO-ARTISTICI SULLA CAPPELLA

Il ciclo di affreschi della Cappella degli Scrovegni, senza dubbio uno dei più importanti di tutta la storia dell'arte occidentale, fu commissionato a Giotto da Enrico Scrovegni, uno dei più ricchi e potenti cittadini di Padova. La consacrazione della Cappella, avvenuta il 25 marzo 1305, festività dell'Annunciazione, coincide con l'inaugurazione della decorazione interna. Dal punto di vista architettonico la Cappella è costituita da un maestoso vano a pianta rettangolare, coperto da una volta a botte e illuminato da sei finestre, oltre che dalla grande trifora della controfacciata. L'abside pentagonale, ospita, dietro l'altare, il sepolcro di Enrico Scrovegni.

Con la gigantesca decorazione pittorica della navata Giotto raggiunge la maturità espressiva. La cura, l'originalità e la varietà con cui egli caratterizza i personaggi, le strutture architettoniche e il paesaggio raggiunge esiti elevati in ognuna delle 38 scene disposte su tre registri. Il primo in alto narra le Storie di Gioacchino a Anna e dell'infanzia della Vergine, nella fascia centrale si ammirano le Storie della vita di Cristo e, nel registro più basso, le Storie della Passione, Morte e Resurrezione. La parte inferiore presenta una decorazione di finto marmo su cui sono state dipinte, come fossero statue, le virtù teologali e cardinali (parete Sud) in opposizione ai sette vizi dipinti sulla parete Nord.

Sulla controfacciata il Giudizio Universale, con la figura centrale del Cristo giudice, rappresenta il punto di arrivo del percorso devozionale da effettuarsi all'interno della Cappella.

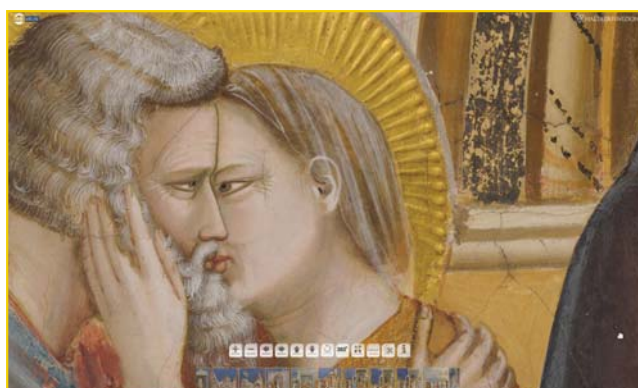
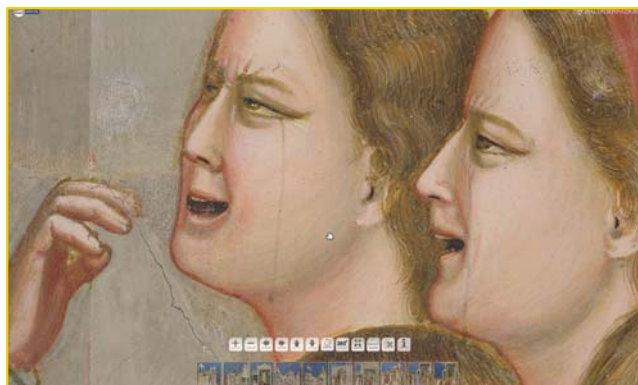


Figure 14, 15, 16 - Dettagli della pittura di Giotto visibili attraverso il visore disponibile on-line.

ABSTRACT

Pictures in high resolution

High resolution digital picture has found, in cultural heritage sector, an very important application field. Until recently, the surface of a painting's observation at close range was restricted to a very small number of people: conservators, curators, scholars. Nowadays this extraordinary experience is available to everyone throughout an internet station.

PAROLE CHIAVE

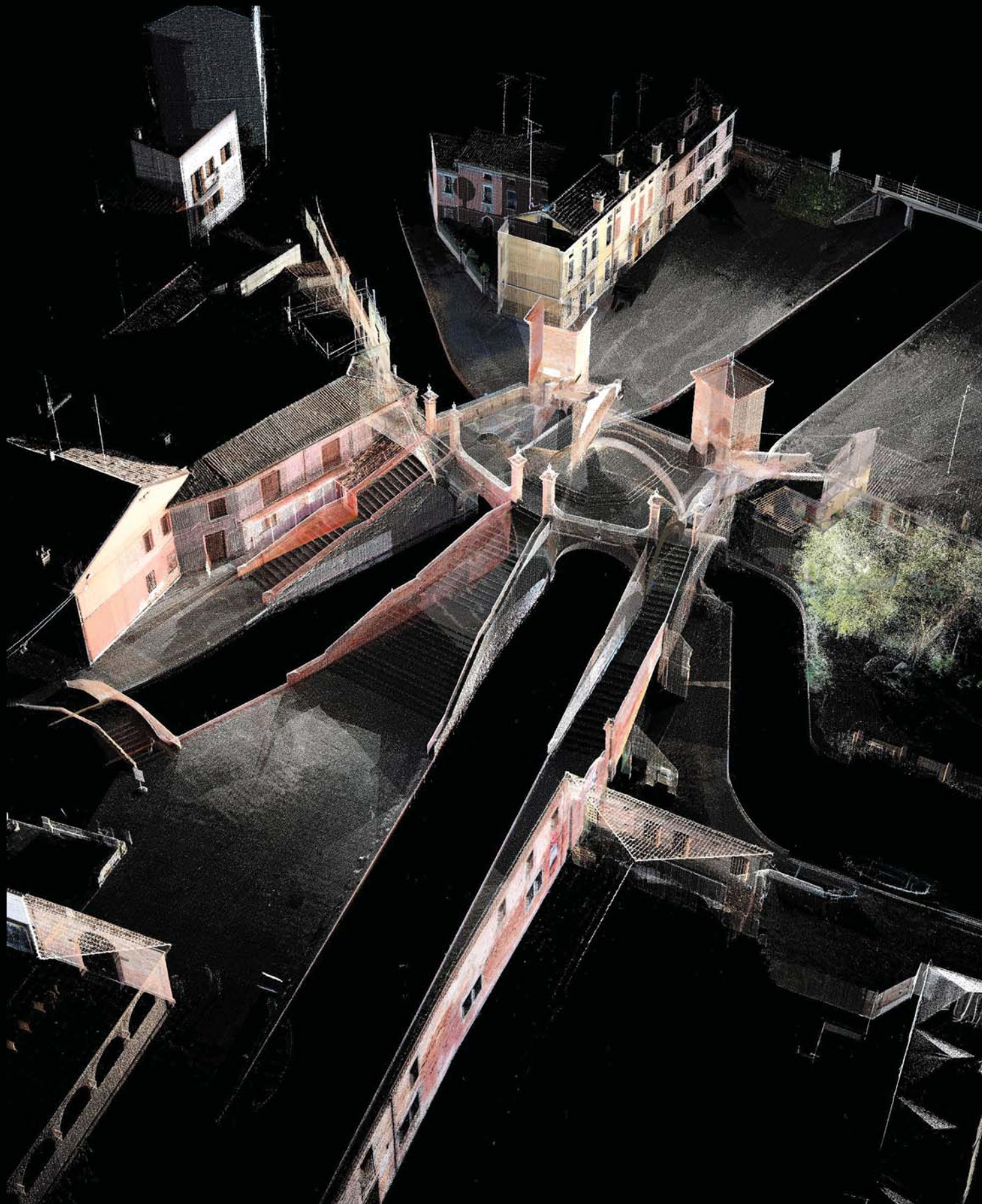
FOTOGRAFIA DIGITALE, INTERNET, IMMAGINI AD ALTA RISOLUZIONE, CAPPELLA DEGLI SCROVEGNI, PHOTOSTICHING

AUTORI

MAURO GAVINELLI
 MAURO.GAVINELLI@HAL9000.IT
 ANNARITA MERIGO
 ANNARITA.MERIGO@HAL9000.IT
 VINCENZO MIRARCHI
 VINCENZO.MIRARCHI@HAL9000.IT

HAL9000 S.R.L. - VIALE GIULIO CESARE 153 - 28100 NOVARA
 WWW.HALTADEFINIZIONE.COM

COPYRIGHT HALTADEFINIZIONE IMAGE BANK - SU CONCESSIONE DEL COMUNE DI PADOVA, DIREZIONE MUSEI



Scansioni 3D (laser scanner) •

Stereofotogrammetria •

Fotogrammetria •

Topografia •

Batimetria •

Rilievi tradizionali •

Elaborazioni informatiche •

GEOGRA

via Indipendenza, 106
46028 Sermide, Mantova
tel. +39 0386.62628
fax +39 0386.960248
info@geogra.it • www.geogra.it