

paesaggio urbano

URBAN DESIGN



Paesaggio Urbano - Urban Design

Journal of architecture
and urban planning |
Rivista di architettura e
urbanistica

No 1.2026

ISSN for printing
1120-3544

ISSN for online publishing
2974-5969

paesaggio urbano

URBAN DESIGN

Paesaggio Urbano – Urban Design is a bimonthly magazine on architecture and urban design, founded in 1989 and is published by the Maggioli Group. The magazine has a multidisciplinary approach, ranging from design and survey issues to urban morphology, architectural design and local and international cultural trends.

Paesaggio Urbano – Urban Design è una rivista semestrale di architettura e urbanistica fondata nel 1989 ed edita dal Gruppo Maggioli. La rivista ha un approccio multidisciplinare che spazia dalle tematiche del disegno e rilievo a quelle relative alla morfologia urbana, al progetto di architettura e trend culturali locali e internazionali.

4 — 9	Un dialogo possibile A Possible Dialogue Laura Baratin Marcello Balzani Francesca Gasparetto Luca Rossato
recensioni reviews 10 — 29	Corpi/Corpo Bodies/Body Giovanni Corbellini
arte contemporanea contemporary art 22 — 29	Arte contemporanea: smaterializzazione e diritto d'autore. Contemporary art: dematerialization and copyright Alessandro Scenna
analogico e digitale analogue and digital 30 — 43	Lo spazio inventato – Sperimentazioni tra analogico e digitale The invented space – Experiments between the analogue and the digital Michela Rossi Giorgio Buratti Sara Conte Yingfei Zhu
urbano urban 44 — 59	Stazioni di servizio vs luoghi a servizio Service stations vs places of service Giovanna A. Massari Cristina Pellegatta
rappresentazione representation 60 — 71	Rappresentare per comunicare e conservare: strumenti digitali per la Pinacoteca Civica di Ancona Representation for communication and conservation: digital tools for the Ancona Civic Art Gallery Paolo Clini Renato Angeloni Umberto Ferretti Ludovica Leonardi
musei museums 72 — 85	Arte popolare e ibridazioni contemporanee. Il Museo delle Ceramiche di Calabria Folk art and contemporary hybridisations: the Museo delle Ceramiche di Calabria Daniele Colistra Lorella Pizzonia Francesco Stilo
storytelling 86 — 97	Il podcast <i>Arganto</i>. Narrazione transmediale e memoria generativa per un archivio d'artista <i>Arganto</i> podcast: transmedia storytelling and generative memory for an artist's archive Alice Devecchi
musei museums 98 — 113	La fruizione dei mosaici contemporanei <i>en plein air</i> Experiencing contemporary mosaics <i>en plein air</i> Michele Valentino Antonello Monsú Scolaro Alexandra Fusinetti Andrea Sias Chiara Zuddas Nicole Proietti Cosimi

valorizzazione valorizati on 114 — 127	Le decorazioni come elemento identitario. Strategie di valorizzazione delle decorazioni Decorations as an element of identity. Strategies for enhancing decorative elements Michele Valentino Antonello Monsú Scolaro Alexandra Fusinetti Andrea Sias Chiara Zuddas Nicole Proietti Cosimi
rappresentazione representation 128 — 143	Rappresentare un patrimonio artistico narrato. La sperimentazione dei grafi per la conservazione delle pitture a encausto tra la seconda metà del XIX secolo e la fine della Prima Guerra Mondiale Representing a narratively constructed artistic heritage: the application of graph-based modeling for the conservation of encaustic paintings from the late 19th century to the end of First World War Alessandro Antonini Ornella Zerlenga Laura Baratin Vincenzo Cirillo
musei museums 144 — 159	Carso: paesaggio, memoria e arte in un museo all'aperto Karst: landscape, memory and art in an open-air museum Alessandro Morgera Franco Stagni
documentazione documentation 160 — 173	Dalla “Veduta della città ideale” di Urbino all'esperienza tattile con le tecnologie AI From the “Ideal City” of Urbino to tactile experiences with AI technologies Alberto Sdegno Ferdinand Rexhaj
valorizzazione valorizati on 174 — 191	Dall’idea al modello: valorizzazione e comunicazione inclusiva del Crystal Palace <i>For All</i> From concept to model: enhancing and communicating the Crystal Palace inclusively For All Ivana Passamani Vanessa Rosa Machado Cesira Sissi Roselli
memoria memory 192 — 213	VILLAGGIO SANTA CATERIANA A TORINO La testimonianza di un momento della storia del Novecento. SANTA CATERINA VILLAGE IN TURIN A testimony to a moment in 20th-century history Antonella Pettorruso Pasquale Pettorruso

rappresentazione representation 214 — 227	Abitare come metodo. Rappresentazione e cura dell'architettura contemporanea a Ca' Romanino Living as a method: representing and caring for contemporary architecture at Ca' Romanino Andrea Canziani Francesca Gasparetto Gianluca Annibali
musei museums 228 — 241	Tecnologie per la conservazione preventiva nei musei: riflessioni su un'esperienza didattica Technologies for preventive conservation in museums: reflections on the design of an educational experience Laura Baratin Francesca Gasparetto Guido Galvani Veronica Tronconi
storytelling 242 — 257	Il Louvre a fumetti. Raccontare il museo attraverso sguardi occidentali e orientali The Louvre in comics: telling the museum through Western and Eastern prespectives Fabio Colonnese Federico Rebecchini

Rappresentare per comunicare e conservare: strumenti digitali per la Pinacoteca di Ancona

Representation for communication and conservation: digital tools for the Ancona Civic Art Gallery

Paolo Clini

Università Politecnica delle Marche | Dipartimento di Ingegneria Civile, Edile e Architettura

Renato Angeloni

Università Politecnica delle Marche | Dipartimento di Ingegneria Civile, Edile e Architettura

Umberto Ferretti

Università Politecnica delle Marche | Dipartimento di Ingegneria Civile, Edile e Architettura

Ludovica Leonardi

Università Politecnica delle Marche | Dipartimento di Ingegneria Civile, Edile e Architettura

Citation: P. Clini, R. Angeloni, U. Ferretti, L. Leonardi, Representation for communication and conservation: digital tools for the Ancona Civic Art Gallery, in *Paesaggio Urbano - Urban Design*, 2026, 1, pp. 60–71.
ISSN for printing: 1120-3544
ISSN for online publishing: 2974-5969
Received: March, 2026
Accepted: May, 2026
Published: September, 2026
Copyright © 2025 Maggioli Editore.
This is an open access, peer-reviewed article published by *Paesaggio Urbano – Urban Design*, distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (CC BY 4.0), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.

In un contesto in continua evoluzione, segnato dall'introduzione di tecnologie sempre più performanti per la fruizione e la conservazione del patrimonio culturale, il museo si afferma come luogo della contemporaneità, spazio di sperimentazione e confronto. La ricerca indaga il tema della rappresentazione in senso ampio: dall'impiego di repliche digitali e dell'intelligenza artificiale per sviluppare modalità interattive di comunicazione all'interno degli spazi espositivi, fino all'uso di sistemi informativi per rendere visibili in realtà aumentata le problematiche conservative. Attraverso una metodologia applicata ad alcune opere della Pinacoteca Civica di Ancona, digitalizzate in 3D, in gigapixel e sottoposte a indagini diagnostiche, il contributo intende presentare una buona pratica che dimostra come una documentazione rigorosa possa, al tempo stesso, supportare le attività conservative e abilitare esperienze di visita diversificate, calibrate su pubblici differenti.

In a constantly evolving context, characterised by the introduction of increasingly advanced technologies for the enjoyment and conservation of cultural heritage, the museum establishes itself as a place of contemporary life, a space for experimentation and dialogue. The research explores the theme of representation in the broadest sense: from the use of digital replicas and artificial intelligence to develop interactive forms of communication within exhibition spaces, to the use of information systems to visualise conservation issues through augmented reality. Through a methodology applied to a selection of works from the Pinacoteca Civica di Ancona – which have been digitised in 3D and at gigapixel resolution and subjected to diagnostic investigations – this paper aims to present a best practice that demonstrates how rigorous documentation can simultaneously support conservation activities and enable diverse visitor experiences, tailored to different audiences.

INTRODUZIONE

Il patrimonio culturale nell'era digitale si trova al centro di un processo di trasformazione che investe tanto le modalità di conservazione quanto quelle di comunicazione e fruizione. I musei, tradizionalmente deputati alla tutela e alla trasmissione della memoria collettiva, stanno progressivamente evolvendo verso una dimensione ibrida, in cui spazio fisico e spazio digitale collaborano alla costruzione di nuove forme di esperienza culturale. In questo scenario si colloca il presente contributo, che assume la rappresentazione digitale come strumento strategico per integrare processi di documentazione, conservazione e valorizzazione del patrimonio. In particolare, viene presentata una sperimentazione condotta presso la Pinacoteca Civica "F. Podesti" di Ancona applicata a due opere della collezione – *La Madonna col Bambino* di Carlo Crivelli e il *Sant'Ansano* – finalizzata alla realizzazione di repliche digitali integrate con indagini diagnostiche non invasive e allo sviluppo di applicazioni in realtà aumentata per la fruizione e la gestione informativa delle opere. L'obiettivo è dimostrare come una documentazione scientificamente rigorosa possa generare, a partire dalla stessa base dati, strumenti differenziati: da un lato dispositivi narrativi e interattivi rivolti al pubblico; dall'altro modelli informativi destinati a conservatori, restauratori e storici dell'arte.

STATO DELL'ARTE

Negli ultimi decenni il museo ha progressivamente assunto il ruolo di spazio relazionale e partecipativo, superando la concezione di mero luogo di custodia e conservazione delle collezioni. La letteratura evidenzia come l'integrazione sistematica delle tecnologie digitali nei luoghi della cultura abbia profondamente ridefinito sia i

INTRODUCTION

Cultural heritage in the digital age stands at the center of a transformative process that profoundly affects modes of preservation, communication, and public engagement. Museums—traditionally charged with the safeguarding and transmission of collective memory—are progressively evolving toward a hybrid dimension, wherein physical space and digital environments collaborate to construct new forms of cultural experience. Within this framework, the present contribution positions digital representation as a strategic instrument for integrating documentation, conservation, and value-enhancement processes for cultural heritage. Specifically, this paper presents an experimental application conducted at the "F. Podesti" Civic Art Gallery in Ancona on two works from its collection: Carlo Crivelli's *Madonna and Child* and the *Saint Ansanus*. The project aimed to produce high-fidelity digital replicas integrated with non-invasive diagnostic investigations, as well as to develop augmented reality (AR) applications designed for both public engagement and the information management of the artworks. The objective is to demonstrate how scientifically rigorous documentation can generate differentiated operational tools from a single core dataset: on the one hand, interactive and narrative devices targeted at museum visitors; on the other, structured information models designed for conservators, restorers, and art historians.

STATE OF THE ART

Over the past few decades, the museum has progressively transitioned into a relational and participatory space, transcending its traditional function as a mere repository for collection storage and preservation. Literature highlights how the systematic integration of digital technologies within cultural sites has profoundly redefined documentation

processi di documentazione e conservazione sia il rapporto tra opera, spazio espositivo e visitatore, contribuendo alla trasformazione del museo in un ambiente ibrido in cui dimensione fisica e digitale coesistono e si integrano [Mandarano 2021; Ruocco 2025].

In questo contesto, la rappresentazione digitale del patrimonio culturale assume un ruolo centrale, configurandosi come punto di partenza e al tempo stesso come elemento di connessione tra attività di conservazione e valorizzazione. La produzione di repliche digitali ad alta fedeltà consente infatti non solo di preservare una memoria dettagliata del bene, ma anche di generare nuove modalità di accesso, analisi e comunicazione del patrimonio culturale [Remondino, Campana 2014; Bekele et al. 2018].

Tra le principali possibilità offerte dalle tecnologie digitali rientra la creazione di repliche tridimensionali mediante tecniche di fotogrammetria e scansione laser, che permettono di acquisire modelli geometrici accurati a partire da immagini o rilievi strumentali [Remondino, Campana 2014; Tucci et al. 2019; Quattrini et al. 2019]. A tali tecniche si affiancano metodi di diagnostica per immagini, tra cui rilievi in luce radente, fluorescenza ultravioletta (UV) e riflettografia infrarossa (IR), che consentono di indagare la superficie pittorica e la struttura materiale delle opere, rendendo visibili elementi non percepibili ad occhio nudo e supportando così studi storico-artistici e attività conservative [Triolo 2023].

A partire da queste elaborazioni digitali si apre inoltre la possibilità di sviluppare modelli informativi applicati ai beni culturali mobili, estendendo il paradigma della modellazione informata utilizzata nel settore delle costruzioni anche agli oggetti museali [Tucci et al. 2019; Ferretti et al. 2022; Lo Turco et al. 2022; Munoz-Cadiz et al. 2025]. In questa prospettiva il modello tridimensionale non rappresenta più soltanto una descrizione geometrica dell'opera, ma diventa un sistema informativo capace di integrare metadati e informazioni tecnico-conservative strutturate secondo standard nazionali e internazionali per la catalogazione e la gestione del patrimonio culturale (ICCD; UNI EN 17820:2023). Parallelamente, sul versante della fruizione, le tecnologie immersive e le applicazioni di realtà aumentata e realtà virtuale hanno aperto nuove prospettive per la comunicazione del patrimonio culturale. Tali strumenti permettono di sovrapporre livelli informativi, interpretativi e narrativi all'opera fisica senza sostituirla, ma arricchendone la percezione e la comprensione da parte del visitatore [Clini et al. 2025; Mitrakas, Tsihouridis 2025].

and conservation workflows, as well as the relationship between the artwork, exhibition space, and visitor. This shift has contributed to transforming the museum into a hybrid environment where physical and digital dimensions coexist and integrate seamlessly [Mandarano 2021; Ruocco 2025].

In this context, the digital representation of cultural heritage plays a central role, serving both as a foundational baseline and a connective bridge between conservation practices and cultural dissemination. Indeed, the production of high-fidelity digital replicas not only preserves a detailed record of the artifact's state, but also enables novel modes of access, analytical investigation, and communication of cultural heritage [Remondino, Campana 2014; Bekele et al. 2018].

Key possibilities offered by digital technologies include the creation of three-dimensional replicas via photogrammetry and laser scanning techniques, which allow for the acquisition of accurate geometric models derived from photographic datasets or instrumental surveys [Remondino, Campana 2014; Tucci et al. 2019; Quattrini et al. 2019]. Complementing these geometric techniques are diagnostic imaging methods, such as raking light, ultraviolet fluorescence (UV), and infrared reflectography (IR). These methods allow for the non-destructive examination of the painted surface and material structure, revealing sub-surface details imperceptible to the naked eye and providing valuable support for art-historical research and conservation activities [Triolo 2023].

Building upon these digital outputs, new opportunities emerge for developing information models applied to mobile cultural assets—extending the paradigm of Building Information Modeling (BIM) to museum collections [Tucci et al. 2019; Ferretti et al. 2022; Lo Turco et al. 2022; Munoz-Cadiz et al. 2025]. Under this paradigm, the 3D model is no longer merely a geometric representation of the object; rather, it becomes an information system capable of incorporating metadata and technical-conservation data structured according to national and international cataloging and management standards (e.g., ICCD; UNI EN 17820:2023).

Concurrently, on the user-experience front, immersive technologies, augmented reality (AR), and virtual reality (VR) applications have opened new horizons for heritage communication. These tools make it possible to overlay informational, interpretive, and narrative layers directly onto the physical artwork without replacing it, thereby enriching the visitor's perception and comprehension [Clini et al. 2025; Mitrakas, Tsihouridis 2025].

METODOLOGIA

Inserendosi nel quadro delineato, la presente sperimentazione assume la digitalizzazione come punto di partenza per lo sviluppo di un processo articolato lungo due direttrici complementari: da un lato la fruizione e comunicazione del patrimonio, dall'altro il supporto alle attività di conservazione e gestione informativa delle opere.

La metodologia adottata si basa sulla produzione di repliche digitali bidimensionali e tridimensionali di alcune opere della Pinacoteca Civica "Francesco Podesti" di Ancona, successivamente utilizzate come base per l'elaborazione di applicazioni di realtà aumentata destinate alla visita museale e per la costruzione di modelli informativi utili alla documentazione e al monitoraggio dello stato conservativo. I casi di studio selezionati sono il dipinto *La Madonna col Bambino* di Carlo Crivelli e il *Sant'Ansano*, due opere significative per la collezione della Pinacoteca sia dal punto di vista storico-artistico sia per le differenti condizioni di fruizione.

La *Madonna col Bambino* rappresenta uno degli esempi più rilevanti della produzione di Carlo Crivelli nelle Marche. L'opera, di dimensioni pari a circa 15 × 21 cm, raffigura la Vergine nell'atto di sostenere il Bambino secondo una tipologia iconografica ricorrente nella pittura tardogotica e rinascimentale. La composizione è caratterizzata dalla ricchezza decorativa tipica del linguaggio crivellesco, con festoni vegetali, elementi simbolici e una particolare attenzione al dettaglio materico e alla resa delle superfici pittoriche. Conservata presso la Pinacoteca Civica di Ancona, l'opera è esposta al pubblico ed è inserita nel percorso museale.

Il secondo caso di studio è rappresentato dal dipinto raffigurante *Sant'Ansano*, opera di pittore anonimo attualmente conservata nei depositi della Pinacoteca. Per entrambe le opere è stato applicato il medesimo progetto di presa finalizzato alla ricostruzione tridimensionale dei dipinti. Il rilievo è stato condotto mediante tecniche di fotogrammetria image-based, attraverso una campagna di acquisizione progettata per garantire un'adeguata copertura della superficie delle opere e una corretta sovrapposizione tra gli scatti.

L'acquisizione è stata effettuata utilizzando una fotocamera Sony α9 full-frame equipaggiata con obiettivo macro 90 mm f/2.8. La camera è stata montata su uno slider lineare Syrp Magic Carpet Pro, che ha consentito un movimento controllato lungo l'asse orizzontale dell'opera. Tale configurazione ha permesso di adottare una tecnica di *parallel multi-viewpoint capturing*, basata sull'acquisizione di immagini parzialmente sovrapposte organizzate in una griglia regolare.

METHODOLOGY

Building upon this theoretical framework, the present experimental study considers digitization as the starting point for a dual-track operational workflow: on the one hand, public engagement and heritage communication; on the other, technical support for conservation activities and information management.

The methodology relies on the generation of high-resolution two-dimensional and three-dimensional digital replicas of selected artworks from the "Francesco Podesti" Civic Art Gallery in Ancona. These replicas subsequently serve as the baseline for developing AR applications tailored for museum visits, as well as for constructing information models useful for condition monitoring and documentation. The selected case studies are Carlo Crivelli's *Madonna and Child* and the *Saint Ansanus*, two works of key significance for the Art Gallery's collection, both in terms of art-historical value and their differing display conditions.

The *Madonna and Child* represents one of the most prominent examples of Carlo Crivelli's artistic production in the Marche region. Measuring approximately 15 × 21 cm, the panel depicts the Virgin holding the Child according to an iconographic scheme widespread in Late Gothic and Renaissance painting. The composition exhibits the decorative richness characteristic of Crivelli's idiom, featuring floral garlands, symbolic motifs, and a refined attention to material detail and surface rendering. Housed in the Ancona Civic Art Gallery, the painting is currently on public display within the main exhibition route.

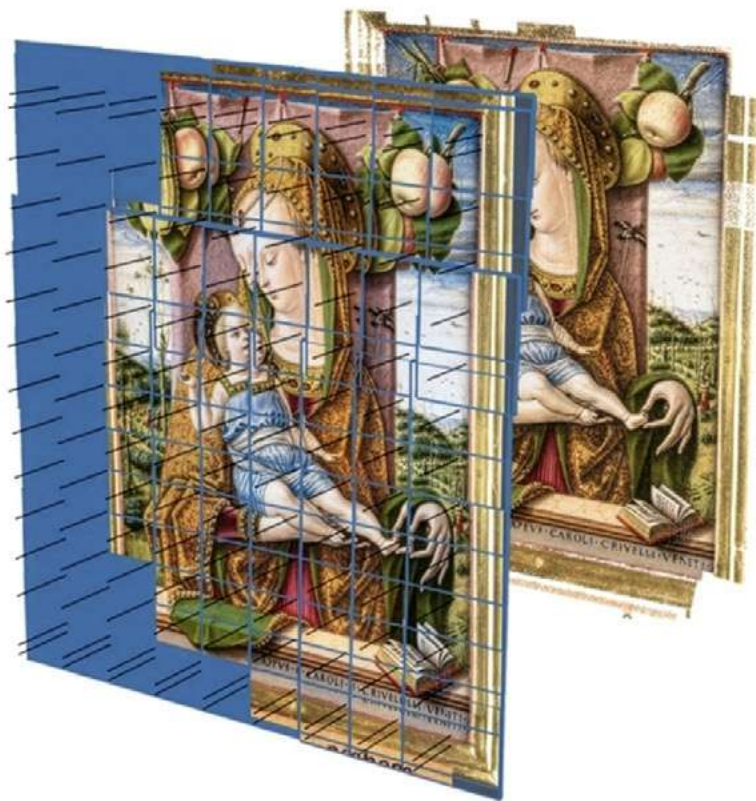
The second case study is the *Saint Ansanus*, a painting by an anonymous master currently held in the museum's storage facilities.

An identical image acquisition scheme aimed at 3D reconstruction was applied to both works. The survey was conducted using image-based photogrammetry, following an acquisition strategy designed to ensure complete surface coverage and optimal image overlap.

Data acquisition was performed using a full-frame Sony α9 camera equipped with a 90 mm f/2.8 macro lens. The camera was mounted on a Syrp Magic Carpet Pro linear slider, enabling controlled horizontal movement along the artwork's plane. This configuration enabled a parallel multi-viewpoint capturing technique, acquiring overlapping images arranged in a regular grid layout.

To guarantee homogeneous lighting conditions and minimize specular reflections on the painted surface, two lateral LED panels were positioned relative to the camera. An X-Rite ColorChecker Classic target was included during acquisition to calibrate the chromatic profile of the raw images.

The distance between the camera and the painted surface was kept constant at 56 cm, yielding a Ground Sample Distance (GSD) of approximately 0.024 mm, which corresponds to an effective resolution of roughly 1050 ppi



01.

Carlo Crivelli, *Madonna col Bambino*, Pinacoteca Civica di Ancona. Sulla sinistra, allineamento delle immagini acquisite in luce visibile finalizzato alla ricostruzione tridimensionale della superficie pittorica e all'elaborazione di gigapixel (a destra). |

Carlo Crivelli, *Madonna and Child*, Pinacoteca Civica di Ancona. On the left, alignment of images acquired under visible light for the three-dimensional reconstruction of the painted surface and the generation of gigapixel imagery (right).

Per garantire condizioni di illuminazione omogenee e limitare la presenza di riflessi sulla superficie pittorica sono stati utilizzati due pannelli LED posizionati lateralmente rispetto alla camera. Durante l'acquisizione è stato inoltre impiegato un target cromatico X-Rite ColorChecker Classic per la calibrazione del profilo colore delle immagini. La distanza tra fotocamera e superficie pittorica è stata mantenuta costante a 56 cm, consentendo di ottenere una Ground Sample Distance (GSD) di circa 0,024 mm, equivalente a una risoluzione di circa 1050 ppi alla scala reale. Questo valore garantisce una documentazione estremamente dettagliata della materia pittorica e dei particolari iconografici delle opere. Le immagini acquisite in formato RAW sono state pre-processate e successivamente elaborate tramite il software Agisoft Metashape, attraverso un *workflow* che ha previsto l'allineamento delle fotografie, l'ottimizzazione delle posizioni delle camere, la generazione della nuvola di punti e la ricostruzione di un modello mesh successivamente texturizzato. Il modello è stato quindi utilizzato per la proiezione delle immagini al fine di produrre ortoimmagini ad alta risoluzione [Fig. 01].

Per il *Sant'Ansano* sono state inoltre condotte indagini

at 1:1 real scale. This high resolution ensures an exceptionally detailed record of the paint layer and iconographic features.

The raw photographic files were pre-processed and subsequently processed in Agisoft Metashape software using a standard photogrammetric workflow: image alignment, camera optimization, dense point cloud generation, polygonal mesh reconstruction, and texture mapping. The resulting model was then used for image projection to generate high-resolution orthophotos [Fig. 01].

For the *Saint Ansanus*, non-invasive diagnostic investigations were also carried out to analyze its material characteristics and state of conservation. Specifically, imaging was performed under raking light, ultraviolet (UV) fluorescence, and infrared (IR) reflectography [Fig. 02].

From these digital foundations, two distinct experimental applications were developed. The digital replica of Crivelli's *Madonna and Child* served as the basis for an interactive onsite museum experience. Conversely, the 3D model of *Saint Ansanus* was used to build an information model designed to support documentation and conservation workflows. It was therefore decided to further explore the use of the digital replicas produced during the documentation process by developing two



02.

Ripresa del Sant'Ansano illuminato con lampda di Wood. Sulla sinistra, dettaglio della gamba in fluorescenza ultravioletta. | Image of Sant'Ansano illuminated with a Wood's lamp. On the left, detail of the leg under ultraviolet fluorescence.

diagnostiche non invasive finalizzate ad approfondire la conoscenza delle caratteristiche materiche e dello stato di conservazione dell'opera. In particolare, sono state effettuate acquisizioni in luce radente, fluorescenza ultravioletta (UV) e riflettografia infrarossa (IR) [Fig. 02].

A partire da queste basi è stato quindi possibile sviluppare due diverse applicazioni sperimentali. Da un lato, la replica digitale della *Madonna col Bambino* è stata utilizzata come base per la progettazione di un'esperienza di fruizione museale interattiva; dall'altro, il modello tridimensionale del *Sant'Ansano* è stato impiegato per la costruzione di un modello informativo dell'opera finalizzato al supporto delle attività di documentazione e conservazione.

Si è quindi deciso di approfondire l'utilizzo delle repliche digitali prodotte nel processo di documentazione, sviluppando due diverse applicazioni sperimentali. Da un lato, la replica digitale della *Madonna col Bambino* è stata utilizzata come base per la progettazione di un'esperienza di fruizione museale interattiva, finalizzata ad arricchire la visita e a favorire una più approfondita comprensione dell'opera da parte del pubblico. Dall'altro, il modello tridimensionale del *Sant'Ansano* è stato impiegato per la costruzione di un modello informato dell'opera, concepito come strumento di supporto alla gestione e alla conservazione del bene. L'applicazione sviluppata per la *Madonna col Bambino* di Carlo Crivelli è stata concepita come strumento di mediazione onsite, fruibile durante la visita tramite tablet e basata su realtà aumentata. Dal punto di vista metodologico, l'esperienza è stata progettata per un pubblico eterogeneo, in collaborazione con gli esperti museali, distinguendo tre macro-target in base all'età: bambini (5–10 anni), ragazzi (11–16 anni) e adulti (17+). A ciascuna fascia corrisponde una diversa strategia di narrazione e interazione, così da calibrare linguaggio, densità informativa, stile visivo e modalità di coinvolgimento.

distinct experimental applications. On the one hand, the digital replica of the *Madonna and Child* was used as the basis for designing an interactive museum experience aimed at enriching the visit and fostering a deeper understanding of the work by the public. On the other hand, the three-dimensional model of the *Saint Ansanus* was used to construct an informed model of the work, conceived as a tool to support asset management and conservation.

The application developed for Crivelli's *Madonna and Child* was conceived as an onsite mediation tool accessed via tablet devices during the museum visit, leveraging augmented reality. Methodologically, the experience was designed for a diverse audience in collaboration with museum experts, establishing three macro-target age brackets: children (5–10 years), youth (11–16 years), and adults (17+). Each group corresponds to a dedicated narrative and interaction strategy, tailoring language, information density, visual style, and engagement mechanisms.

For the 5–10 age bracket, the experience follows a gamified, participatory logic. Upon launching the mode, users are welcomed by a cartoon version of Francesco Podesti, who introduces the experience. Activating the tablet camera, the app recognizes the framed painting via Vuforia image recognition and initiates an interactive narrative path. The core of the experience is the "Reconstruct the Painting's Puzzle" game: the painting is divided into seven puzzle pieces, each linked to a specific iconographic symbol chosen for in-depth explanation [Fig. 03]. When a tile is correctly placed, an explanatory video is triggered featuring Carlo Crivelli, also represented in a cartoon style and animated via AI tools, explaining the meaning of the restored element. To extend a similar experience to other works through the same application, completing the puzzle rewards the user with a collectible digital sticker album featuring other works from the Art



03.

Schermata dell'applicazione sviluppata per l'opera di Carlo Crivelli (modalità Bambini). | Screenshot of the application developed for Carlo Crivelli's artwork (Children's mode).

Per la fascia 5-10 anni, la fruizione è impostata su una logica ludico-partecipativa. All'avvio della modalità, l'utente è accolto da Francesco Podesti in stile cartoon, che introduce l'esperienza. Successivamente si attiva la fotocamera del tablet: tramite Vuforia, l'app riconosce il dipinto inquadrato e avvia un percorso narrativo interattivo.

Il cuore dell'esperienza è il gioco "Ricostruisci il puzzle dell'opera": il dipinto è suddiviso in sette tessere, ciascuna legata a un simbolo iconografico selezionato per l'approfondimento [Fig. 03]. Quando l'utente posiziona correttamente una tessera, viene attivato un contenuto esplicativo, in forma video, in cui Carlo Crivelli, anch'esso rappresentato in stile cartoon e animato tramite strumenti di IA, spiega il significato dell'elemento appena ricomposto. Nella logica di estendere ad altre opere una proposta di fruizione analoga tramite la medesima applicazione, al completamento del puzzle, è prevista una ricompensa sotto forma di album digitale di figurine delle opere della Pinacoteca, pensato per rinforzare motivazione e continuità di esplorazione.

Per ragazzi e adulti l'introduzione è affidata a una rappresentazione di Podesti in stile più realistico; anche

Gallery, designed to reinforce motivation and continuous exploration.

For youth and adults, the introduction is entrusted to a more realistically styled representation of Podesti; here too, initiation occurs by framing the artwork and tracking it with Vuforia.

In the "Youth" section, the experience relies on a 3D model of the painting: the user can rotate, zoom in, and zoom out on the digital replica to inspect details and the painted surface. Interactive hotspots appear on the model at key iconographic symbols: selecting a hotspot triggers an automatic zoom and an audio commentary while maintaining exploratory freedom, favoring a close reading of details that are difficult to perceive during a conventional visit.

For the adult audience, the methodology centers on a more immersive, multimodal experience combining AR and digital storytelling. Following an initial contextualization, the user frames the painting and sees an augmented reality animation overlaid, which "revisits" the scene while maintaining iconographic coherence—introducing movements of the *Madonna and Child*, animating decorative elements, and enhancing background features. An audio guide accompanies the reading, followed



04.

Schermata dell'applicazione sviluppata per l'opera di Carlo Crivelli. Nella modalità Ragazzi l'interazione avviene tramite il modello 3D del dipinto e hotspot cliccabili che attivano contenuti multimediali riferiti ai personaggi e ai dettagli della rappresentazione. | Screenshot of the application developed for Carlo Crivelli's artwork. In the Teen mode, interaction takes place through the 3D model of the painting and clickable hotspots that activate multimedia content related to the figures and details of the composition.

qui l'avvio avviene tramite inquadratura dell'opera e riconoscimento con Vuforia.

Nella sezione "Ragazzi", la fruizione si basa su un modello tridimensionale del dipinto: l'utente può ruotare, ingrandire e ridurre la replica digitale per osservare dettagli e superficie pittorica. Sul modello compaiono pulsanti/hotspot in corrispondenza dei simboli iconografici: la selezione produce zoom automatico sul dettaglio e l'attivazione di un commento audio, mantenendo però la libertà esplorativa, favorendo una lettura ravvicinata di particolari che in visita tradizionale risultano difficili da percepire.

Per il pubblico adulto la metodologia punta su un'esperienza più immersiva e multimediale, che integra AR e storytelling. Dopo una contestualizzazione iniziale, l'utente inquadra il dipinto e vede sovrapposta un'animazione in realtà aumentata che "rivisita" la scena mantenendone coerenza iconografica, inserendo movimenti della Madonna e del Bambino, animazione di elementi decorativi e parti dello sfondo. A supporto, una guida audio accompagna la lettura e, in seguito, compaiono hotspot interattivi sui simboli: la selezione attiva zoom e ulteriori contenuti di approfondimento, strutturando un percorso personalizzato e

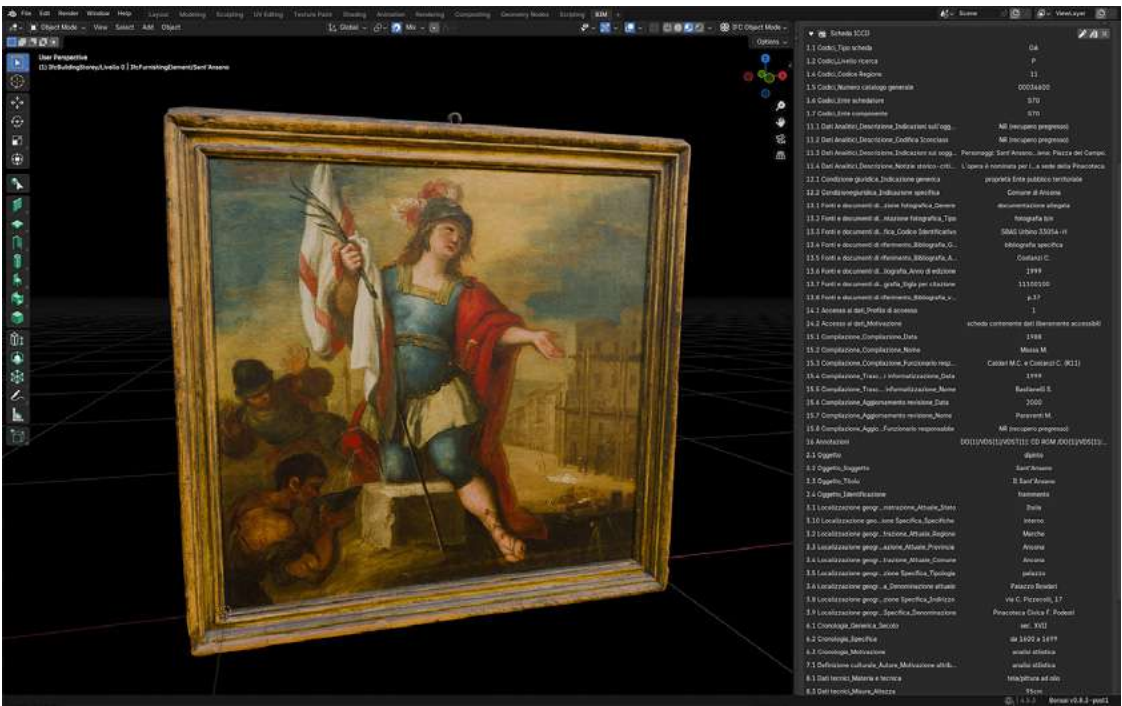
by interactive hotspots appearing over the symbols: selecting them triggers zoom actions and additional deep-dive content, structuring a personalized and multisensory path.

Regarding the *Saint Ansanus*, the digital replica obtained through the digitization process served as the foundation for an informed model of the work aimed at developing a decision-support tool for documentation, management, and conservation. The approach adopted falls within the framework of Museum Building Information Modeling (M-BIM) methodologies, extending the BIM paradigm—traditionally applied to buildings—to museum artifacts, allowing geometric data, metadata, and technical-conservation information to be integrated within a single system.

The informed model of the painting was developed starting from the low-poly 3D replica derived from photogrammetric reconstruction. The model was subsequently reprocessed in Blender software, where the geometry was segmented into the artwork's main structural components—canvas, frame, and rear support structure—allowing for more articulated information management associated with different parts of the artifact. Adopting a simplified version of the model was necessary to ensure computational

05.

Modello informato del Sant'Ansano. Visualizzazione di Ifc_PropertySet Scheda ICCD. | Information model of Sant'Ansano. Visualization of the IFC_PropertySet ICCD record.



multisensoriale.

Per quanto riguarda il Sant'Ansano, la replica digitale ottenuta attraverso il processo di digitalizzazione è stata utilizzata come base per la realizzazione di un modello informato dell'opera, finalizzato allo sviluppo di uno strumento di supporto alla documentazione, alla gestione e alla conservazione del bene. L'approccio adottato si inserisce nel quadro delle metodologie di Museum Building Information Modeling (M-BIM), che estendono il paradigma del BIM – tradizionalmente applicato agli edifici – anche agli oggetti appartenenti alle collezioni museali, consentendo di integrare all'interno di un unico sistema dati geometrici, metadati e informazioni tecnico-conservative. Il modello informato del dipinto è stato sviluppato a partire dalla replica tridimensionale low-poly ottenuta tramite il processo di ricostruzione fotogrammetrica. Il modello è stato successivamente rielaborato all'interno del software Blender, dove la geometria è stata suddivisa nei principali elementi costitutivi dell'opera – tela, cornice e struttura di supporto sul retro – al fine di consentire una gestione più articolata delle informazioni associate alle diverse parti del manufatto. La scelta di utilizzare una versione semplificata del modello si è resa necessaria per garantire una maggiore sostenibilità computazionale e favorire la condivisione e la visualizzazione dei dati anche in ambienti digitali leggeri e applicazioni interattive.

Attraverso l'add-on Bonsai è stato quindi possibile associare alla geometria una struttura informativa conforme allo

sustainability and facilitate data sharing and visualization even in lightweight digital environments and interactive applications. Using the Bonsai add-on, an Industry Foundation Classes (IFC)-compliant information structure was attached to the geometry, organizing metadata into dedicated PropertySets. At the highest hierarchical level, the work was represented by a non-geometric spatial node (empty) assigned to the IfcFurnishingElement class, to which identification and descriptive metadata were linked, structured according to ICCD cataloging standards. Associated attributes include asset identification codes, location, chronology, museum placement, and inventory records. To integrate diagnostic investigation results into the model, the canvas geometry was duplicated and textured using images derived from multispectral acquisitions (IR720, IR850, IR950, IR1050), as well as ultraviolet and raking-light images. These models were instantiated as IFC elements and aggregated under the canvas information structure, allowing various diagnostic datasets to be directly linked to the 3D model.

To make the data contained within the informed model accessible and queryable, a mobile application was developed using Unity software. The IFC model was imported into the development environment via IfcImporter, maintaining the information structure defined in Blender. Within the application's interface, dynamic information canvases were inserted, displaying parameters associated with the various PropertySets via queryable tables. The application features two main operational

standard IFC, organizzando le informazioni in specifici *PropertySet*. A livello gerarchico superiore l'opera è stata rappresentata tramite un elemento privo di geometria (empty) attribuito alla classe IfcFurnishingElement, al quale sono stati collegati i dati identificativi e descrittivi dell'opera strutturati secondo gli standard di catalogazione ICCD. Tra le informazioni associate rientrano i dati relativi all'identificazione del bene, alla localizzazione, alla cronologia, alla collocazione museale e ai dati inventariali. Al fine di integrare nel modello anche i risultati delle indagini diagnostiche, la geometria della tela è stata duplicata e texturizzata con le immagini derivanti dalle acquisizioni multispettrali (IR720, IR850, IR950, IR1050), oltre che con immagini ottenute tramite luce ultravioletta e luce radente. Tali modelli sono stati a loro volta istanziati come elementi IFC e aggregati alla struttura informativa della tela, consentendo di associare direttamente al modello tridimensionale le diverse informazioni diagnostiche. Per rendere accessibili e consultabili i dati contenuti nel modello informato è stata infine sviluppata un'applicazione per dispositivi mobili, realizzata tramite il software Unity. Il modello IFC è stato importato all'interno dell'ambiente di sviluppo tramite IfcImporter, mantenendo la struttura informativa definita in Blender. All'interno dell'interfaccia dell'applicazione sono stati inseriti diversi canvas informativi, che consentono di visualizzare le informazioni associate ai vari *PropertySet* tramite tabelle consultabili dall'utente. L'applicazione prevede due modalità principali di utilizzo. In una prima modalità da remoto, l'utente può visualizzare il modello tridimensionale dell'opera e consultare le informazioni relative al dipinto, alle sue singole componenti e al processo di digitalizzazione. Inoltre, è possibile attivare la visualizzazione delle indagini diagnostiche tramite lo switch delle texture applicate alla geometria del modello. In una seconda modalità basata sulla realtà aumentata, implementata tramite il sistema di riconoscimento di immagini Vuforia, l'utente può inquadrare il dipinto con il dispositivo mobile e sovrapporre al supporto pittorico reale il modello informato, accedendo direttamente ai dati e alle analisi diagnostiche.

CONCLUSIONI

La sperimentazione condotta dimostra come la replica digitale delle opere d'arte possa rappresentare uno strumento strategico capace di connettere ambiti tradizionalmente distinti, quali la fruizione museale, la documentazione e la conservazione del patrimonio. Attraverso la digitalizzazione ad alta risoluzione di due opere della Pinacoteca Civica "Francesco Podesti" di Ancona, il lavoro ha evidenziato



06.

Schermate dell'applicazione sviluppata per il Sant'Ansano. Sulla sinistra, interazione da remoto con il modello 3D e tabella informativa, sulla destra, interazione con il dipinto AR e visualizzazione delle indagini diagnostiche. | Screenshots of the application developed for the Sant'Ansano. On the left, remote interaction with the 3D model and information table; on the right, interaction with the AR painting and visualization of diagnostic analyses.

modes. In a remote mode, the user can view the 3D model of the artwork and consult information regarding the painting, its individual components, and the digitization process. Furthermore, users can toggle diagnostic imaging views by switching the textures applied to the model geometry. In an augmented reality mode, implemented via Vuforia image recognition, the user can frame the painting with a mobile device to overlay the informed model directly onto the real painted support, granting direct access to data and diagnostic analysis.

CONCLUSIONS

This experimental project demonstrates that high-resolution digital replicas can serve as a strategic bridge connecting traditionally separate domains within cultural heritage: museum display, scientific documentation, and conservation. Through the high-definition digitization of two masterworks at the "Francesco Podesti" Civic Art Gallery in Ancona, this research highlights the capacity

il potenziale delle tecnologie digitali nel generare nuove forme di accesso e di interpretazione del bene culturale, mantenendo al contempo un forte legame con la materialità dell'opera originale.

Da un lato, lo sviluppo dell'applicazione in realtà aumentata dedicata alla Madonna col Bambino di Carlo Crivelli ha permesso di sperimentare modalità di fruizione differenziate in funzione dei diversi target di pubblico, integrando elementi di storytelling, interazione e contenuti multimediali. L'esperienza proposta dimostra come la replica digitale possa diventare uno strumento di mediazione culturale, capace di ampliare le possibilità di lettura dell'opera e di favorire un coinvolgimento attivo del visitatore all'interno dello spazio museale.

Dall'altro lato, la realizzazione del modello informato del Sant'Ansano ha consentito di esplorare il ruolo delle tecnologie di modellazione informativa nel supportare le attività di documentazione e gestione del patrimonio. L'integrazione tra modello tridimensionale, dati catalografici e risultati delle indagini diagnostiche ha permesso di costruire un sistema informativo multilivello in grado di rendere accessibili informazioni complesse in maniera strutturata e interrogabile. Questo approccio, riconducibile alle metodologie di Museum Building Information Modeling, evidenzia il potenziale dei modelli informati come strumenti di supporto alle attività di conservazione, ricerca e gestione delle collezioni museali.

Nel complesso, la ricerca conferma come le tecnologie digitali possano contribuire a ridefinire il ruolo del museo contemporaneo, non soltanto come luogo di conservazione della memoria, ma come laboratorio di conoscenza condivisa e innovazione culturale, in cui la documentazione scientifica del patrimonio diventa il punto di partenza per lo sviluppo di nuove forme di narrazione, accesso e tutela delle opere d'arte. Le sperimentazioni presentate costituiscono inoltre una base metodologica replicabile anche per altre opere e collezioni museali. In particolare, l'approccio integrato tra digitalizzazione ad alta risoluzione, modellazione informativa e applicazioni immersive può essere esteso ad altri contesti museali per supportare sia la valorizzazione del patrimonio sia le attività di conservazione preventiva e gestione delle informazioni. Future ricerche potranno approfondire l'integrazione di questi sistemi all'interno di piattaforme digitali più ampie, in grado di connettere modelli informati delle opere, spazi museali e sistemi informativi delle istituzioni culturali, contribuendo allo sviluppo di ecosistemi digitali sempre più aperti e interoperabili per la gestione e la fruizione del patrimonio culturale.

of digital tools to generate novel avenues for heritage access and interpretation while maintaining a strong connection to the physical materiality of the original artifact.

On the one hand, the AR application developed for Carlo Crivelli's *Madonna and Child* showcases how digital replicas can act as tools for cultural mediation. By tailoring interactive storytelling and multimedia content to distinct target audiences, the system enriches the visitor's interpretative capacity and fosters active engagement within the physical museum space.

On the other hand, the development of the M-BIM informed model for the *Saint Ansanus* illustrates the value of information modeling technologies for heritage documentation and management. Combining 3D geometry, cataloging standards, and multispectral diagnostic records creates a multi-layered information ecosystem that makes complex analytical data easily accessible, structured, and queryable. This approach underscores the potential of informed 3D models as decision-support systems for preventive conservation, academic research, and collection management.

In conclusion, this research confirms that digital technologies can help redefine the role of the contemporary museum—transforming it from a static repository of memory into an active laboratory for shared knowledge and cultural innovation. Crucially, scientifically rigorous documentation serves as the single foundation for both public-facing narratives and professional conservation workflows.

The methodologies presented here provide a scalable, replicable framework applicable to other collections and institutional contexts. Integrating high-resolution digitization, M-BIM information modeling, and AR visualization offers a robust path forward for both heritage enhancement and long-term preventive conservation. Future research will explore integrating these individual models into broader digital platforms, linking artwork-level models with architectural BIM models of museum spaces and institutional databases to build open, interoperable digital ecosystems for cultural heritage management.

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI | BIBLIOGRAPHICAL REFERENCES

Bekele, M. K., et al. (2018). A survey of augmented, virtual, and mixed reality for cultural heritage. *ACM Journal on Computing and Cultural Heritage*, 11(2), Article 7.

Clini, P., Nespeca, R., Angeloni, R., Mei, O., & Ferretti, U. (2025). Dalla vetrina al territorio: Repliche digitali per la realtà mista nel parco archeologico di Forum Sempronii. *Archeologia e Calcolatori*, 36(1), 341–356.

Ferretti, U., Quattrini, R., & D'Alessio, M. (2022). A comprehensive HBIM to XR framework for museum management and user experience in Ducal Palace at Urbino. *Heritage*, 5, 1551–1571.

Lo Turco, M., Giovannini, E. C., & Tomalini, A. (2022). Parametric and visual programming BIM applied to museums, linking container and content. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 11.

Mandarano, N. (2021). *Musei e media digitali*. Carocci Editore.

Mitrakas, N., & Tsihouridis, C. (2025). Extended reality in science learning: A comparative study of real, virtual, and mixed environments. In International Conference on Extended Reality (pp. 62–81). Springer Nature Switzerland.

Munoz-Cádiz, J., Mariotti, C., Nespeca, R., & Bolognese, L. (2025). A methodology for integrating the CIDOC-CRMba ontology into the IFC schema to support spatial analysis in archaeological heritage. *Digital Applications in Archaeology and Cultural Heritage*, 37.

Quattrini, R., Gasparetto, F., Angeloni, R., & D'Alessio, M. (2019). Modelli digitali per comunicare il patrimonio e l'intervento di restauro: Palazzetto Baviera di Senigallia. *Archeomatica*, (3).

Remondino, F., & Campana, S. (2014). *3D recording and modelling in archaeology and cultural heritage*. British Archaeological Reports.

Ruocco, C. C. (2025). Virtual museums: From enthusiasm to misunderstanding. *Umanistica Digitale*, (19).

Triolo, P. (2023). Tecniche di imaging computazionale RTI in ambito multispettrale per lo studio della Madonna con il Bambino di Carlo Crivelli in Palazzo Buonaccorsi. In *Il restauro della Madonna di Macerata di Carlo Crivelli: La riscoperta di un capolavoro su tela*.

Tucci, G., et al. (2019). M-BIM: A new tool for the Galleria dell'Accademia di Firenze. *Virtual Archaeology Review*, (21), 40–55.

Numero a cura di | Issue edited by
Laura Baratin
Marcello Balzani
Francesca Gasparetto
Luca Rossato

Direttore responsabile | Executive Eeditor
Paolo Maggioli

Direttore | Editor in Chief
Marcello Balzani

Vicedirettore | Vice Editor in Chief
Nicola Marzot

Comitato editoriale | Editorial committee
Federica Maletti
Fabiana Raco
Luca Rossato
Martina Suppa

Comitato scientifico | Scientific committee
Alessandro Luigini (Libera Università di Bolzano)
Alfred Rütten (Friedrich Alexander Universität Erlangen-Nürnberg, Germania)
Ana Tagliari (UNICAMP, Brasile)
Enrico Cicaló (Università degli Studi di Sassari)
Francesca Fatta (Università Mediterranea di Reggio Calabria)
Franco Purini (Sapienza Università di Roma)
Livio Sacchi (Università degli Studi G. D'Annunzio - Chieti/Pescara)
Manuel Gausa (Università di Genova)
Marco Maretto (Università di Parma)
Marco Triscioglio (Politecnico di Torino)
Meghal Arya (CEPT University, India)
Ricky Burdett (London school of economics, UK)
Stefano Brusaporci (Università dell'Aquila)
Thomas Herzog (Technische Universität München, Germania)
Valter Caldana (Universidade Presbiteriana Mackenzie, Brasile)
Wilson Florio (Universidade Presbiteriana Mackenzie, Brasile)
Winy Maas (TU Delft, Paesi Bassi)

Redazione | Editorial board
Gabriele Giau
Greta Montanari
Fabio Planu
Dario Rizzi

Progetto grafico | Graphics
Plam Creative Studio

Impaginazione | Layout
Plam Creative Studio
Collaborazioni | Contributions
Per l'invio di articoli e comunicati si prega di fare riferimento al seguente indirizzo e-mail: bzm@unife.it
For sending articles and press releases, please refer to the following e-mail address: bzm@unife.it

Direzione | Publisher
Maggioli Editore, Via del Carpino, 8
47822 Santarcangelo di Romagna (RN)
tel. 0541 628111 - fax 0541 622100
Maggioli Editore è un marchio Maggioli s.p.a.

Copertina | Cover
Immagine tratta dal lavoro I gatti del Louvre di Taiyō Matsumoto. © Taiyō Matsumoto / Shōgakukan.
Per l'edizione italiana: © Edizioni BD (J-POP Manga).
Riproduzione per scopi di critica e ricerca scientifica ai sensi dell'Art. 70 L. 633/1941.

Image taken frōm Taiyo Matsumōto's "The Cats of the Louvre". © Taiyo Matsumoto / Shogakukan.
For the Italian edition: © Edizioni BD (J-POP Manga).
Reproduced for the purposes of criticism and scientific research in accordance with Article 70 of Law 633/1941.



Le immagini utilizzate nella rivista rispondono alla pratica del fair use (Copyright Act 17 U.S.C. 107) recepita per l'Italia dall'articolo 70 della Legge sul Diritto d'autore che ne consente l'uso a fini di critica, insegnamento e ricerca scientifica a scopi non commerciali.