il giornale dell'ARCHITETTURA.com
MAGAZINE LIBERO E INDIPENDENTE SULLE CULTURE DEL PROGETTO E DELLA CITTÀ



IA nel restauro, dispositivi di conoscenza

IA nel restauro, dispositivi di conoscenza

Negli interventi sul patrimonio costruito le intelligenze artificiali supportano i processi. Ma non possono sostituire il giudizio critico

LEGGI GLI ALTRI ARTICOLI DELL' INCHIESTA

Published 27 gennaio 2026 – © riproduzione riservata

Che cosa significa parlare di **intelligenza artificiale** quando il progetto non **riguarda** il nuovo, ma **il patrimonio storico e monumentale?** Se l'AI introduce nel progetto una forma di creatività sintetica, distinta e non sovrapponibile alla creatività umana, che cosa accade quando l'architettura non è chiamata a generare forme, ma a interpretare materia, storia e trasformazioni stratificate sull'esistente?

Nel restauro architettonico la questione non è l'opposizione tra creatività umana e algoritmica, ma il rapporto tra aumento della conoscenza e automatizzazione della scelta. Qui **l'IA può ampliare in modo significativo la capacità di leggere il costruito – superfici, degradi,**

stratigrafie, comportamenti nel tempo – ma incontra un **limite strutturale** nel momento in cui la conoscenza dovrebbe tradursi in decisione progettuale. È in questa soglia che il restauro si distingue da altri ambiti del progetto.

Si amplia lo sguardo del progettista

Nel patrimonio costruito, **l'intelligenza artificiale** si configura innanzitutto come strumento di analisi. In particolare, le applicazioni di ***deep learning*** basate su reti neurali convolutive hanno mostrato una crescente efficacia nella lettura delle superfici storiche, nel riconoscimento di pattern di degrado, nella comparazione di immagini nel tempo e nell'individuazione di ricorrenze difficilmente leggibili attraverso l'osservazione diretta. In questi ambiti **l'IA non sostituisce l'esperienza del progettista, ma ne estende lo sguardo,** rendendo gestibili quantità di dati e scale di osservazione prima difficilmente affrontabili.
Un campo di applicazione particolarmente promettente riguarda la lettura delle stratigrafie murarie e la mensiocronologia. Addestrata su immagini metriche ad alta risoluzione, l'IA può supportare l'individuazione di tessiture, apparecchi murari e ricorrenze dimensionali, offrendo analisi comparative su ampie porzioni di costruito. Anche in questo caso, tuttavia, **il contributo resta conoscitivo**: l'IA non *data* automaticamente una muratura, ma rende più leggibili relazioni e differenze che richiedono comunque un'interpretazione storica e critica, fondata sul contesto e sull'esperienza disciplinare.
Applicazioni recenti mostrano come questi approcci possano essere efficacemente testati anche su contesti complessi del patrimonio italiano, come nel caso delle indagini condotte sulle murature della Basilica di Sant'Antonio a Padova.
Questi risultati vanno tuttavia letti alla luce dei limiti strutturali del *deep learning* messi in evidenza da **Melanie Mitchell**. Come l'autrice ha mostrato, **le reti neurali convolutive,** pur essendo architetture efficaci nel riconoscimento di pattern visivi, **non dispongono di capacità autonome di astrazione, attribuzione di senso o generalizzazione oltre il dominio ristretto su cui vengono addestrate.** La loro affidabilità cresce con la quantità dei dati, ma non supera una soglia concettuale: i modelli riconoscono ricorrenze, senza comprendere realmente ciò che osservano né il contesto storico-materiale in cui tali ricorrenze si manifestano.
Nel patrimonio storico, dove le superfici sono sistemi aperti, stratificati e non standardizzabili, questo limite non è marginale. Al contrario, **chiarisce perché l'IA possa essere uno**

strumento potente di lettura e confronto, ma non un dispositivo capace di sostituire il giudizio critico richiesto dall'interpretazione della materia storica.

La centralità delle sorgenti del dato

Molte sperimentazioni falliscono non per limiti intrinseci degli algoritmi, ma per una scelta inadeguata delle sorgenti del dato e delle condizioni di addestramento. Le prestazioni dei modelli di *deep learning* risultano infatti fortemente sensibili a variazioni di luce, condizioni ambientali, materiali e sovrapposizione dei fenomeni, aspetti che rendono le superfici storiche sistemi aperti e difficilmente standardizzabili.
Per la lettura del degrado e delle superfici storiche, il dato nativo non è la nuvola di punti, ma **l'immagine fotogrammetrica georeferenziata**, su cui i sistemi di visione artificiale possono operare in modo più affidabile. Anche nella lettura stratigrafica, l'immagine ad alta risoluzione costituisce la base analitica, mentre il modello tridimensionale svolge un ruolo di controllo metrico e geometrico. Questa distinzione non è solo tecnica, ma culturale: riconosce che molte informazioni decisive nel restauro sono prima di tutto percettive e comparative, e che i limiti del riconoscimento automatico emergono proprio laddove la variabilità storica diventa più significativa.

IA, BIM e patrimonio storico

Il tema del BIM applicato al restauro merita una riflessione critica. Nato come strumento parametrico fondato sulla ripetibilità degli elementi, il BIM **fatica a rappresentare la complessità e la non serialità del patrimonio storico,** dove la morfologia degli elementi architettonici e strutturali e la loro consistenza materiale non sono mai davvero uguali. Se il suo impiego risulta efficace in ambito impiantistico, mostra limiti evidenti già sul piano strutturale e ancor più nella lettura del costruito storico.
E tuttavia il BIM risponde a un'esigenza reale: **offrire un ambiente digitale condiviso tra progettisti, stazioni appaltanti e imprese.** In questo quadro, l'AI può svolgere un ruolo correttivo, non rendendo il modello più vero, ma aiutando a leggere differenze, eccezioni e irregolarità che sfuggono alla logica parametrica. Il modello informativo diventa così uno strumento di coordinamento e mediazione, non una rappresentazione esaustiva della realtà storica.

Monitoraggio e manutenzione programmata

È nel monitoraggio nel tempo che l'IA mostra oggi uno dei contributi più concreti. In contesti complessi ed estesi, come i grandi siti archeologici, l'uso integrato di immagini satellitari, droni, ispezioni da terra, sensoristica e algoritmi di riconoscimento consente di costruire una memoria dinamica del comportamento del patrimonio. Esperienze come quella avviata a Pompei mostrano come **l'IA possa supportare l'individuazione di anomalie e l'analisi delle loro evoluzioni**, orientando strategie di manutenzione programmata.
Anche qui, però, la catena decisionale resta chiara: il monitoraggio produce dati, la valutazione richiede competenze esperte, la decisione sull'intervento non è delegata all'algoritmo. Il valore dell'IA non risiede nella promessa di una previsione automatica, ma nella possibilità di passare da una conservazione reattiva a una gestione consapevole nel tempo.

Formazione e responsabilità

L'introduzione dell'intelligenza artificiale nel restauro pone infine una questione centrale sul piano della formazione. Non si tratta di insegnare l'uso di software destinati a rapida obsolescenza, ma di **educare progettisti capaci di interrogare criticamente gli strumenti intelligenti,** riconoscendone potenzialità e limiti. Senza questa consapevolezza, l'IA rischia di essere assunta come scorciatoia operativa o come nuova forma di neutralità apparente.
Nel patrimonio storico, l'aumento della conoscenza non coincide mai con l'automatizzazione della scelta. La decisione resta un atto interpretativo e responsabile, non delegabile. È in questa relazione asimmetrica tra strumenti intelligenti e giudizio umano che si gioca oggi il contributo più fecondo dell'intelligenza artificiale al progetto di restauro.
Immagine di copertina generata con IA

Lorenzo Fornaciari, 2025, "AI and Deep Learning for Image-Based Segmentation of Ancient Masonry: A Digital Methodology for Mensiochronology of Roman Brick", *Heritage*, 8, 241;
Xiaoli Fu, Niwat Angkawisittpan, 2024, "Detecting surface defects of heritage buildings based on deep learning", *Journal of Intelligent Systems*, 33 (1);

Melanie Mitchell, "L'intelligenza artificiale. Una guida per esseri umani pensanti", Torino, Einaudi, 2021;
Louis Vandenabeele, Dimitrios Loverdos, Marius Pfister, Vasilis Sarhosis, 2024, "Deep Learning for the Segmentation of Large-Scale Surveys of Historic Masonry: A New Tool for Building Archaeology Applied at the Basilica of St Anthony in Padua", *International Journal of Architectural Heritage*, 18:11, 1749-1761;
Gabriel Zuchtriegel, Alessandra Zambrano, Vincenzo Calvanese, 2024, "Dal monitoraggio alla manutenzione programmata: l'approccio multilivello adottato per il sito archeologico di Pompei", *Convegno internazionale 60° 1964-2024 Carta di Venezia. Riflessioni teoriche e prassi operative nel progetto di restauro,* a cura di Susanna Caccia Gherardini, Maurizio De Vita, 2/2024, Firenze University Press, 532-537.

Autore

Sergio Bettini

Architetto e docente di Storia dell'Architettura e di Restauro presso l'Accademia di Architettura di Mendrisio, Università della Svizzera Italiana. Affianca la ricerca storico-scientifica alla pratica professionale, integrando la progettazione con un aggiornamento continuo su tecnologie e materiali di ultima generazione. Da oltre vent'anni Studio Bettini Architetti Associati si occupa di restauro monumentale, riuso del costruito, allestimento degli interni. Opera su commissioni pubbliche e private nei contesti storici più delicati. Propone un approccio innovativo al design inclusivo per sviluppare soluzioni progettuali che integrino accessibilità e inclusività, rispettando e valorizzando il patrimonio esistente