

# L'IU

## L'INGEGNERE UMBRO



PERIODICO DELL'ORDINE DEGLI INGEGNERI DELLA PROVINCIA DI PERUGIA

# SOMMARIO



In copertina:

Suggestiva immagine della Piazza Grande di Gubbio (PG) nel corso della Festa dei Ceri (15 Maggio 2019)

(Fotografia di Francesco Tini)

## 5 EDITORIALE

*Stefano Mancini*

## 6 LA CITTÀ DI PERUGIA CONSEGNA A MASSIMO MARIANI IL BAIOTTO D'ORO

La Città di Perugia ha onorato Massimo Mariani conferendogli il riconoscimento del Baiocco d'oro che il Comune assegna ai cittadini eccellenti che si sono particolarmente distinti

*La Redazione*

## 8 SECURE SHELTER, INTELLIGENZA ARTIFICIALE AL SERVIZIO DELL'INGEGNERIA CIVILE

Aumento della sicurezza, continuità di funzione e riduzione dei costi di manutenzione grazie alle tecniche predittive

*Tommaso Vicarelli*

## 13 MOBILITÀ DEL FUTURO IN UMBRIA

Come poter rinunciare all'auto e vivere felici

*Fabio Maria Ciuffini*

## 18 PROJECT MANAGEMENT E MODELLI DIGITALI

Applicazione del modello digitale "BIM" (Building Information Modeling) e coordinamento con i processi di project management

*Elisabetta Roviglioni*

## 23 ARCHITETTURA, ACUSTICA E ARTE

Racconto della Visita Tecnica organizzata dalla Commissione Acustica e Meccanica, dalla Commissione Pianificazione e Architettura e dalla Fondazione dell'Ordine degli Ingegneri al MAXXI - Museo Nazionale delle Arti del XXI secolo e all'Auditorium Parco della Musica di Roma

*Massimo Palombo*

## 29 EVENTO EDUCATIVO/FORMATIVO SULLA RIDUZIONE DEL RISCHIO SISMICO

Iniziativa nelle Scuole Umbre della Commissione Protezione Civile dell'Ordine degli Ingegneri di Perugia in collaborazione con la rete RESISM

*Francesco Chidichimo, Alessandro Severi*

L'INGEGNERE UMBRO - n°109 – anno XXVII – Giugno 2019

Direttore Responsabile: Giovanni Paparelli

Redattore Capo: Alessio Lutazi

Segretario di Redazione: Alessandro Piobbico

In Redazione: Livia Arcioni, Federica Castori, Raffaele Cericola, Giulia De Leo, Michela Dominici, Giuliano Mariani.

Collaboratori: Francesco Asdrubali, Paolo Belardi, Simone Bori, Michele Castellani, Guido De Angelis, Lamberto Fornari, Pietro Gallina, Antonello Giovannelli, Renato Morbidelli, Massimo Pera, Enrico Maria Pero, Alessandro Rocconi, Carla Saltalippi, Gianluca Spoletini.

Hanno collaborato inoltre a questo numero: Francesco Chidichimo, Fabio Maria Ciuffini,

Massimo Palombo, Elisabetta Roviglioni, Alessandro Severi.

Grafica e impaginazione: Le Mani di Mary S.r.l. - Perugia.

Stampa e Pubblicità: Litograf Todi s.r.l.

Questo numero è stato stampato in 6000 copie.

La Rivista viene inviata in abbonamento gratuito a chiunque ne fa richiesta. L'Editore garantisce la massima riservatezza dei dati forniti dagli abbonati e la possibilità di richiederne gratuitamente la rettifica o la cancellazione. Le informazioni custodite verranno utilizzate al solo scopo di inviare agli abbonati la Rivista e gli allegati (legge 196/03 - tutela dei dati personali). Tutti i diritti sono riservati. È vietata la riproduzione anche parziale, eseguita con qualsiasi mezzo, di ogni contenuto della Rivista, senza autorizzazione scritta. Sono consentite brevi citazioni con l'obbligo di menzionare la fonte. Testi, foto e disegni inviati non saranno restituiti.

# EDITORIALE



*Care colleghe e colleghi, sono passati quasi due anni dall'insediamento dell'attuale Consiglio dell'Ordine; speravamo di lasciarci alle spalle i periodi difficili, invece, purtroppo, ancora oggi ci troviamo a dover far fronte alle problematiche che, quotidianamente, l'esercizio della professione ci pone.*

*Come dal primo giorno, il Consiglio è sempre a disposizione, e io in prima persona, per accogliere e farsi portavoce nelle opportune sedi, delle esigenze, richieste e osservazioni degli iscritti; il nostro impegno è costantemente diretto alla tutela e valorizzazione del ruolo e dei compiti connessi all'esercizio della professione,*

*nell'interesse della comunità.*

*In stretto rapporto con la Rete delle Professioni Tecniche dell'Umbria forte del suo ruolo di rappresentante di circa 11.000 professionisti umbri, stiamo portando avanti con le Istituzioni un rapporto in parte proficuo; resta ancora aperto il grande problema della ricostruzione.*

*A tal proposito, il questionario che vi abbiamo inviato, è di fondamentale importanza per individuare criticità e problematiche; la sintesi delle vostre indicazioni ci permetterà di organizzare in collaborazione con l'Ufficio Speciale Ricostruzione Umbria, un momento di approfondimento finalizzato a dirimere le questioni rimaste in sospeso.*

*L'Ordine di Perugia, con i suoi 3000 ingegneri, rappresenta un bacino di eccellenze e competenze professionali; nell'ottica di una costante attenzione a ogni settore di appartenenza, cercheremo, inoltre, di supportare con particolare energia anche ai nuovi ambiti in cui operano gli ingegneri iscritti all'albo come i settori dell'informazione, industriale, meccanico, per un coinvolgimento sempre maggiore di tutti gli iscritti alla vita associativa.*

*Il confronto è sempre positivo e vogliamo che gli scambi di idee siano continui: la porta dell'Ordine è sempre aperta, perché l'Ordine è di tutti gli ingegneri.*

Stefano Mancini

*Presidente Ordine degli Ingegneri della Provincia di Perugia*



## LA CITTÀ DI PERUGIA CONSEGNA A MASSIMO MARIANI IL BAIOTTO D'ORO

### *La Redazione*

La Città di Perugia ha onorato Massimo Mariani conferendogli il riconoscimento del Baiocco d'oro che il Comune assegna ai cittadini eccellenti che si sono particolarmente distinti. Tra i maggiori esperti in Italia e all'estero nel Consolidamento e Restauro di edifici monumentali, Ingegnere e Architetto, con Lauree Magistrali e abilitato in entrambe le professioni, Mariani ha ricevuto il simbolo della città dal sindaco Andrea Romizi e dall'Assessore alla Cultura Maria Teresa Severini, nel corso di una cerimonia svoltasi lo scorso 26 marzo 2019 in una Sala dei Notari gremita di colleghi, amici e estimatori. Storico Presidente dell'Ordine degli Ingegneri di Perugia

per oltre 15 anni, dal 2011 è Consigliere del Consiglio Nazionale degli Ingegneri con delega alla Cultura, alla Geotecnica, ai Grandi Rischi Idrogeologici e sismici, al Consolidamento degli edifici e alla divulgazione scientifica, componente del Centro Studi del C.N.I. e Presidente del Centro Studi Sisto Mastrodicasa; fino a pochi mesi fa è stato Presidente degli Ingegneri Civili d'Europa (E.C.C.E.) e, attualmente, è componente del Comitato Tecnico Scientifico al fianco del Commissario per la ricostruzione Post-sismica dell'Italia Centrale.

Le sue nuove teorie sul sisma verticale e sulla "memoria del danno" rappresentano oggi la frontiera avveniristica per poter prevenire i danni





strutturali più gravi su immobili e beni monumentali.

“Con le sue elevate capacità – dice il sindaco Romizi nella motivazione dell’onorificenza – la sua carriera costellata di successi e di riconoscimenti, con la sua cultura, che lo rende uno dei massimi esperti a livello internazionale, Massimo Mariani ha saputo dare lustro alla nostra città ed è giusto che Perugia sappia valorizzare le sue eccellenze”. Non a caso, il prezioso riconoscimento all’attività scientifica, didattica e culturale di Massimo Mariani, è avvenuto nell’ambito di un importante momento di confronto promosso per la stessa mattina dal Comune di Perugia, C.N.I., Ordine degli Ingegneri della Provincia di Perugia, Ordine degli Architetti della Provincia di Perugia e Collegio dei Geometri della Provincia di Perugia sulle “Nuove interpretazione del sisma e nuovi metodi di intervento di consolidamento strutturale”.

Ne hanno sottolineato lo spessore umano e professionale lo stesso presidente dell’Ordine degli Ingegneri di Perugia Stefano Mancini, la presidente dell’Ordine degli Architetti della città, Maria Luisa Guerrini e il Presidente del Collegio dei Geometri della Provincia di Perugia, Enzo Tonzani. A Mariani è stato rivolto anche l’omaggio dell’Accademia di Belle Arti di Perugia, da parte del prof. Luciano Tittarelli, che ha ricordato i tanti momenti all’insegna del disegno, condivisi con lo stesso Mariani, già

consigliere del Consiglio di Amministrazione dell’Accademia, mentre Paolo Anderlini, in rappresentanza della Fondazione dell’Ordine degli Ingegneri della Provincia di Perugia, ha consegnato al Comune di Perugia i primi tre volumi della collana tecnica edita dalla stessa Fondazione per i professionisti. Infine, i saluti di Claudio Minciotti, Vicepresidente del Centro Studi Sisto Mastrodicasa, di cui Massimo Mariani è Presidente.

A portare i saluti iniziali del Comune di Perugia è stato l’assessore Massimo Perari, che ha sottolineato l’importanza del confronto sui temi del convegno, in una regione, come l’Umbria, ricca di un patrimonio an-

tico da tutelare e difendere. A quello di Perari sono, quindi, seguiti, gli interventi tecnici di Gianluca Fagotti, Ufficio Speciale Ricostruzione Umbria che ha parlato di “Riflessioni sulla Sicurezza Sismica degli edifici: dall’analisi del danneggiamento alla riduzione della vulnerabilità” e Alessandro De Maria, Servizio Rischio Sismico Regione Umbria su “Terremoti, analisi dei danni e interventi: passato, presente e futuro”. Momento centrale del convegno è stata la lectio magistralis dedicata proprio a Palazzo dei Priori e agli interventi di messa in sicurezza realizzati in passato a tutela della cosiddetta “memoria del danno”, concetto, questo molto caro all’ingegner Mariani.

“È un momento di commozione e di gioia questo riconoscimento. Proviene dalla mia comunità e questo è motivi di orgoglio perché smentisce anche l’antico adagio che nemo profeta in patria. Voglio dedicare questo riconoscimento a tutti i miei allievi, sperando che correggano i miei studi come io ho corretto quelli dei miei straordinari maestri, ai quali parimenti dedico il premio e ai colleghi perché siamo una grande famiglia e, come me, molti altri portano la cultura della nostra Perugia ovunque”.



## SECURE SHELTER, INTELLIGENZA ARTIFICIALE AL SERVIZIO DELL'INGEGNERIA CIVILE



Aumento della sicurezza,  
continuità di funzione  
e riduzione dei costi  
di manutenzione grazie  
alle tecniche predittive

di Tommaso Vicarelli

Sul piano civile, la prevenzione sismica, la protezione del patrimonio storico ed edilizio e soprattutto il mantenimento di funzione infrastrutturale - si pensi al caso del ponte Morandi a Genova - sono divenute una necessità impellente.

Un numero crescente di edifici e infrastrutture è stato oggetto di massicci interventi di consolidamento nel corso degli ultimi anni.

La manutenzione di tali beni è diventata una necessità sia per motivi di sicurezza - abitativa e personale - che per motivi logistici ed economici. Sempre con riferimento al ponte Morandi di Genova, il suo crollo ha purtroppo causato numerose vittime e portato con sé una serie di spiacevoli conseguenze.

Tra queste un numero crescente di sfollati dalla zona rossa nei pressi del ponte e la paralisi di un'arteria viaria fondamentale per la città e per il Paese.

Alla stessa maniera sul piano industriale, e in particolare nel settore dei proprietari e gestori di impianti energetici produttivi, di quelli delle infrastrutture per le telecomunicazioni o per la trasmissione di energia elettrica, la manutenzione infrastrutturale rappresenta un problema legato alla sicurezza, alla continuità di funzione e agli elevati costi di manutenzione. In entrambi gli ambiti - civile e industriale - dunque, la problematica della manutenzione rimane all'ordine del giorno. Differenza tra i due settori

risulta essere solo quella della percezione dell'urgenza di operare in tale frangente. Infatti, mentre dal punto di vista delle strutture e infrastrutture civili - dove per civili si intendono beni sia pubblici che privati - la domanda è per lo più inespressa in relazione al cospicuo patrimonio, nel settore industriale questa è ben chiara e manifesta dagli operatori, ai gestori e alle aziende che si occupano di operare e mantenere (O&M) il patrimonio.

È infatti indubbio che nel settore industriale le problematiche della sicurezza e, più ancora quelle economiche, acquisiscono una valenza maggiore.

Prendendo ad esempio il segmento delle *wind farm*, basti pensare che la rottura di una o più pale eoliche in un parco fotovoltaico, comporta una duplice problematica a livello economico-finanziario: quella legata al costo di riparazione e quella legata alla mancata produzione di energia. Qualunque sia la causa della rottura di una struttura o una infrastruttura - forte caldo o freddo, venti di alta intensità, terremoti, usura, mareggiate e/o erosioni varie - alla base di tutto c'è sempre il deterioramento del bene in oggetto.

Per intervenire sul deterioramento prima del raggiungimento del punto critico di rottura, va operata una manutenzione del bene.

Manutenzione che non può essere effettuata a priori senza conoscere lo

stato di salute dello stesso. Per comprendere quindi lo stato di salute di una struttura o di un'infrastruttura diventa necessario operare un monitoraggio che consenta di pianificare le tempistiche e le modalità di intervento da effettuare.

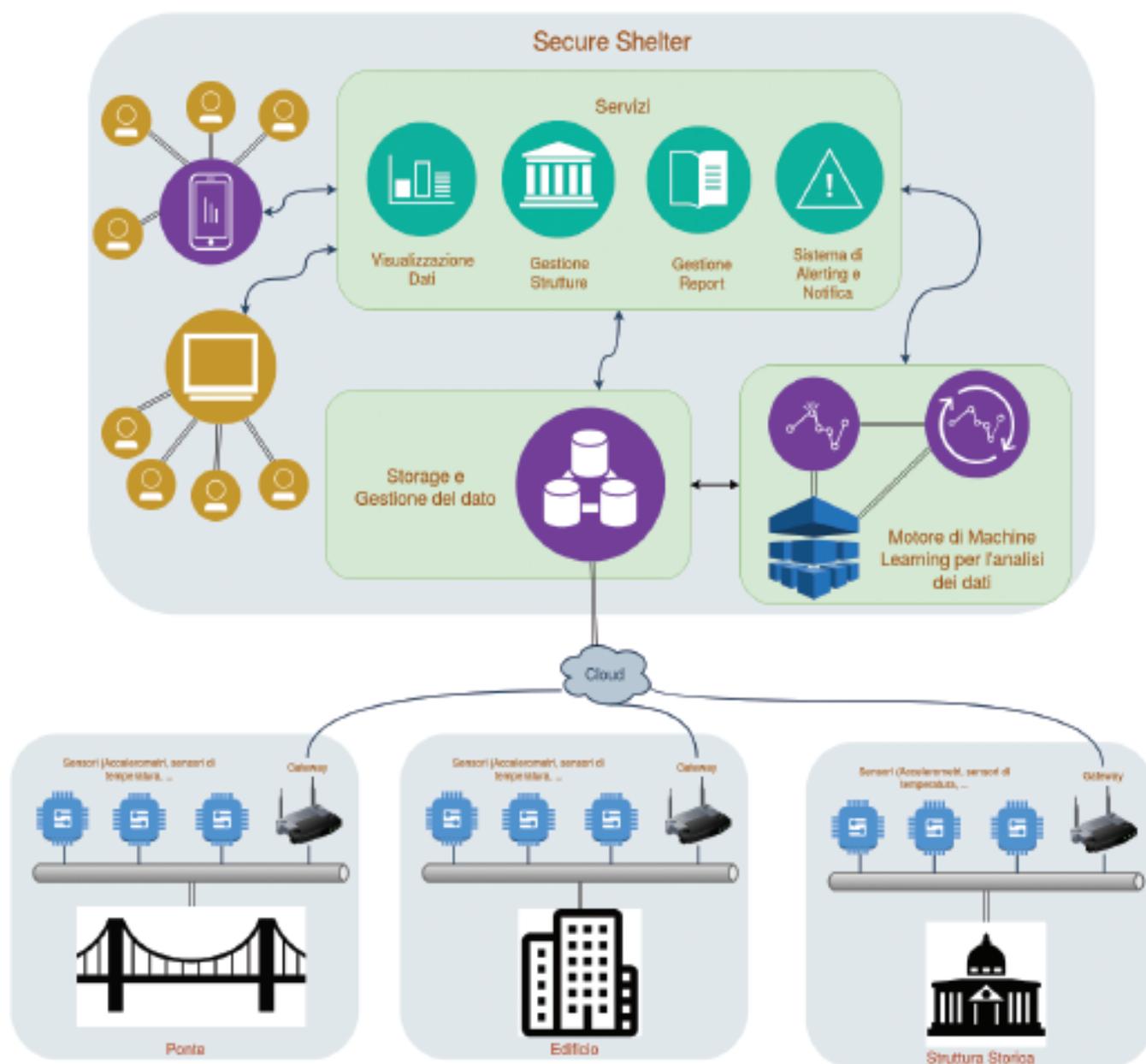
È per questo che si è assistito negli ultimi anni a un considerevole aumento dell'interesse, da parte del mondo accademico e aziendale, per lo sviluppo di tecniche di analisi dati

finalizzate al monitoraggio strutturale di edifici e infrastrutture.

Queste strategie consentono infatti di analizzare il comportamento strutturale sia in condizioni di esercizio che sotto l'azione di forzanti ambientali di significativa entità (eventi sismici, venti estremi, ecc.). Tuttavia, tali analisi - nel settore edilizio e infrastrutturale a uso civile - vengono effettuate per lo più a posteriori e solo in rari casi gli edifici e le infra-

strutture sono dotate di sistema di rilevazione in grado di monitorare in tempo reale le strutture. Anche in caso di esempi virtuosi, la maggior parte delle volte, i sistemi di monitoraggio da remoto non sono dotati di un'interfaccia web, né offrono possibilità di fare analisi e classificazione delle anomalie riscontrate, se non a posteriori.

Inoltre, tali sistemi non offrono funzionalità per gestire, ad esempio, lo



storico delle analisi effettuate, delle anomalie o dei sopralluoghi, né consentono di gestire l'insieme dei beni coordinando i vari interventi.

Nel settore industriale, le pratiche per il monitoraggio sono più avanzate, e sono incentrate sull'individuazione e la notifica del danno strutturale.

Nonostante questo, le tecnologie impiegate risultano ancora molto costose e a tratti poco performanti in quanto necessitano - a seconda dei casi e della tipologia di tecniche o sensori impiegati - di un gran numero di sensori, di un'elevata mole di lavoro per il settaggio e la rilevazione del dato (costruzione di modelli della struttura), di un ingente lavoro nel perfezionare la lettura e l'interpretazione dei dati ottenuti.

**Appare quindi chiaro come un aumento dell'utilizzo di tecniche previsionali per la manutenzione basate su un monitoraggio costante possa tradursi in un miglioramento gestionale e di pianificazione, oltre che operativo.**

Il danneggiamento progressivo prodotto da eventi sismici anche di mo-

derata intensità ed associati a brevi tempi di ritorno, i processi di degrado in atto dovuti all'azione degli agenti atmosferici, nonché gli stati di sollecitazione anomali determinati dall'uso dei manufatti storici, incoraggiano un utilizzo più diffuso dei sistemi di monitoraggio, nell'ottica della conservazione preventiva e della migliore fruizione di strutture e infrastrutture.

Partendo da tali considerazioni e dagli studi condotti sin qui, Weeidea - società specializzata nello sviluppo software e nella comunicazione - ha intrapreso la creazione di un sistema in grado di ampliare gli orizzonti raggiunti e offrire una soluzione efficace ed efficiente che conduca, tramite un monitoraggio continuo, ad una manutenzione predittiva, tale da consentire una continuità di funzione dei beni in oggetto, un aumento della sicurezza degli stessi e un risparmio del 15% sui costi di manutenzione. Il sistema analizza le serie temporali e le frequenze di risonanza del bene in oggetto, identificando e classificando le anomalie in base alla tipologia e alla gravità, producendo poi degli alert in caso di un effettivo deterioramento del bene stesso dovuto

ad una modifica della frequenza di risonanza registrata.

Oltre a questo, il software è in grado di fornire in visualizzazione l'insieme dei dati degli edifici e delle infrastrutture monitorate, dei sensori e delle anomalie, permettendo agli utenti di visualizzare su mappa il patrimonio monitorato.

Questo al fine di offrire uno strumento utile sia alla governance, per una migliore gestione dei processi di manutenzione, che per un processo di informazione e promozione.

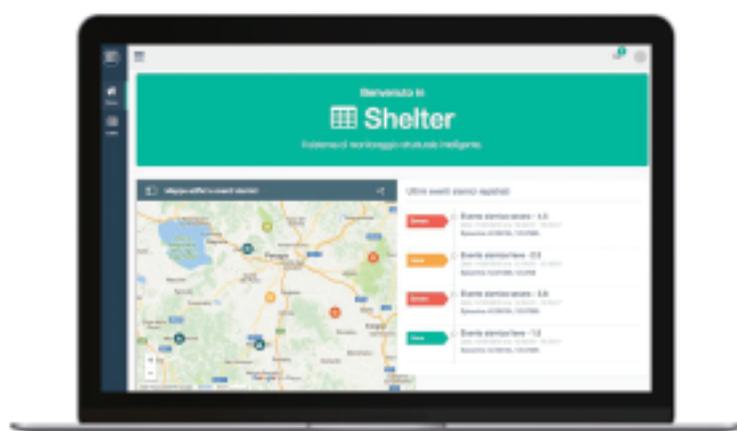
Inoltre Secure Shelter consente - come precedentemente esplicitato - un risparmio del 15% sui costi di manutenzione se applicato a livello diffuso.

Ciò si traduce per gli operatori del settore, in special modo industriale, in un risparmio ingente dei costi di manutenzione e sulla creazione di un turn over lavorativo volto a formare personale qualificato in grado di garantire migliori performance al comparto.

Per gli operatori, specialmente industriali, che già posseggono sensoristica installata o sono predisposti naturalmente per operazioni di acquisto e installazione dei sensori,

# Secure SHELTER

Sistema di monitoraggio strutturale in tempo reale di edifici e infrastrutture basato su algoritmi di AI e Machine learning



Secure Shelter è utilizzabile come servizio SAAS in abbonamento annuale con costi differenziati per singola struttura o infrastruttura monitorata in base alla tipologia e al numero di sensori utilizzati.

Inoltre, per gli operatori e gestori del patrimonio strutturale civile, sia pubblici che privati, e per tutti coloro che ne manifestano la necessità, è stata prevista - grazie a fornitori specializzati e certificati - la possibilità di ottenere un sistema all inclusive che vede la fornitura e l'installazione della sensoristica, oltre che del noleggio del software in abbonamento, per il rilevamento e l'analisi dei dati. Dal punto di vista tecnologico, la piattaforma sfrutta i recenti sviluppi nel settore del machine learning e del data mining per fornire strumenti per l'analisi e il rilevamento autonomo delle anomalie strutturali.

Questo per superare le attuali tecniche di monitoraggio che, come accennato, sono al momento effettuate da operatori umani con il conseguente vincolo alle tempistiche e alle disponibilità delle aziende e degli addetti del settore.

Inoltre, effettuare analisi manuali non è spesso sufficiente per elaborare e mettere in correlazione statistica le distribuzioni spaziali e temporali dei dati provenienti da sensori eterogenei e da sistemi di monitoraggio non interconnessi.

D'altra parte, la capacità di analizzare temporalmente e spazialmente le informazioni è fondamentale per fornire tempestivamente delle valutazioni in merito allo stato di salute di strutture e infrastrutture.

Ad esempio, può essere importante comprendere se le vibrazioni registrate da un edificio sono dovute a eventi atmosferici o al passaggio di mezzi pesanti in una strada vicinale, oppure, ancora, capire se l'anomalia riscontrata sia dovuta a una raffica di vento momentanea o a una modifica

strutturale a seguito di un evento sismico. Per ottenere tale accuratezza di analisi, il motore di analisi impiega algoritmi di apprendimento supervisionato e non supervisionato [1].

Grazie a questi algoritmi è possibile calcolare modelli statistici per mettere in correlazione i dati di monitoraggio strutturale provenienti da sensori eterogenei e distribuiti sia spazialmente che temporalmente.

I modelli elaborati sono quindi in grado di rilevare eventuali anomalie strutturali e fornire delle valutazioni in merito alla loro natura.

Data la complessità dei fenomeni e la necessità di tenere in considerazione l'andamento temporale delle misure, il motore di analisi impiega le moderne strategie di machine learning in termini di analisi di serie temporali.

In particolare, **sfruttando il paradigma delle reti neurali ricorrenti [2], i modelli sono in grado sia di classificare la serie temporale delle rilevazioni, sia di fornire autonomamente delle predizioni in merito al loro andamento futuro.**

Secure Shelter ha sin qui visto uno sviluppo che ha consentito di analizzare i dati provenienti dai sensori di monitoraggio esistenti, messi a disposizione dal Dipartimento di Ingegneria Civile ed Ambientale, utilizzati per le prime sperimentazioni.

Ciò ha permesso di validare l'idea a livello laboratoriale e sviluppare l'interfaccia della piattaforma, oltre che testare la parte algoritmica alla base del sistema.

Ulteriori sviluppi del progetto vedranno l'ingresso del sistema nel mercato delle *wind farm* in quanto segmento con una forte domanda di servizi espressa.

Questo consentirà un test su un numero di infrastrutture industriali - pale eoliche - che consentiranno e l'allenamento degli algoritmi e la messa a punto della piattaforma.

Dalla fase di test ai primi progetti pilota la piattaforma web verrà completata in tutte le sue funzioni e sarà quindi in grado di essere fruita da un numero crescente di soggetti provenienti da settori differenti.

Questo consentirà di rivoluzionare gli attuali processi di monitoraggio e prevenzione, garantendo il superamento delle tecniche tradizionali e offrendo l'opportunità di un monitoraggio continuo che in tempo reale evidenzierà le anomalie riscontrate, potendo fornire una visualizzazione dei dati atta ad essere interpretata in modo semplice e intuitivo.

La lettura dei dati anche da parte dei "non tecnici" consentirà a proprietari e gestori di strutture e infrastrutture - pubblici e privati - di operare una manutenzione predittiva, gestendo al meglio il proprio patrimonio.

In ultima analisi questo significherà poter intervenire solo in caso di necessità e grazie a dati che definiscano le priorità di intervento. Ciò si traduce in una differente gestione della manutenzione, in grado di allocare risorse e operare interventi manutentivi nel momento esatto in cui questi occorrono: né preventivamente, spendendo fondi senza necessità, né a posteriori, impiegando più risorse del dovuto.

[1] Supervised Learning, Semi-Supervised Learning e Unsupervised Learning [Zhu, 2005], [Bishop, 2006]

[2] Recurrent Neural Network [Längkvist, 2014], [Malhotra, 2015], [Xingjian, 2015]

## MOBILITÀ DEL FUTURO IN UMBRIA



Come poter rinunciare all'auto e vivere felici

di Fabio Maria Ciuffini

Compito del progettista è pensare e guidare un processo di trasformazione verso il futuro: stabilire un percorso realizzativo e seguirlo con coerenza perché la realtà costruita corrisponda a quella progettata.

Se vogliamo, trattare col futuro è l'essenza del nostro essere ingegneri o architetti. Sempre che qualcuno non sposti il futuro sotto i nostri piedi progettando un sistema di trasporto per andare da A a B togliendo la principale attrazione in B e spostandola all'altro capo della città, in C. E poi, guai a fermarsi agli obiettivi intermedi, confondendoli con quelli finali.

Faccio un esempio: oggi per tanti il futuro della mobilità si incarna SOLO nell'auto elettrica.

Ebbene, se gli azionamenti dei tanti veicoli che si accalcano a livello di servizio "E/F" nella foto di traffico qui riportata fossero elettrici, cosa cambierebbe? Nulla!

Avremmo soltanto "elettrificato" la congestione, frutto dell'inefficienza



*Cosa cambierebbe in questo scenario di traffico se gli azionamenti fossero tutti elettrici e le vetture tutte a guida automatica?*

spaziale del modo di trasporto prevalente: l'automobile ad uso individuale; idem, se fossero tutte driverless e indirizzate automaticamente verso la loro meta. E che oltre che elettrica e automatica l'auto debba essere anche condivisa, lo dimostra uno studio dell'Università della California su tre futuribili opzioni di mobilità, di cui qui si riporta una sintesi. Dunque trarre attentamente il futuro diventa un obbligo, magari "futurizzando", come ci spiega Gerd Lehonard, cioè cogliendo i germi di futuro già in essere ma anche la probabilità di una o più discontinuità. L'errore da non com-

*Compito del progettista è pensare e guidare un processo di trasformazione verso il futuro*



Tre opzioni di mobilità al 2050 secondo l'UCDavis, università della California. Solo la condivisione permette di raggiungere l'abbattimento della CO<sub>2</sub>.

mettere mai è la "riprogettazione del passato".

Considerare cioè il futuro come una semplice estrapolazione lineare del normale corso delle cose.

Soprattutto quando si avverte che siamo vicini al superamento di limiti invalicabili, ad esempio di consumo di insostituibile territorio o di saturazione della capacità ambientale del pianeta. E i progressi della robotica e dell'IA, di cui tanto e giustamente si parla, potrebbero sia risolvere che aggravare le tante contraddizioni che ci affliggono.

Allora il miglior modo di prevedere un futuro sottoposto a tante variabili è progettarlo, e se intravediamo in quel futuro dei desiderabili aspetti, anticiparli! Cercherò di dare un esempio, nel breve spazio di un articolo, di come il futuro possa essere "progettato" e "anticipato". Di come la mobilità del futuro prevista come "connessa, automatica e condivisa" potrà essere implementata con successo a Perugia e in Umbria.

Dico Perugia e l'Umbria non a caso:

parliamo di situazioni sempre a bassa densità, con pochi nuclei urbani relativamente più densi, dove lo schema diffusivo, sintetizzato a suo tempo nello slogan Città Regione è stato considerato un valore: un modo per "fissare" il più possibile le popolazioni nei luoghi d'origine, avvicinando loro servizi e occasioni di lavoro.

Un'impostazione che ha avuto certamente il merito di bloccare l'esodo verso le zone costiere o il Nord o addirittura l'estero. Così Perugia, intesa come unità amministrativa, era una federazione di borghi e rioni.

Si andava lontano eccezionalmente per curarsi o per andare al mercato, ancora pochi si muovevano per studiare e, per farlo, c'era il mezzo della modernità - il treno - presente in ognuna delle grandi frazioni perugine con stazioni FS o FCU.

Quando si critica oggi la dispersione degli abitanti di questa città in tanti e tra loro distanti quartieri, e se ne criticano le conseguenze in termini di difficoltà soprattutto di trasporto

e mobilità, si dimentica che questa dispersione non è frutto del PRG: al contrario, il PRG degli anni '50, si limitò a registrare la dispersione, anzi la polverizzazione che c'era, con il 50% della popolazione "sparsa" in migliaia di case coloniche.

E allora non si colse l'approssimarsi di una singolarità e sulle limitate aspettative di sviluppo di quell'antico Piano si sono abbattuti due imprevisti: la crescita economica innescata anche dalla fine della mezzadria e la motorizzazione di massa in due ondate: prima la Vespa poi l'auto. Ed è saltato tutto! La fuga dalle campagne determinata dalla crisi mezzadrile trovò nei centri frazionali dei nuclei di condensazione, sempre a bassa densità. Un esodo di segno opposto a quello dal centro storico sovraffollato, che ebbe come meta i nuovi quartieri e la punteggiatura delle colline con centinaia di case "bifamiliari".

Sempre con la cifra della diffusione come costante e il prezzo elevato da pagare in termini di mobilità e trasporto. Non a caso questa regione e Perugia hanno un tasso di motorizzazione record pur essendo stati la culla, negli anni '70, della Mobilità Alternativa.

Che aveva, però, come condizione di efficienza quella di mantenere, anche cocciutamente, il solo centro storico come destinazione privilegiata della domanda, obiettivo poi tradito a Perugia dopo gli anni '70 con la diaspora di funzioni tra cui l'Ospedale Regionale, pensato inizialmente come terminale Nord del Minimetrò a Monteluca e spostato a S. Sisto, tradendo così le premesse trasportistiche di quell'opera.

Non un esempio di coerenza nelle scelte, certo! Da ultimo i grandi centri commerciali esterni hanno saltato e, di fatto, de-valorizzato, anche la direzionalità immaginata a Fontivegge. Oggi, a Perugia, vediamo una città incompleta, troppo squilibrata sul quadrante sud-ovest, so-

prattutto disconnessa o, meglio, connessa solo con il trasporto individuale.

Ebbene, nella mobilità del futuro, ripeto connessa, automatica, condivisa, potremmo trovare l'occasione per ri-trasformarla in una città esemplare. Ma quando e come? E a quali costi? E io dico: "futurizzando" e frugando nella vasta panopia di futuri mezzi di trasporto alla ricerca del sistema giusto, a misura d'Umbria!

In particolare utilizzando una delle possibili versioni dei mezzi a guida robotica: quella "a domanda" e condivisa.

Ma vediamo: la *driverless car*, l'auto robotica senza guidatore è la più immediata e comprensibile applicazione dei progressi di robotica e intelligenza artificiale (IA). Il suo veloce progredire verso una diffusione di massa è un chiaro esempio di come il *machine learning* si evolverà lungo una curva di autoapprendimento: tante più evenienze di traffico saranno immagazzinate nei *software* di bordo e di piattaforma, tanto più le prestazioni di guida robotica potranno superare quelle umane. Inoltre tanti più mezzi automatici circoleranno, tanto meno costeranno. Fino a eguagliare i prezzi dei mezzi odierni e ad abbatte radicalmente i costi di guida.

E il futuro dei mezzi automatici è articolato a seconda dell'uso che se ne farà e dunque la loro evoluzione è già avviata lungo tre direzioni d'utilizzo. La prima, quella più conosciuta, è l'auto di proprietà guidata da un robot - la versione per tutti dell'auto con autista - che farà, vuota, la spola tra ufficio e casa per rispondere alle varie necessità familiari nelle diverse ore della giornata. La seconda il taxi automatico - *taxi-bot* - che arriverà a vuoto a casa tua e ti porterà a destinazione indirizzato in automatico o guidato direttamente e poi, sempre a vuoto, raggiungerà il cliente successivo. La terza versione, il taxi automatico

condiviso - io lo chiamo *buxi-bot* - ottimizzerà l'occupazione dell'auto facendo salire lungo l'itinerario immaginato dal primo richiedente tutti i clienti che una piattaforma avrà individuato come quelli che, al momento, vogliono compiere tutto o parte di quell'itinerario, a pena di modeste variazioni di percorso da contenere entro limiti prefissati. In questo modo il costo del viaggio viene analiticamente ripartito tra più soggetti e si abbatte radicalmente! Succede già ad Amsterdam, ad esempio, sia pure con guida umana. *Taxi-bot* e *buxi-bot*, sono dunque sistemi di trasporto "a domanda": il primo propone la condivisione dei mezzi, il secondo anche quella dei loro sedili!

La *sharing economy* in versione dinamica, come Airbnb lo è in quella statica! Attenzione: tutte e tre le versioni sono da tempo in circolazione, sia pure con un umano a bordo con il compito di correggere gli eventuali "errori" robotici.

In USA e in Europa. E tra poco, in California, circoleranno liberamente. Ma ciò che non è affatto scontato è il futuro riparto della mobilità attuale tra ciascuna di esse. Per questo, però, sono state compiute già molte simulazioni che ci danno preziose indicazioni.

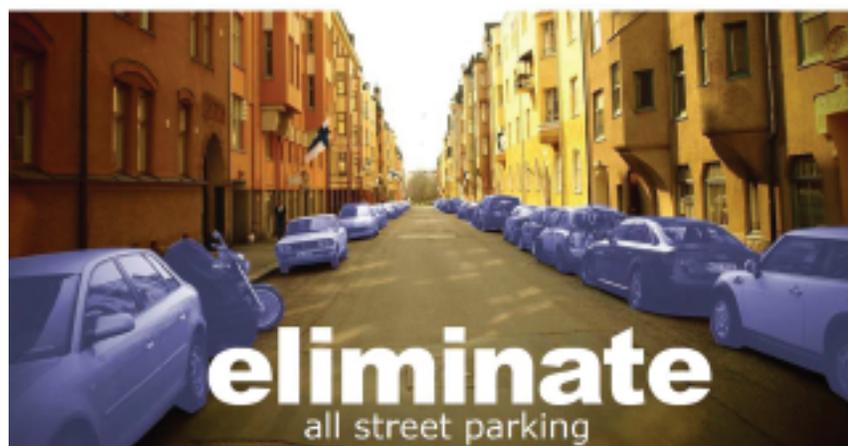
Tra queste, la più completa e convincente è quella condotta su Li-

sbona dall'International Transport Forum in collaborazione con l'OECD. I risultati sono esaltanti e sconcertanti insieme e mettono in luce come la condivisione dei futuri mezzi di trasporto sia la chiave risolutiva per la mobilità del futuro. Intanto, il numero dei veicoli da utilizzare non supera il 10% di quelli oggi in circolazione: la cosa, per quanto stupefacente sembri, è dovuta semplicemente al pieno utilizzo della capacità "inattiva" di auto che oggi stanno in sosta per il 95% della giornata.

Dunque, un 10% di auto sempre in movimento, piuttosto che in sosta lungo le strade, può agevolmente coprire tutta la domanda di mobilità! Nessuna differenza nelle auto in movimento, però la miracolosa sparizione di tutte le auto oggi in sosta!

E vi pare poco? Pensate alle vie storiche delle città Umbre deturpate da ininterrotte file di auto in sosta e pensatele invece con larghi marciapiedi che utilizzano lo spazio così liberato! Ma c'è un grosso ma, nella versione di auto robotiche ancora e solo ad uso individuale, ed è dato dal fatto che la saldatura tra un utente e l'altro nella successione di utilizzo è fatta con percorsi a vuoto e il traffico complessivo e le relative emissioni aumenterebbero a dismisura.

Però la simulazione di Lisbona (e anche le successive fatte a Gote-



Un rendering a Lisbona che illustra la "sparizione" delle auto in sosta!



Le vetture condivise, i buxi-bot, simulate in circolazione nel reticolo urbano di Lisbona, con il loro grado di riempimento

borg e Auckland) ci dicono che se tutte le auto robotiche fossero condivise nella versione in sharing allora, oltre alla riduzione delle auto in sosta, avremmo anche un calo notevole della circolazione e delle emissioni. Tanto più quanto i buxi-bot funzionassero come antenne dei sistemi di trasporto pubblico che ci sono già.

La simulazione dimostra dunque l'opportunità di aumentare il grado di condivisione sia dei futuri mezzi robotici che di quelli già esistenti con un risultato ottimale sotto il profilo sia ambientale che economico. Dunque la più vistosa delle contraddizioni tra automobile e città, cioè la congestione dovuta all'inefficienza nell'uso dello spazio, del tempo e dell'ambiente urbano da parte del nostro mezzo preferito di spostamento, sarebbe risolta!

E il principale portato dell'automobile, quello di servire agevolmente la domanda diffusa - noi ingegneri diremmo: servire tutte le O-D - potrebbe essere trasferito a mezzi automatici condivisi!

Pensiamo allora a Perugia, ma anche alle altre città umbre, tutte afflitte oggi da un eccesso di auto, sia in circolazione che in sosta, anche in ambiti che in passato gli furono sot-

tratti, con il contestuale sottoutilizzo di un costoso sistema di trasporto pubblico. Immaginiamo le città suddivise in tanti "ambiti di prossimità" in cui si possa agevolmente circolare ANCHE A PIEDI - per carità nessuno vuol levare l'auto a nessuno - magari con scale mobili e ascensori per superare i dislivelli più importanti - e immaginiamo anche tutti gli ambiti di prossimità connessi tra loro sia con i sistemi di trasporto pubblico esistenti, sia con loro potenziamenti ma, soprattutto, con mezzi robotici condivisi frequenti e diffusi: quelli che io chiamo "le vetture del Minimetrono che circolano per le strade", però più piccole (i buxi-bot della simulazione di Lisbona non hanno più di sei posti). Una parte di questi mezzi potrebbe essere adibito anche a consegne a domicilio.

*Trattare col futuro  
è l'essenza del nostro  
essere ingegneri o architetti*

Dunque tutti gli spostamenti di tipo *need* cioè quelli per lavoro o studio o acquisti potrebbero essere fatti o sostituiti da questi futuribili mezzi e, tutti gli altri, quelli *want*, uno se li potrebbe fare come gli pare: in auto, robotica o meno, in bici a piedi, appesi a un drone o in mongolfiera! Allora in città - come quelle umbre, l'automobile - nella sua trasfigurazione AUTOMATICA E CONDIVISA - potrebbe servire IN MODO DIFFUSO LA DOMANDA di MOBILITÀ DIFFUSA. Dunque un più che desiderabile futuro in cui si mantengono i vantaggi ecologici della diffusione senza pagarne il prezzo in termini di difficile mobilità!

Quel che resta da definire è la transizione, il che fare o non fare in attesa del futuro. Una transizione che si annuncia complessa, anche perché potrebbe intaccare interessi che fin qui hanno favorito la diffusione universale dell'auto. Ma che potrebbe essere favorita da una presa di coscienza collettiva dei cittadini e delle istituzioni. Andare di più a piedi, usare di più il mezzo pubblico che c'è, a costo di qualche iniziale complicazione in più nei propri spostamenti: chiamiamolo l'effetto Thunberg. E da parte delle istituzioni, la messa in campo di auto in "sharing" e di primi esemplari di mezzi automatici a uso collettivo su percorsi fissi o a domanda, anticipandone l'uso e testando da subito su strada, risparmiando nuove infrastrutture, potrebbe essere la risposta della domanda.

Un sogno? Non molto dissimile da quello che ho fatto e poi ho potuto realizzare negli anni '70 ai tempi dei buxi, delle scale mobili e del trasporto a domanda, quando ho pensato una mobilità alternativa all'auto, ma anche ai mezzi pubblici tradizionali. La "città senza auto", dunque, che ho progettato 28 anni fa per la CEE, ancora servita da auto, però in versione automatica e condivisa.

## PROJECT MANAGEMENT E MODELLI DIGITALI



Applicazione del modello digitale "BIM" (Building Information Modeling) e coordinamento con i processi di project management

di Elisabetta Roviglioni

A seguito dell'emanazione del DM 560/2017 **[1]** nel mese di gennaio 2019 è stato reso obbligatorio per le stazioni appaltanti pubbliche l'applicazione del BIM (*Building Information Modeling*) in progetti con importo lavori uguale o superiore a 100 milioni di Euro, con la previsione che, a partire dal 2025, tali importi verranno ridotti fino ad arrivare all'obbligo di indire i bandi in BIM per la realizzazione o riqualificazione di opere pubbliche per ammontare inferiori ad 1 milione di euro.

Il BIM rappresenta un processo che utilizza un modello digitale contenente tutte le informazioni che riguardano l'intero ciclo di vita di un'opera.

Non è soltanto costituito da una rappresentazione tridimensionale, quanto invece da un modello informativo dinamico, interdisciplinare, condiviso e in continua evoluzione, contenente dati che si intervallano tra definizione della geometria, materiali, caratteristiche e prestazioni progettuali, costi, sicurezza, manutenzione fino alla dismissione del

bene. Nelle recenti norme UNI 11337 sono state classificate (oltre al 3D, disegno tridimensionale del manufatto) le cosiddette "dimensioni del BIM" come segue:

- gestione della programmazione (4D - programmazione);
- gestione informativa economica (5D - computi, estimi e valutazioni);
- gestione informativa dell'opera (6D - uso, gestione, manutenzione e dismissione);
- gestione delle esternalità (7D - Sostenibilità sociale, economica e ambientale).

**È evidente come l'indirizzo normativo è teso alla realizzazione dell'oggetto del progetto prima della sua realizzazione fisica, attraverso un modello virtuale.**

Questo comporta che, per garantire un ottimo risultato, deve realizzarsi la collaborazione tra le diverse figure interessate nelle diverse fasi del ciclo di vita di un progetto.

La parte 7 della stessa norma UNI 11337 definisce allora nuove figure professionali dedicate alla gestione digitale dei processi informativi, che operano sia a livello gestionale che a livello operativo.

Si tratta del:

- *BIM Manager*: il gestore delle informazioni, redige il capitolato Informativo e/o dell'offerta ed è la figura di riferimento per il coordinatore e per il project manager;
- *BIM coordinator*: il coordinatore delle informazioni, cura la corretta

*Il BIM utilizza un modello digitale con tutte le informazioni di un ciclo di vita di un'opera*

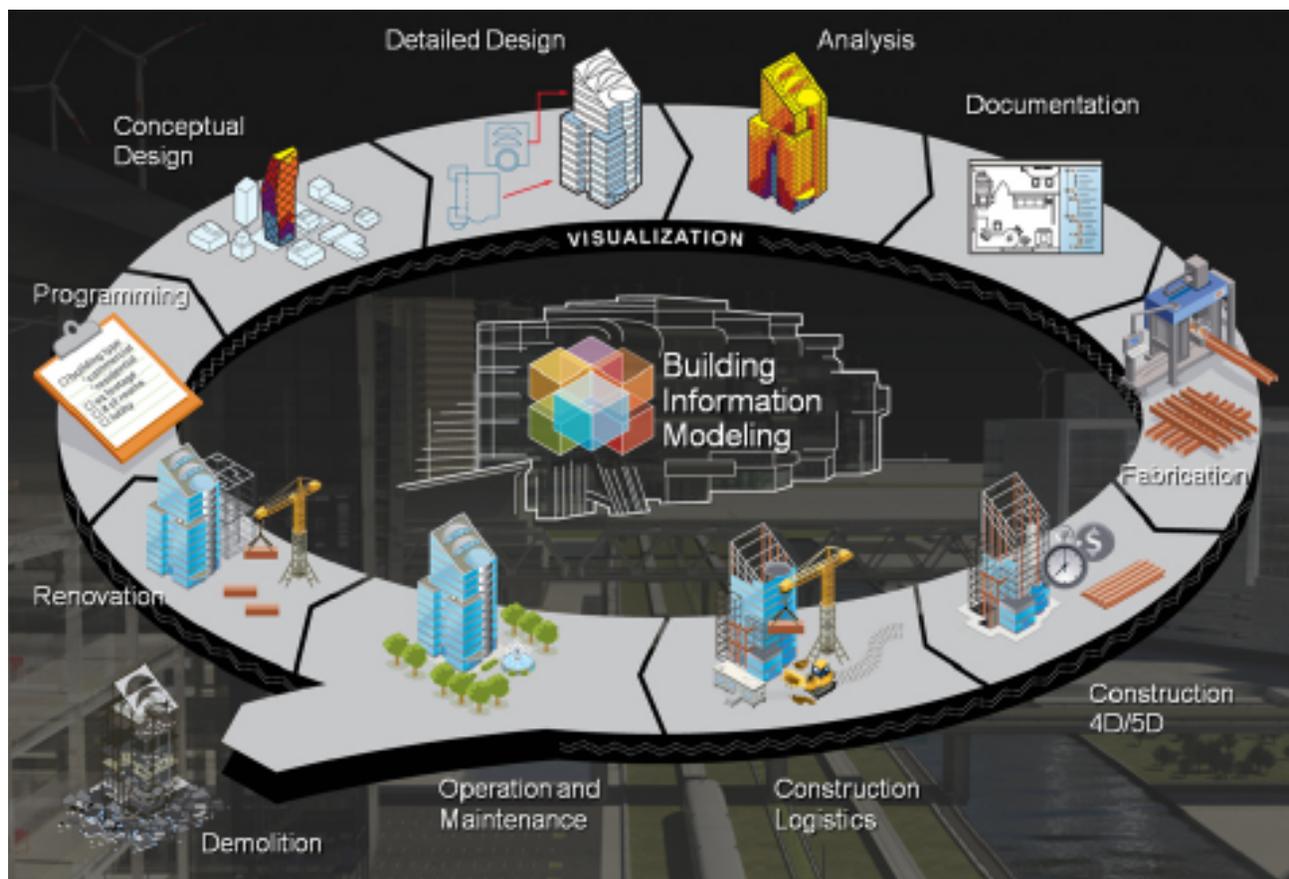


Figura 1 - Ciclo di operatività del BIM (fonte: [www.impressedinews.it](http://www.impressedinews.it))

applicazione delle regole generali stabilite dal gestore e definisce eventuali specifiche informative della commessa, gestisce le operazioni di coordinamento e ne riceve i risultati, dirige il lavoro dei modellatori (BIM specialist), opera in collaborazione con il gestore di commessa, ovvero il PM;

- *BIM Specialist*: il modellatore delle informazioni per i modelli grafici, cura la redazione e l'aggiornamento degli oggetti e dei modelli, nonché l'estrazione degli elaborati dagli stessi. Lavora in collaborazione con il coordinatore. Nelle costruzioni, la competenza per questa figura viene generalmente distinta tra: architettura, struttura, impianti e infrastruttura;

- *CDE Manager (Common Data Environment)*: il gestore dell'ambiente informatico in cui si realizza lo scambio di informazioni tra le diverse professionalità ed i diversi team di

progetto, colui che deve garantire la sicurezza e la tempestività del flusso di informazioni tra le parti coinvolte, applicando tecniche di analisi e protezione dei dati, favorendo l'interoperabilità dei modelli informativi e dei dati di progetto, oggetto di specifico workflow.

Si noti la tendenza ad enfatizzare il rapporto tra le figure di tipo gestionale dominanti del BIM e il project manager (per un'opera pubblica, il project manager si individua nella figura del Responsabile Unico del Procedimento - RUP) e come la metodologia del project management, particolarmente per ciò che riguarda le aree di conoscenza di gestione dell'ambito e dei tempi, costi, rischi e comunicazioni, sembra trovare una sicura risposta strumentale all'applicazione del BIM.

L'esperto BIM pertanto non si tro-

verà soltanto a gestire i tempi ed i costi, ma collegherà alle misurazioni non più solo un elenco prezzi, bensì anche gli oggetti parametrici del modello (muri, porte, finestre, pavimenti ecc.) contenenti, a loro volta, tutta una serie di informazioni generali, cosiddetti LOI (level of information) che configurano l'oggetto, con la conseguenza di implementare la computazione delle quantità (detta anche QTO, quantity take off) e di individuare meglio le caratteristiche dell'oggetto stesso.

Analogamente, le fasi di progettazione che si sviluppano attorno ad un modello BIM possono essere compiute attraverso attività di specificazione e di dettaglio progressivi tramite il concetto dei LOD (Livelli di Dettaglio), correlabili alle misurazioni di computo metrico estimativo (di fatto QTO), legate ad ogni pacchetto di lavoro (WP - Work Packages) se-

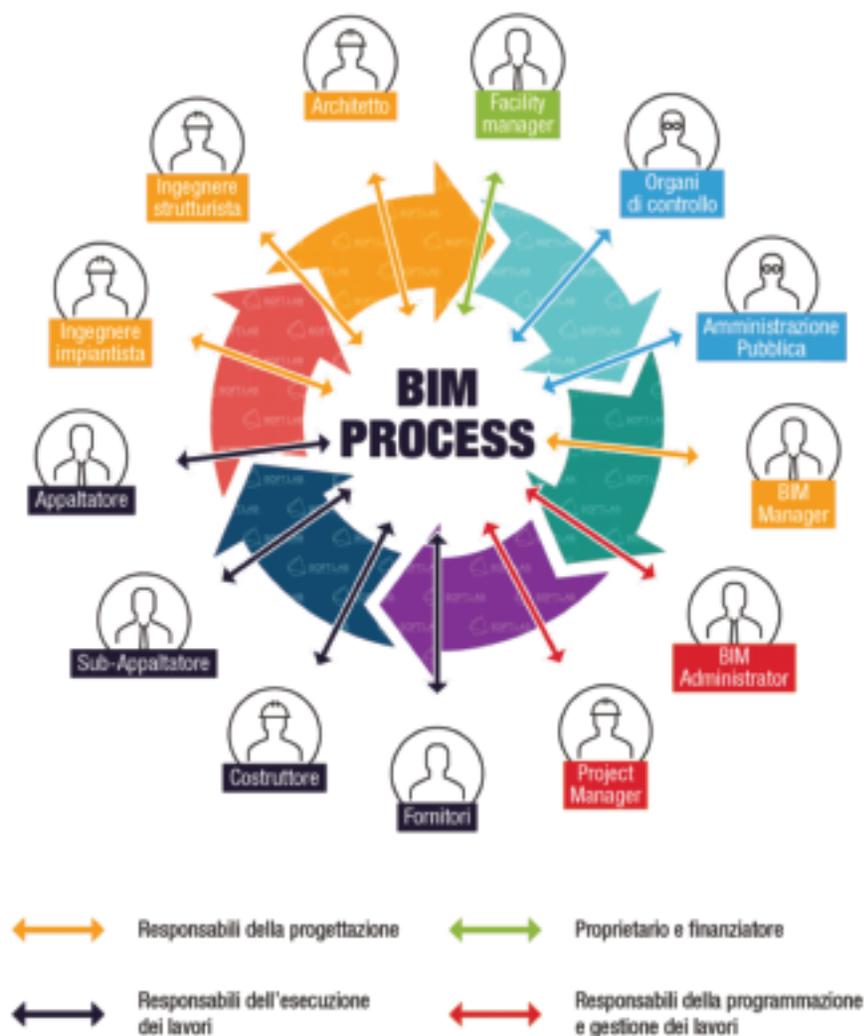


Figura 2 - Stakeholder del BIM (fonte: [www.soft.lab.it](http://www.soft.lab.it))

condo una precisa struttura di scomposizione del lavoro complessivo (WBS - Work Breakdown Structure) e ad un programma temporale di esecuzione delle attività (Gantt) per singoli oggetti e componenti sempre più aggregati dell'opera.

Ecco allora come un progetto preliminare può essere descritto come LOD 200, un progetto definitivo come LOD 300 mentre un progetto esecutivo può raggiungere un LOD 400.

La possibilità di ottenere modelli digitali definiti tramite gli "as built", trasferibili ai processi di gestione delle opere (facility management) è individuabili tramite un livello LOD 500.

È evidente come il BIM si realizzi per

gradi e, per agevolare il processo, sembra opportuno utilizzare metodi "agili" di project management, idoneamente descritti nel cosiddetto BEP (Building Execution Plan), il principale documento di pianificazione e di controllo informativo dell'opera, in cui la parte progettuale diventa cruciale per tutte le successive fasi. **Tali metodi prevedono un sistema iterativo (ed interattivo) che consente di apportare agilmente modifiche al progetto, di abbattere i costi di produzione e, soprattutto, di evitare effort inutili ed un eventuale fallimento del progetto.**

Inoltre, il Project Manager conosce le difficoltà e l'importanza di impo-

stare il progetto sin dall'inizio [2]: la fase di preparazione di progetto deve essere progressivamente elaborata per trasformarsi in requisiti di alto livello, base del "Product Backlog" (genericamente definibile come un elenco di attività e di feature ordinato per priorità).

È in questa fase che si evidenzia la differenza tra un approccio tradizionale ed uno agile: nel primo caso, il prodotto si definisce fino all'ultimo livello, nel secondo caso la definizione si ferma ad alto livello, per poter essere sviluppato progressivamente in tutte le altre attività di progetto.

Tuttavia, essere agile è soprattutto una questione di mindset: è importante coinvolgere tutte le risorse impiegate nel progetto, ma lo è ancora di più l'attitudine ad una collaborazione propositiva per raggiungere il deliverable finale.

A tale mentalità, occorre ovviamente associare il metodo e ricordare, per l'appunto, che un progetto basato sul BIM distingue due tipi di documenti fondamentali da cui derivano due precisi tempi di valutazione: il BEP o BIM Execution Plan, pre-contratto e post-contratto.

Questi due documenti esplicitano i dettagli su modalità di attuazione delle fasi di progetto, definiscono i vari aspetti delle informazioni del progetto, costituiscono l'estensione dello stesso capitolato d'offerta.

Il pre-award e post-award BIM Execution Plan sono tradotti in italiano rispettivamente come Offerta di Gestione Informativa e Piano di Gestione Informativa (quest'ultimo così definito dal DM 560/2017).

Questa distinzione documentale e temporale è facilmente percepibile come una criticità [3]: tra l'attuare il processo e definire i piani di gestione informativa (PdGI) può generarsi un disallineamento da cui può conseguire che i due documenti non siano correttamente collegati ai veri e propri piani di progetto (Project Execution Plan).



Figura 3 - Nuove figure del BIM (fonte: [www.bim.acca.it](http://www.bim.acca.it))

Si generano così “distinzioni” tra “informazioni” e “decisioni” e conseguentemente, si forma un gap da ripartire tra attività di gestione informativa (information management) e project management, i quali, a loro volta, possono viaggiare su binari non comunicanti, se non idoneamente coordinati.

La cooperazione non deve pertanto essere intesa solo come una prassi di condivisione e di scambio dei dati e delle informazioni come richiesto nel BIM: non può essere ridotta all'efficacia di protocolli e di dispositivi informatici, ma sarà sempre necessario considerare i processi organizzativi e le strutture contrattuali, che ne determinano le convenienze reciproche ed i rapporti negoziali.

Il prossimo futuro prevede, a tal proposito, l'estensione dell'attuale norma UNI 11337 con l'aggiunta della parte 8: la trattazione del rapporto che intercorre tra “Informazione” e “Decisione”, ovvero come mettere in relazione l'Information Modeling (Infrastructure & Building)

ed il Project Management (nelle costruzioni).

Questo poiché è necessario assicurare che non esistano due “dottrine” differenti, già proposte nel contesto nazionale in ambito di contratti pubblici, richiamate sia nelle linee guida ANAC sul RUP che nel Inoltre, l'Information Modeling è descritto nelle norme UNI 11337-1, -4, -5 e -6, e sarà rappresentato, a livello interna-

zionale e sovranazionale, dalla norma (UNI) ISO EN 19650-2, che prevederà, tra l'altro, l'armonizzazione con la normativa nazionale. Senza dimenticare i temi correlati della gestione della qualità (Quality Management) e della gestione dei beni (Asset Management) già previsti nelle norme internazionali ISO 9001 e ISO 55000, anche disponibili come norme UNI.

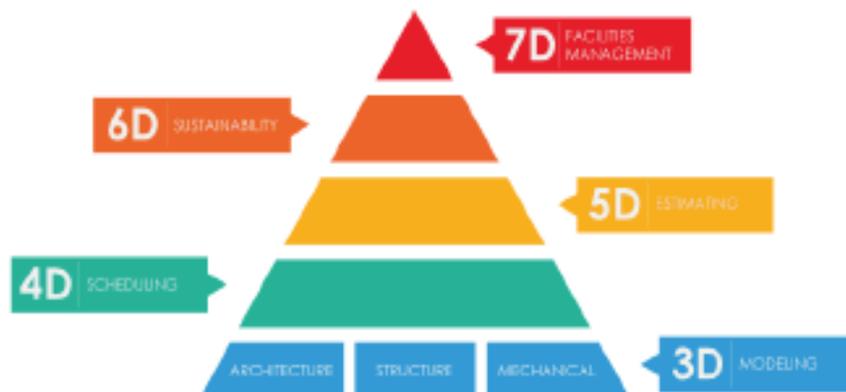


Figura 4 - Dimensioni del BIM (fonte: [www.spraut.it](http://www.spraut.it))

#### BIBLIOGRAFIA

[1] <http://www.mit.gov.it/normativa/decreto-ministeriale-numero-560-del-01122017>

[2] Il Project Manager - Franco Angeli Editore

[3] Criticità del Piano di Gestione Informativa - Università degli studi di Brescia

## ARCHITETTURA, ACUSTICA E ARTE

Racconto della Visita Tecnica organizzata dalla Commissione Acustica e Meccanica, dalla Commissione Pianificazione e Architettura e dalla Fondazione dell'Ordine degli Ingegneri al MAXXI - Museo Nazionale delle Arti del XXI secolo e all'Auditorium Parco della Musica di Roma

di Massimo Palombo



L'acustica è la scienza del suono. L'arte è la capacità di trasmettere emozioni e messaggi. L'architettura è arte e scienza del costruire. Da questo intrecciarsi di definizioni e mescolarsi di discipline, presso le Commissioni Acustica e Meccanica ed Architettura e Pianificazione dell'Ordine degli Ingegneri di Perugia è nata l'idea di organizzare una visita tecnica congiunta che in un unico itinerario coniugasse Architettura, Acustica ed Arte.

La scelta è ricaduta su due complessi architettonici romani, il MAXXI - Museo Nazionale delle Arti del XXI secolo e l'Auditorium - Parco della Musica, che ormai da diversi anni rappresentano dei riferimenti nazionali e internazionali per mostre di arte

contemporanea, architettura, concerti ed eventi, oltre a essere due importanti esempi di architettura contemporanea realizzati nella capitale.

Prima tappa di questo itinerario, organizzato in collaborazione con la Fondazione dell'Ordine degli ingegneri della Provincia di Perugia, è stato il **MAXXI - Museo Nazionale delle Arti del XXI secolo**.

Il MAXXI, la prima istituzione nazionale dedicata alla creatività contemporanea, è organizzato in **4 dipartimenti**: MAXXI Architettura, MAXXI Arte, MAXXI Ricerca, MAXXI Sviluppo. In particolare il **MAXXI Architettura** è il primo museo nazionale di architettura presente in Italia. Le 3 collezioni (Collezioni del XX se-

*Il MAXXI sostituisce il concetto di museo come "oggetto" presentando un gruppo di edifici accessibile a tutti, senza confini fissi tra ciò che è "dentro" e ciò che è "fuori".*

*Zaha Hadid*

colo, Collezioni del XXI secolo, Collezioni di Fotografia) comprendono modelli, disegni, fotografie e documenti che, in forme diverse, rappresentano la complessità materiale e concettuale dell'architettura attraverso i suoi processi evolutivi: dalla produzione ideativa, alla realizzazione fisica, all'uso e al suo inserimento nel contesto fisico e culturale. Sono conservati al MAXXI Architettura 60.000 elaborati progettuali e numerosi modelli di Aldo Rossi, Carlo Scarpa, Pier Luigi Nervi, Paolo Soleri, Vittorio De Feo, Maurizio Sacripanti, Alessandro Anselmi, Giancarlo De Carlo, Carlo Aymonino, Superstudio, e 75.000 fotografie di 60 fotografi tra cui Olivo Barbieri, Gabriele Basilico, Letizia Battaglia, John Davies, Mimmo Jodice, Armin Linke. È stato inaugurato il 28 maggio 2010, ma l'iter progettuale e la sua realizzazione si sono protratti per oltre 10 anni: le officine e padiglioni della ex Caserma Montello sono stati ceduti nel 1997 dal Ministero della Difesa al Ministero per i Beni Culturali che nel 1998 ha bandito il **concorso internazionale** di idee per la realizzazione a Roma del nuovo polo nazionale, culturale ed espositivo, dedicato all'arte e all'architettura contemporanea. **273 le candidature** presentate, tra cui sono stati selezionati i **15 progetti finalisti**. Nel 1999 è stato proclamato vincitore il progetto di **Zaha Hadid**. È stato tuttavia necessario rivedere il progetto, anche in corso d'opera, con conseguenti modifiche e tagli, che hanno portato al 2003 la posa della prima pietra (con il nome definitivo di MAXXI) e al 2010 l'inaugurazione. **Il progetto di Zaha Hadid** è stato scelto per la sua **capacità di integrarsi nel tessuto urbano e per la soluzione architettonica innovativa**, in grado di interpretare le potenzialità della nuova istituzione e di dotarla di una straordinaria sequenza di spazi pubblici. Le linee di indirizzo del concorso prevedevano infatti di conservare la facciata su via Guido Reni e l'edificio laterale al confine con la chiesa parrocchiale di Santa Croce e di realizzare spazi pubblici a

servizio di tutto il quartiere. L'idea progettuale è consistita in un segno deciso dominante gli spazi aperti ricavati dallo sventramento dell'ex caserma, tradotto in una serie di percorsi intrecciati a quote diverse e formato da volumi aggettanti che hanno determinato una trama spaziale di grande complessità. Un percorso pedonale attraversa il sito e, seguendo la sagoma arrotondata del segno/intreccio di percorsi, si allarga a formare una sorta di piazza pubblica, dando continuità e riconnettendo il tessuto urbano, conferendo al progetto lo status di "innesto urbano". Le pareti arrotondate, le superfici orizzontali, i volumi aggettanti sono in calcestruzzo rivestito in cemento fibrorinforzato in fibra di vetro (GRC). Vista l'esigenza di controllare la resa estetica delle pareti esterne (lisce e ridotti al minimo i fori di connessione delle due facce dei casseri), sono state realizzate casseforme apposite. I volumi aggettanti sono in alcuni casi sorretti da pilotis in acciaio. Il sistema di copertura è stato interamente prodotto fuori opera: integra gli elementi di serramento, i dispositivi di controllo dell'illuminazione naturale, gli apparecchi per l'illuminazione artificiale, i meccanismi per il contenimento del calore da

irraggiamento solare. L'andamento rigato della copertura contiene una memoria degli shed dei capannoni preesistenti e di quelli limitrofi.

Il progetto non è stato esente da critiche: il bilancio superficiale tra gli spazi espositivi e quelli di passaggio è a netto vantaggio di questi ultimi, determinando uno scempenso di aree (e il relativo incremento del costo di realizzazione). **Zaha Hadid** è stata un'architetta irachena naturalizzata britannica. È stata la prima donna a ottenere il premio Pritzker (2004), nonché una delle capofila e massime esponenti della corrente decostruttivista insieme a Gehry, Libeskind, Peter Eisenman, Coop Himmelb(l)au, Bernard Tschumi e Rem Koolhaas, suo ex professore a Londra e con cui ha lavorato all'Office for Metropolitan Architecture (OMA) di cui è diventata socia nel 1977. Tra le sue opere più famose ricordiamo: il ponte padiglione dell'expo 2008 a Saragozza, l'Aquatics Center delle Olimpiadi di Londra 2012, in Italia, oltre al MAXXI, la Stazione Marittima di Salerno, la Stazione dell'alta velocità di Afragola, il Messner Mountain Museum di Plan di Coronas. È morta nel 2016 all'età di 66 anni.

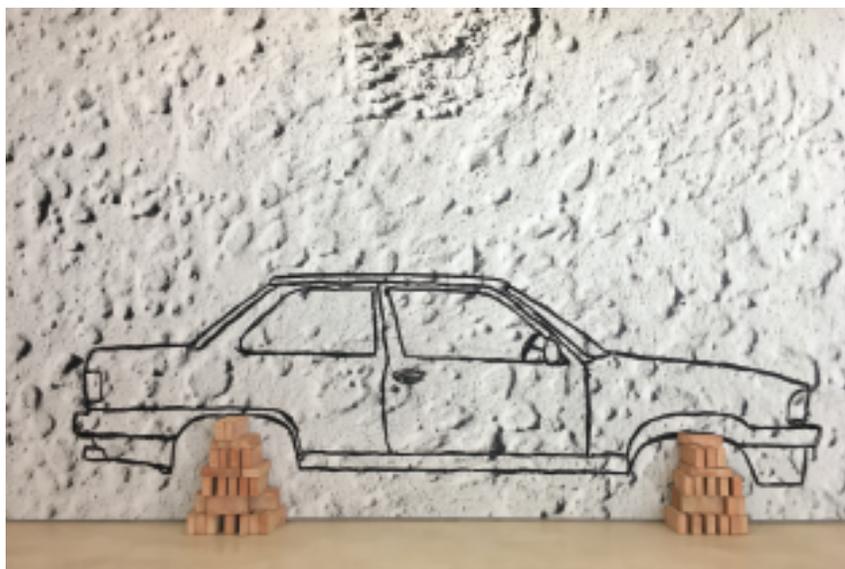
La visita al MAXXI, oltre agli spazi architettonici e a alcuni modelli tra cui



*Il gruppo di ingegneri in alcune fasi della visita al MAXXI (Foto di Massimo Palombo)*

quelli di Pier Luigi Nervi e Aldo Rossi (bozzetti e parti del Teatro del Mondo), ha incluso anche due importanti mostre temporanee: **La Strada. Dove si crea il mondo e Dentro la Strada Novissima.**

La prima ha riunito duecento opere provenienti da tutto il mondo e ha indagato il dialogo costante e fecondo tra la strada e le azioni creative di artisti, architetti, urbanisti e designer. In mostra, gli spazi del museo sono stati trasformati in luoghi aperti in cui gli interventi artistici hanno rivelato usi critici e alternativi dello spazio urbano. Le sezioni della mostra hanno focalizzato l'attenzione su alcune questioni fondamentali per la comprensione delle nuove funzioni e delle molteplici identità della strada nel mondo contemporaneo: le azioni pubbliche (Interventions), l'attivismo politico (Street Politics), la vita quotidiana (Everyday Life), l'innovazione tecnologica (Good Design), la comunità (Community), il ruolo dell'istituzione (Open Institutions) e infine l'analisi storica delle proposte teoriche e progettuali (Mapping), che attraverso la timeline architettonica, "Rethinking the City", ha restituito in una sequenza di poche decine di metri cento anni di teorie e progetti architettonici legati al tema della strada, dalla Strada Neorealista di Quaroni e Ridolfi al "Monumento Continuo" sulla strada di Coketown di Superstudio, dallo studio della Strip di Robert Venturi con l'espe-



*Robin Rhode, Car on bricks. Esposta nella mostra "La Strada. Dove si crea il mondo" (Foto di Massimo Palombo).*

rienza "Learning from Las Vegas" al Progetto di Skycar City di MVRDV, solo per citarne alcuni.

**Dentro la Strada Novissima** è invece un percorso fisico oltre che storico, che attraverso documenti d'archivio, fotografie, disegni di progetto e testimonianze dirette, ha consentito di ritrovarsi dentro "la Strada Novissima": l'esperienza collettiva orchestrata da Paolo Portoghesi in occasione della Prima Mostra Internazionale di Architettura della Biennale di Venezia dal titolo "La Presenza del Passato", che nel 1980 ha dato il via alla discussione internazionale sul postmoderno. "La Strada Novissima" rispondeva alla

volontà di proporre una riflessione sul tema della strada urbana attraverso un percorso di 70 metri, realizzato all'interno delle Corderie dell'Arsenale: dieci facciate di case per lato, a grandezza naturale, progettate da altrettanti architetti tra cui Frank O. Gehry, Rem Koolhaas, Hans Hollein, Franco Purini, Arata Isozaki, Robert Venturi, Ricardo Bofill, GRAU. In occasione della grande mostra "La Strada. Dove si crea il mondo", è stato proposto un approfondimento su questo momento cruciale della storia dell'architettura del Novecento, quando la strada è diventata immagine concreta di un diverso modo di pensare l'architettura supe-



*Foto delle facciate della "strada novissima" realizzate per la Biennale del 1980*

rando definitivamente i dogmi del Movimento Moderno.

Seconda tappa dell'itinerario è stato l'**Auditorium Parco della Musica**; progettato da Renzo Piano e completato il 21 dicembre 2002, rappresenta un importante intervento sia urbanistico che culturale. La struttura sorge tra la Via Flaminia, la collina del quartiere Parioli e il Villaggio Olimpico, in un'area che per anni è stato uno spazio di risulta senza una connotazione precisa. Il Parco della Musica è in realtà un grande **complesso polivalente** che si sviluppa su una superficie di 55.000 mq.

Le **tre sale**, sala Petrassi (673 posti), sala Sinopoli (1.133 posti) e sala Santa Cecilia (2.744 posti) sono sospese su un **giardino pensile** di 38.000 mq piantumato con oltre 400 alberi e convergono sulla **Cavea** Luciano Berio (2.707 posti), che è posta al centro delle tre sale ed è un'autentica piazza con la duplice funzione di teatro all'aperto e di luogo di incontro. All'interno del complesso si trovano **due spazi espositivi**, AuditoriumExpo (655 mq) ed AuditoriumArte (200 mq) e **tre musei**, il Museo Archeologico (2.000 mq), il Museo Aristaios (300 mq) e il Museo degli strumenti Musicali.

Completano il complesso le sale di registrazione, un Teatro Studio poli-



*“La più bella avventura, per un architetto, è quella di costruire una sala per concerti. Forse è ancora più bello per un liutaio costruire un violino; ma si tratta (con tutte le differenze di dimensione e di impiego) di attività molto simili. In fondo si tratta sempre di costruire strumenti per fare musica o per ascoltare musica”.* Renzo Piano

funzionale, una bibliomediateca, un bookshop, un emporio e i servizi per la ristorazione.

Il Parco della musica è inoltre sede della Fondazione Musica per Roma, della Fondazione Cinema per Roma e dell'Accademia Nazionale di Santa Cecilia. A partire dal 2006 è sede della Festa del Cinema di Roma. Anche l'iter progettuale e realizzazione del Parco della Musica è stato un percorso pluriennale: nel 1993 il Comune di Roma ha bandito il concorso internazionale vinto nel 1994

da Renzo Piano. I lavori sono iniziati nel 1995, anno in cui si sono anche interrotti a causa del ritrovamento dei resti di una villa romana. La scoperta ha richiesto una variante sostanziale di progetto che ha previsto l'integrazione della villa e una consistente rivisitazione del progetto conclusasi nel 1996. Il 21 aprile 2002 sono state inaugurate la sala Petrassi e la sala Sinopoli e il 21 dicembre la sala Santa Cecilia.

Le tre sale sono collocate in tre edifici di diverse dimensioni, tre “scatole musicali” a forma di scarabeo. Le scatole appaiono sospese nel verde del giardino pensile, realizzato sopra la zona basamentale, aggettando sulla cavea. Per la zona basamentale sono stati usati i materiali della tradizione di Roma: travertino per coprire le gradinate della cavea, i foyer e le entrate; il mattone romano (25x12x4 cm), fatto a mano, per ricoprire tutte le superfici verticali.

I “gusci” che rivestono esternamente le sale sono stati creati invece secondo dei modelli geometrici toroidali e sono stati realizzati con una struttura di travi in legno lamellare su cui sono state fissate lastre in piombo preossidato.

All'interno il legno di ciliegio americano è stato utilizzato per il controllo del riverbero e speciali dispositivi



*Il gruppo di ingegneri durante la visita della Sala Santa Cecilia dell'Auditorium (Foto di Massimo Palombo).*



Gruppo al completo (Foto di Massimo Palombo)

permettono di adattare le sale ai diversi tipi di musica. In particolare la sala Santa Cecilia ha un soffitto formato da 26 gusci in ciliegio, ciascuno della superficie di 180 mq, che permettono all'intera sala di assumere la funzione di vera e propria cassa armonica, con un tempo di riverbero di 2,2 secondi. Delle tre sale soltanto la Sala Petrassi è stata progettata per avere una flessibilità di utilizzo per diversi tipi di evento musicale, le altre sale sono state progettate per la rappresentazione di composizioni classiche nel modo tradizionale, cioè senza amplificazione elettroacustica.

I dispositivi di adattamento delle condizioni acustiche e i sistemi di amplificazione sono stati aggiunti successivamente per variegare la tipologia di evento ospitabile al Parco della Musica.

**Renzo Piano** è un architetto italiano e senatore a vita, vincitore del Premio Pritzker nel 1998. Ha come maestri Franco Albini e Jean Prouvé ed è stato considerato un esponente dell'architettura high-tech.

La sua avventura è iniziata nel 1971 con la vittoria del concorso (insieme a Richard Rogers) per la realizzazione del Centro Pompidou. Da allora non si è praticamente più fermato e ha costruito edifici in tutto il mondo. Della progettazione e caratterizza-

zione acustica si è occupato Jürgen Reinhold, dello studio Müller-BBM di Monaco di Baviera, che ha curato analogicamente tutta la caratterizzazione acustica dell'Auditorium, definendo le connotazioni formali e materiali interne alle tre sale, nel pieno rispetto dell'input architettonico proposto da Renzo Piano.

La visita al Parco della Musica è stata molto interessante, essendosi svolta, oltre che all'esterno, anche all'interno degli spazi del complesso architettonico. Una rara opportunità che ha permesso di vedere le sale, apprezzarne la qualità acustica, approfondire le caratteristiche tecniche, conoscere le scelte progettuali, i materiali impiegati, ammirare la qualità architettonica degli spazi.

A conclusione di questo itinerario tra opere di Architettura contemporanea, mostre d'Arte e spazi dedicati all'ascolto di musica e concerti, possiamo collocare questa frase: "C'è ritmo in ogni arte, non importa che tu sia un pittore, un musicista o un regista: il ritmo c'è, e la gente ne sente il richiamo".

E quindi anche noi, come progettisti architettonici, progettisti acustici o più in generale ingegneri, siamo chiamati a cogliere questo ritmo, affinché ci aiuti nella sempre più complessa arte del progettare.

#### Riferimenti Bibliografici ed Approfondimenti Web

MAXXI - sito ufficiale: descrizione del progetto architettonico  
<https://www.maxxi.art/progetto-architettonico/>

MAXXI - sito ufficiale della mostra "La strada. Dove si crea il mondo"  
<https://www.maxxi.art/events/la-strada-dove-si-crea-il-mondo/>

MAXXI - sito ufficiale della mostra "Dentro la strada novissima"  
<https://www.maxxi.art/events/dentro-la-strada-novissima/>

Zaha Hadid Architects - sito ufficiale: descrizione del progetto architettonico  
<https://www.zaha-hadid.com/architecture/maxxi/>

Auditorium Parco della Musica - sito ufficiale: storia della realizzazione  
[https://www.auditorium.com/la\\_storia.html](https://www.auditorium.com/la_storia.html)

Università IUAV di Venezia - schede di approfondimento: materiali per l'architettura  
[http://www.iuav.it/SISTEMA-DE/Archivio-d/approfondi/progetti-d/Schede-pro/Auditorium\\_Piano.pdf](http://www.iuav.it/SISTEMA-DE/Archivio-d/approfondi/progetti-d/Schede-pro/Auditorium_Piano.pdf)

Renzo Piano Building Workshop - sito ufficiale: descrizione del progetto architettonico  
<http://www.rpbw.com/project/parco-della-musica-auditorium>

## EVENTO EDUCATIVO/FORMATIVO SULLA RIDUZIONE DEL RISCHIO SISMICO



Iniziativa nelle Scuole Umbre  
della Commissione Protezione  
Civile dell'Ordine  
degli Ingegneri di Perugia  
in collaborazione  
con la rete RESISM

di Francesco Chidichimo,  
Alessandro Severi



29/04/2019 - Incontro RESISM "Città di Castello"

Da sinistra verso destra, Valentina Golinelli, gli ingg. N. Berni, G. Manieri, S. Mancini

Il 29 e 30 aprile scorso per gli studenti delle scuole degli Istituti "Franchetti-Salviani" di Città di Castello e "Ciuffelli- Einaudi" di Todi sono state due importanti giornate formative e di sensibilizzazione in tema di rischio Sismico. In un paese, come l'Italia, caratterizzato da un immenso patrimonio storico e culturale da preservare e curare, così variopinto e diverso nei suoi lineamenti paesaggistici, quanto strutturalmente vulnerabile nei suoi connotati antropici, si parla di Terremoti ("fa notizia nei media e giornali") solo dopo un evento sismico, quasi mai prima. La Commissione Protezione Civile dell'Ordine degli Ingegneri di Perugia, attiva in tema di Prevenzione e Rischi, ha voluto rovesciare quest'approccio "passivo", rendendosi fautrice di una importante iniziativa a carattere tecnico/divulgativo per le scuole secondarie di II° grado dell'alta e media valle del Tevere della Regione Umbria. La riduzione del rischio sismico vuol dire anche svol-

gere attività di prevenzione e di sensibilizzazione al tema.

Quale migliore attività se non quella di sensibilizzare le coscienze dei cittadini di domani e della loro percezione sul tema, a partire proprio dai ragazzi delle scuole. Ed è proprio dalla Scuola, e dalla funzione che ne caratterizza il suo DNA, che è possibile attivarsi per una corretta e auspicabile "Educazione al Rischio Sismico". Nei 2 giorni del corso, il primo al "Franchetti-Salviani" di Città di Castello e il secondo al "Ciuffelli- Einaudi" di Todi – sede ITCG, gli alunni delle scuole Umbre hanno avuto l'occasione di assistere alla mostra didattica laboratoriale, per una durata di circa 3 ore, sul tema "Sicurezza e l'Educazione Sismica nelle scuole" messa a punto da parte della RETE tra scuole secondarie "RESISM" (RETE Educazione Sismica Emilia Romagna & Toscana). Relatore Principale l'Ing. Giovanni Manieri, ingegnere bolognese collaboratore volontario della rete interregionale



29/04/2019 - Incontro RESISM "Città di Castello"  
- In primo piano gli Ingg. Alessandro Severi e Ornella Sticchi

RESISM, coadiuvato da Valentina Golinelli, formatore della Consulta del Volontariato di Protezione civile di Bologna. All'evento erano presenti, oltre che gli alunni di diverse classi, i dirigenti scolastici dei rispettivi Istituti, Valeria Vaccari e Marcello Rinaldi, il presidente e vice presidente dell'Ordine degli Ingegneri di Perugia, Stefano Mancini e Gianluca Spoletini, il coordinatore e la segretaria della Commissione Protezione Civile Alessandro Severi e Ornella Maria Sticchi, il responsabile della Ex Sezione Operativa IPE Giuseppe De Mase, i referenti della Prot. Civile Regione Umbria ing. Nicola Berni e dott. Francesco Ponziani, il componente della Commissione Protezione Civile dell'Ordine degli Ingegneri della Provincia di Perugia referente interno nella scuola di Todi Francesco Chidichimo e il referente interno della scuola di Città di Castello Giovanni Cangì.

L'inizio della giornata è avvenuta con brevi ringraziamenti e saluti da parte dei Dirigenti Scolastici, dell'Ing. Spoletini e di Valentina Golinelli che ha potuto introdurre l'inquadramento del sistema regionale di protezione civile alla luce del d.lgs. n. 1/2018, con particolare riferimento alle attività non strutturali di protezione civile inerenti la prevenzione sismica. L'ing. Manieri, a seguire, dopo una premessa di presentazione della rete RESISM, si è soffermato su alcuni accenni elementari a comportamenti dinamici e a conseguenti prime valutazioni su recenti terremoti, mostrando ai ragazzi delle scuole sfaccettature diverse degli eventi sismici, anche attraverso filmati

inediti, fenomeni del tutto naturali in cui da sempre la Terra (e chi la abita) si trova a convivere. Dopo una valida rassegna di nozioni base di energia, magnitudo, faglie, meccanismi focali dei terremoti e connessione interpretativa rispetto ai recenti fenomeni sismici che hanno coinvolto la Pianura Padana (Emilia Romagna 2012), e le regioni centrali (Umbria, Toscana, Abruzzo, Lazio 2016), l'Ing. Manieri si è potuto soffermare sul Concetto di Rischio Sismico, sulla sensibilizzazione e percezione di questo rispetto al nostro costruito, ai principali caratteri strutturali delle abitazioni in cui viviamo. L'interesse e la partecipazione dei ragazzi e dei presenti, si è poi concentrata negli aspetti laboratoriali degli eventi. Il corso si è svolto con attività su tavola vibrante didattica e relativi modelli strutturali, progettati e messi a punto direttamente dall'Ingegnere Bolognese, in collaborazione con docenti

e tecnici dell'Istituto di Istruzione Secondaria Aldini Valeriani – Sirani di Bologna (Istituto capo fila della RETE RESISM). Le simulazioni hanno permesso una comprensione diretta, per quanto semplificata (ma rigorosa), di contenuti tecnici sui vari comportamenti degli edifici sottoposti ad azione sismica. La tavola vibrante, simulante le accelerazioni del terreno a diverse frequenze, ha permesso di far mostrare le diverse risposte delle strutture tipo, ad 1 piano, 2 e 3 piani, ai movimenti impressi alla base, arrivando così a definire l'entità e qualità dell'azione sismica e gli eventuali conseguenti danni. Tutte le prove e simulazioni effettuate sulla tavola vibrante, hanno permesso di familiarizzare su concetti di dinamica strutturale come frequenze di Oscillazione, "Modi di Vibrare" di Una Struttura, Periodo Proprio, Massa e Rigidezza, baluardi teorici, fino a poco tempo fa, di soli ingegneri e addetti ai lavori.

Il pranzo di lavoro che ha concluso gli incontri ha permesso di programmare l'entrata dei due istituti nella rete RESISM e di avviare i contatti necessari per realizzare tavole vibranti didattiche nei due istituti scolastici oltre a lanciare l'idea di inserire nelle prossime programmazioni scolastiche elementi e nozioni di protezione civile.

Crediamo che l'iniziativa dell'Ordine degli ingegneri della provincia di Perugia abbia seminato cultura e idee che certamente daranno prossimi frutti per aumentare la cultura della Prevenzione sismica.



30/04/2019 Incontro RESISM - Todi - Da sinistra verso destra, V. Golinelli, gli ingg. G. Manieri, A. Severi, G. De Mase, F. Chidichimo, N. Berni, G. Spoletini, F. Ponziani, il D.S. dell'Istituto Ciuffelli Einaudi di Todi