

LA GESTIONE DELLE RETI INFRASTRUTTURALI: DIGITAL TWIN E ASSET MANAGEMENT

PROCEDURE E DATA FLOW PER L'UTILIZZO DI DATI DI INVENTARIO E DI ISPEZIONE QUALI INPUT INFORMATIVI A SUPPORTO DI UN PROCESSO DI MODELLAZIONE BIM MASSIVA AD USO "ISPETTIVO"

Questo articolo descrive lo sviluppo dell'attuale sistema di inventario e ispezione (SIOS) di Sina con le applicazioni BIM (Building Information Modeling) e le strategie BMS (Bridge Management System) nel processo di implementazione di un sistema di Asset Management.

L'articolo descrive procedure e data flow che utilizzano dati di inventario e di ispezione provenienti da differenti banche dati Sina (SIOS - Sistema Ispettivo Opere Sina, database di analisi della vulnerabilità sismica, ecc.) quali input informativi a supporto della modellazione BIM massiva.

A partire da un primo progetto pilota, attualmente in fase di applicazione a un'intera Concessionaria autostradale con successiva previsione di integrazione anche delle gallerie, è stata sviluppata una procedura di modellazione BIM "speditiva" al fine di giungere a modelli informativi per un "BIM USE" ispettivo.

Tali modelli informativi, popolati con le informazioni necessarie per elaborazioni di bridge management system, sono stati collegati a strumenti di Business Intelligence per creare dashboard a supporto di criteri decisionali basati su approcci di gestione e manutenzione (Bridge e Asset Management System). Inoltre, per lo sviluppo dell'Asset Management, viene illustrato come l'approccio degli strumenti di supporto decisionali, integrato con l'approccio multilivello delle Linee Guida possano confluire in flussi informativi, a supporto dell'impostazione di criteri di scelta degli interventi di manutenzione ordinaria, straordinaria e di ripristino. Il progetto illustrato in questo articolo mostra come l'integrazione delle tecnologie, delle metodologie, dell'esperienza e della conoscenza possa supportare la resilienza delle strade e delle autostrade italiane.



1. Ispezione con By-Bridge

UNA COLLABORAZIONE PER LA GESTIONE DELLE RETI INFRASTRUTTURALI

Archimede Srl e Sina SpA hanno implementato, fin dal 2001, strumenti di supporto decisionale per la gestione delle reti infrastrutturali.

La collaborazione, nata per poter utilizzare i dati raccolti con la dettagliata metodologia ispettiva Sina, ha permesso di applicare sistemi di Bridge Management System (BMS) sulle reti gestite dal Gruppo ASTM, tra i quali il sistema di BMS sviluppato dalla AASHTO (American Association of State Highway And Transportation Officials).

A seguito della pubblicazione delle Linee Guida del Ministero dei Trasporti nel 2020 per la classificazione e gestione del rischio, la valutazione della sicurezza e il monitoraggio dei ponti esistenti - che introducono, insieme all'approccio multilivello delle verifiche di sicurezza, anche i sistemi di BMS e la modellazione BIM -, le due Società hanno sviluppato dapprima il progetto pilota descritto nell'articolo che unisce le esperienze maturate in tali ambiti e adotta un "criterio multilivello" anche per la modellazione BIM. Tale progetto pilota è stato poi messo a sistema su ponti e viadotti di un'intera Concessionaria autostradale e sarà successivamente esteso anche a gallerie e ad altre opere d'arte minori.

Una delle più grandi sfide del progetto riguarda la gestione e la manutenzione sicure delle autostrade e dell'intera rete di infrastrutture stradali: lo strumento di supporto decisionale, che è in fase di sviluppo, sfrutta i dati di ispezione visiva per fornire elaborazioni di indici di "salute" delle strutture ed indici economici che possano essere adottati per selezionare gli interventi in modo oggettivo, rapido, sicuro. Tutto ciò anche al fine di garantire interruzioni minime al traffico, ottimizzando le scelte anche da un punto di vista logistico. Vari fattori tra cui l'età delle infrastrutture, le condizioni meteorologiche estreme, i flussi di traffico crescenti, i cambiamenti nell'uso, il progredire del degrado provocano il graduale deterioramento delle reti infrastrutturali. L'esigenza di condurre ispezioni dettagliate e ben codificate ed eseguire interventi di riparazione sulle reti sta, pertanto, assumendo un carattere sempre più urgente, data la maggiore vulnerabilità ai danni delle infrastrutture. Il progetto pilota ha permesso di affrontare tali sfide ricorrendo a:

- dati ispettivi che Sina raccoglie da oltre 20 anni attraverso una stessa metodologia consolidata e oggettiva, che fornisce così anche dati di informazioni sulle quali poter approfondire elaborazioni di indici di degrado e la conseguente scelta degli interventi di manutenzione "tipo";
- metodi e strumenti di gestione informativa digitalizzata per la registrazione degli indici di degrado e la loro rappresentazione grafica su modelli BIM;
- adozione di algoritmi di Business Intelligence, collegati ai modelli BIM, per la creazione di dashboard per l'analisi, il confronto e il controllo delle elaborazioni di indici di Bridge Management.

Lo scopo principale del progetto pilota è stato, quindi, strutturare una metodologia di riorganizzazione delle informazioni, attualmente presenti nella piattaforma BMS di Sina, da utilizzare come supporto decisionale per: Ispettori, Tecnici, Enti gestori, Agenzie di controllo della sicurezza. Le risultanze del

progetto pilota hanno l'obiettivo di estendere la metodologia di rappresentazione e di organizzazione del dato sia all'intero patrimonio (opere e reti infrastrutturali) gestito da Sina sia ad altri patrimoni infrastrutturali nell'ottica dello sviluppo di un sistema di "Asset Management".

IL PROGETTO PILOTA: DIGITAL TWIN ISPETTIVO, INTEGRAZIONE CON IL SISTEMA ISPETTIVO OPERE SINA (SIOS) E GLI INDICI DI BRIDGE MANAGEMENT SYSTEM

Come precedentemente accennato, lo scopo del progetto pilota consiste nel creare un Digital Twin a scopo ispettivo, grazie all'integrazione dell'attuale e ben consolidato sistema ispettivo Sina, le cui informazioni sono basate sul SIOS, all'interno di modelli informativi (BIM) redatti secondo specifiche che vengono descritte nel seguito.

Il Digital Twin così creato è la rappresentazione digitale parametrica degli elementi principali di ponti e viadotti, integrato con informazioni di tipo geometrico e/o informativo delle risultanze delle ispezioni visive.

Il Digital Twin così concepito fornisce la base decisionale per lo sviluppo di una metodologia per la gestione dinamica delle infrastrutture, della manutenzione ordinaria e di quella predittiva, in ottica di Asset Management. Per far ciò il team di specialisti coordinato da Archimede Srl ha approfondito la metodologia di modellazione dei dati delle ispezioni visive su un gruppo prescelto di viadotti per il progetto pilota, per i quali erano già disponibili modelli BIM.

Tali modelli, sviluppati con livello geometrico ed informativo per Bim Use con obiettivi di tipo progettuale, sono stati modificati e aggiornati per ottenere il livello di fabbisogno informativo (LOG, LOI, documentazione) utile alla digitalizzazione e alla modellazione dei dati ispettivi (uso del modello: ispettivo/gestionale/Asset Management).

Le ulteriori attività eseguite per raggiungere gli obiettivi dell'implementazione del Digital Twin sono state:

- la sperimentazione di differenti soluzioni tecnologiche e di strumenti operativi, oltre che modalità di gestione dei dati derivanti dai flussi dati da attività ispettive;
- la creazione di un sistema di supporto decisionale in ottica di BMS, con il valore aggiunto, in ottica di Gestori, Ispettori e Tecnici, dell'individuazione della soluzione tecnologica migliore per poter visualizzare e interrogare sia i modelli BIM sia le informazioni ad essi collegate, senza necessità di specifici tool di modellazione.

LE PRINCIPALI ATTIVITÀ

Le attività svolte nella realizzazione del progetto pilota e sulla base degli obiettivi prefissati, sono state, in estrema sintesi, le seguenti:

- predisposizione della base dati (WBS, parametrizzazione e creazione dei template) in modo da definire un approccio adattabile e adottabile per più tipologie di opere e strutture (ottica di Asset Management);
- aggiornamento dei modelli BIM ai fini ispettivi, con contestuale definizione ed implementazione delle linee guida per la modellazione delle opere ad uso ispettivo. Tale approccio



2. Vista renderizzata di uno dei modelli BIM dei viadotti del progetto pilota

ha lo scopo di poter integrare il modello BIM al dato ispettivo (allineamento tra modello degli elementi con la codifica utilizzata in ambito ispettivo);

- creazione dei parametri per la registrazione e la modellazione delle anomalie;
- identificazione della modalità di visualizzazione dei dati ispettivi sui modelli, attraverso lo sviluppo di una piattaforma di Business Intelligence e creazione di dashboard a supporto di elaborazioni di Bridge Management system;
- integrazione del modello BIM con la modellazione geometrica delle anomalie registrate durante le attività ispettive in Microsoft Power BI, attraverso un apposito applicativo.

L'IMPOSTAZIONE DELLA WBS DI PROGETTO

La scelta strategica nello sviluppo del progetto pilota è stata la strutturazione della WBS (Work Breakdown Structure) del modello BIM sulla base della convenzione della WBS Sina in otto livelli. Questo approccio permette l'utilizzo della struttura dati presente nel Database relazionale SIOS per la creazione delle dashboard nello strumento di Business Intelligence a vari livelli di dettaglio: dall'opera nel suo insieme alla singola specifica anomalia rilevata in ispezione in un determinato anno. Rispetto alla struttura dati Sina, si è comunque optato per includere alcuni livelli intermedi di aggregazione dei dati e degli oggetti per rispondere alle esigenze di valutazione dello stato di salute dell'opera e delle analisi di evoluzione del degrado e di criticità.

La struttura della WBS è stata utilizzata per riorganizzare il modello dati di input per la modellazione delle anomalie per ogni tipologia di elemento nei modelli BIM dei ponti del progetto pilota, oltre che per la creazione di apposite dashboard nello strumento di Business Intelligence.

L'impostazione alla base di tali dashboard è di permettere a tutti i differenti Stakeholder del progetto (Ispettore, Gestore, Tecnico, a seconda delle necessità e dei diritti di accesso) di avere visibilità immediata e intuitiva di ogni elemento, delle

tipologie di anomalie riscontrate durante le ispezioni, sia per gli elementi strutturali, sia per le opere accessorie.

IL MODELLO BIM DELL'OPERA A FINI ISPETTIVI

Come precedentemente accennato, i modelli BIM dell'opera realizzati a fini progettuali utilizzati per il progetto pilota sono stati adattati ai fini "ispettivi" seguendo le convenzioni Sina relative alla definizione degli elementi oggetto di ispezione.

I dati informativi gestiti e archiviati in SIOS sono stati inseriti come parametri sia per la caratterizzazione degli elementi sia per la definizione delle anomalie sul Digital Twin dell'opera.

Il modello dati (AIM - Asset Information Model) è stato strutturato appositamente per permettere la gestione delle informazioni derivanti dall'attività ispettiva, mantenendolo comunque integrabile, per le fasi di progettazione, impostando anche apposite schede informative per ciascun elemento. Nello specifico, il modello dati permette di:

- modificare, eliminare e gestire le categorie in piena libertà, restando indipendenti da categorizzazioni imposte da software specifici (programmi di authoring);
- impostare l'organizzazione delle informazioni basata sulla realtà della Committenza da condividere l'intera catena di fornitura di Sina;
- rispettare la Normativa in termini di OpenBIM e formati aperti.

Il risultato di questa attività è stata la definizione di linee guida ed istruzioni operative per la realizzazione di modelli ai fini ispettivi e sviluppate in ottica di "messa a sistema" della me-

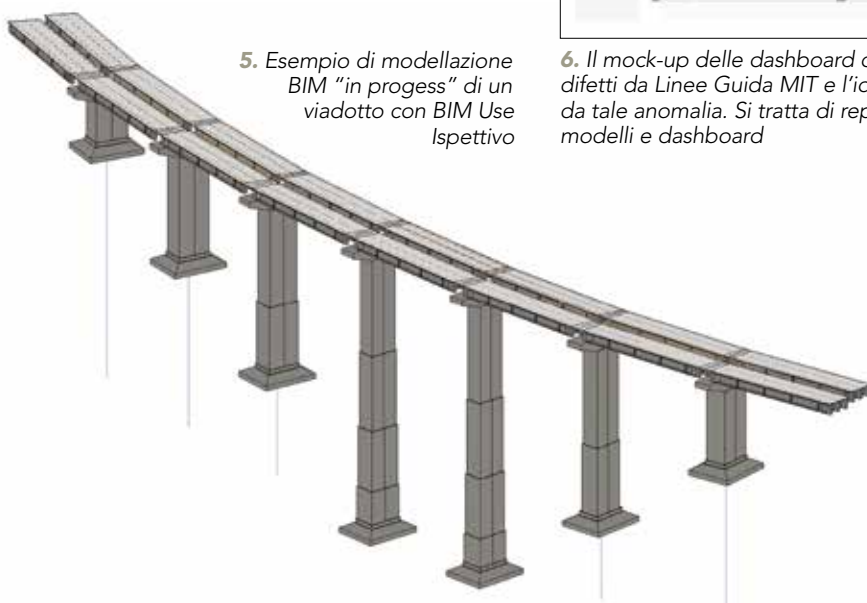


3. Dashboard "WBS" con tutti gli elementi selezionati sviluppata nello strumento di Business Intelligence e integrata con la visualizzazione del modello BIM



4. La dashboard "Anomalie"

La metodologia sulle opere gestite da Sina col sistema SIOS. Attraverso tale procedura è possibile utilizzare le informazioni all'interno dei database Sina per una modellazione parametrica massiva delle opere. Tale attività è attualmente in fase di sviluppo al fine di digitalizzare intere tratte autostradali mettendo in partica la modellazione ad "uso ispettivo". L'impostazione di una procedura standardizzata e ripetibile garantisce l'ottimizzazione delle risorse e ha l'obiettivo di giungere ad una prima modellazione di tutti i viadotti della Concessionaria, in modo uniforme e su basi di informazioni certe e documentate. Questa prima impostazione di modelli è strategica, in vista del loro utilizzo secondo il principio dei "LOIN" Level of Information Need, ossia integrando e modificando i modelli con dati geometrici, informativi e documentali in funzione dei BIM Use necessari, a seconda del singolo ponte e delle analisi o progettazioni previste.



5. Esempio di modellazione BIM "in progress" di un viadotto con BIM Use Ispettivo



6. Il mock-up delle dashboard del progetto pilota - la mappatura delle tipologie dei difetti da Linee Guida MIT e l'identificazione degli elementi sul modello BIM affetti da tale anomalia. Si tratta di report dinamici che variano in modo bidirezionale tra modelli e dashboard

L'Indice di salute degli elementi strutturali e dell'opera

L'indice di salute (o HI - Health Index, adottato dal Dipartimento dei Trasporti USA - AASHTO e dalla Federal Highway Organization) è un indicatore percentuale nel quale 0% corrisponde alla condizione peggiore possibile, mentre 100% corrisponde allo stato a come nuovo. L'indice di salute viene calcolato per singolo elemento, per gruppi di elementi e per l'intera opera.

L'indice è calcolato in funzione degli stati di servizio assegnati ai singoli elementi dell'opera e della tipologia strutturale dell'elemento stesso, che determina il

numero di stati di servizio applicabili all'elemento stesso e ne condiziona la distribuzione. In modo semplicistico si può affermare che l'indice di salute dell'opera nel suo complesso è la media pesata degli indici di salute degli elementi costituenti il ponte stesso.

L'INTEGRAZIONE SEMPLIFICATA TRA MODELLO, DATI E MAPPE

A livello di progetto pilota si è colta l'occasione per sperimentare nuovi e più semplici sistemi di integrazione tra modello, dati e mappe per la geolocalizzazione e provare soluzioni alternative a quelle già in uso in Sina, ma che hanno come obiettivo il soddisfacimento delle richieste informative di utenti molto tecnici e di addetti ai lavori, operativi quotidianamente sulle opere e sulla rete.

La sperimentazione ha avuto come obiettivo l'ampliare i possibili fruitori dell'informazione, dandosi come target sia i tecnici che provvedono a fare analisi sulla sicurezza e pianificazione delle attività ispettive e manutentive sia a livelli decisionali più alti.

La soluzione individuata da Archimede è stata quella di integrazione dell'applicazione degli strumenti di Business Intelligence con la struttura informativa propria di Sina. Nello specifico, questa soluzione multi-applicazione permette di creare uno spazio dedicato alla visualizzazione e all'interrogazione del modello BIM in modo dinamico, sfruttando l'impostazione della WBS.

Questa scelta abilita la possibilità di visualizzare sia graficamente nel modello sia tramite descrizione i parametri, impostati nel modello BIM, per tutti i dati necessari relativi alla Concessionaria: dati geometrici e dati ispettivi. Nello specifico, su questi ultimi vengono visualizzate le anomalie su ogni elemento strutturale e lo stato di servizio degli stessi.

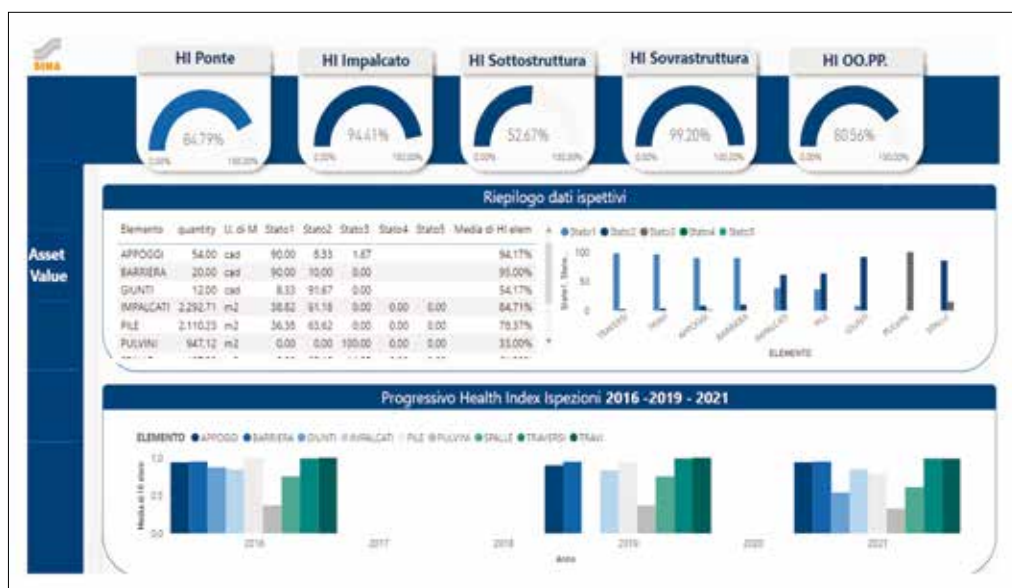
Lo strumento di Business Intelligence è la soluzione abilitante per la creazione di Dashboard, per mettere a disposizione uno strumento da utilizzare all'interno di Sina che consenta di visualizzare in modo rapido e dinamico le informazioni necessarie informazioni differenti a seconda degli obiettivi e della funzione svolta da utenti differenti, per esempio:

- al gruppo che si occupa delle ispezioni interessa lo stato delle ispezioni su ogni elemento strutturale e non strutturale;
- al gruppo che si occupa di valutare lo stato di salute dell'opera e definire le indicazioni per le attività di manutenzione interessa visualizzare la distribuzione degli stati di servizio.

GLI SVILUPPI FUTURI

La sistematizzazione del processo di gestione del patrimonio infrastrutturale passa per una "trasformazione digitale" che riguarda l'intero "Information Management" aziendale. L'analisi condotta sul patrimonio informativo disponibile in Sina costituisce l'Analisi "As-Is" necessaria e propedeutica allo sviluppo di una trasformazione digitale consapevole e condivisa. Tale trasformazione dipende non solo dalle tecnologie, ma anche dai processi, dalla professionalità e soprattutto dall'impostazione delle Organizzazioni. Lo studio sviluppato in questo ambito è l'esempio di come deve essere concepito il BIM che, come viene ben dettagliato all'interno delle Norme ISO 19650, non è più semplicemente 3D, seppur parametrico e informativo, ma irrompe nelle organizzazioni aziendali, portandole a operare, gestire e pensare in modo digitale.

Tale trasformazione digitale ha necessità di sviluppo di progetti pilota, test e condivisione e pertanto è un processo che,



7. La dashboard dell'indice di salute

per essere efficace ed efficiente, necessita di volontà e determinazione, a partire dai vertici dell'organizzazione.

Come prossimo obiettivo di sviluppo, per ampliare ulteriormente l'approccio adottato in ottica di Asset Management, verrà impostato un progetto pilota sulle gallerie, definendo i requisiti informativi necessari, e testando criteri di supporto decisionale per tutte le categorie di opere.

Al fine di ottenere un'infrastruttura digitale verranno inoltre implementate metodologie e tecnologie per svolgere le attività di ispezione anche attraverso l'utilizzo di Virtual e Augmented Reality e AR.

CONCLUSIONI

Il raggiungimento degli obiettivi del progetto pilota ha permesso, in questa prima fase di sperimentazione e studio di nuovi metodi e tecnologie, di definire:

- la procedura di creazione dei modelli BIM con relativi livelli di requisiti informativi ai fini della digitalizzazione delle ispezioni visive secondo le convenzioni Sina;
- l'identificazione di possibili indici per lo sviluppo di un sistema di BMS che comprenda l'intera infrastruttura.

Si stanno attualmente approfondendo i criteri alla base del calcolo degli indici che supportano il Bridge Management System di Sina, in modo che essi possano essere applicati all'intero patrimonio informativo gestito (Asset Management) e allineati con le convenzioni definite all'interno delle Linee Guida MIT.

Grazie all'esperienza maturata con lo sviluppo del progetto pilota, il passaggio dei dati ispettivi Sina ai modelli BIM potrà essere standardizzato, eventualmente velocizzato con lo sviluppo di processi automatizzati e utilizzando informazioni contenute e validate nelle banche dati specifiche presenti in Sina. ■

(1) Ingegnere, BIM Manager e Amministratore di Archimede Srl

(2) Ingegnere, Direttore Tecnico Ingegneria di Sina SpA