



Relazione presso 8^a Commissione Senato Ambiente, transizione ecologica, energia, lavori pubblici, comunicazioni, innovazione tecnologica finalizzata su “indagine conoscitiva sull'utilizzo delle tecnologie digitali e dell'intelligenza artificiale nella pianificazione, nella costruzione e nel monitoraggio delle infrastrutture stradali, autostradali, ferroviarie, portuali, aeroportuali e logistiche”

Introduzione

Il Gruppo Ferrovie dello Stato Italiane identifica innovazione, digitalizzazione e connettività come fattori abilitanti del proprio Piano Industriale per rendere gli utenti più connessi e cogliere le opportunità offerte dall'evoluzione del settore. I traguardi chiave di Ferrovie dello Stato, in tal senso, **includono il perseguire una trasformazione digitale coerente con i principi di sostenibilità economica, ambientale e sociale**, assicurando il completamento nell'arco di Piano dei progetti *core* e presidiando lo sviluppo integrato e trasversale dei nuovi sistemi, con particolare attenzione alla cultura del dato e al valore che esso apporta a supporto delle decisioni. Il Gruppo FS si pone infatti l'obiettivo di diventare un'azienda ***data-driven***, rafforzando la sua posizione come player di rilievo nel panorama internazionale dei trasporti collocando il dato al centro del processo di decisione aziendale.

Per raggiungere tale traguardo, sono state avviate dalle Società del Gruppo una serie di iniziative coerenti con la strategia di Data Management di FS:

- adozione del **Modello di Governance per la gestione dei dati**, in cui sono definiti ruoli chiari e responsabilità puntuali sui domini di dati
- adozione di **tecnologie abilitanti** per la gestione dei dati, necessari a raccogliere, analizzare e condividere i dati aziendali, garantendone la qualità nell'intero ciclo di vita;
- definizione di un **Modello Dati** riconosciuto a livello di Gruppo, in grado di abilitare la comprensione del dato all'interno dell'intero Gruppo, favorendo la collaborazione e l'interoperabilità anche tra diversi domini di business e societari;
- adozione di **meccanismi di condivisione** dei dati basati su c.d. **Spazi Dati federati**, che garantiranno l'interoperabilità tra attori pubblici e privati, preservando al contempo la sovranità dei dati
- utilizzo di **piattaforme tecnologiche comuni** all'interno del Gruppo, in grado di garantire la disponibilità di dati strutturati e di qualità, caratteristiche necessarie per



poi applicare modelli di Intelligenza Artificiale, che saranno **complementari** alle soluzioni/procedure tradizionali.

Numerosi sono gli interventi **del Polo Infrastrutture** mirati a sviluppare nuovi servizi ai clienti e a migliorare l'efficienza e la sicurezza delle infrastrutture ferroviarie e stradali. I gestori **RFI, ANAS e Ferrovie del Sud Est**, insieme a **Italferr**, la società di ingegneria, **hanno già in esercizio sistemi digitali per la gestione delle *operations*** e stanno procedendo **in maniera integrata** nell'individuare, testare e implementare **nuove soluzioni**, anche a carattere innovativo, che complessivamente mirano a raggiungere gli obiettivi sopra delineati.

In tale contesto ed in linea con le politiche del Governo di valorizzazione dell'apporto della ricerca scientifica e tecnologica, assieme ai processi di alta formazione, si inserisce la recente creazione di apposita "Academy & Technical Methodologies" del Polo Infrastrutture per fare da "driver" di cultura scientifica, realizzando anche una virtuosa "contaminazione dei saperi". Infatti tale Academy sarà presieduta dal Presidente di RFI e del Comitato Polo anche come Accademico Ordinario del settore "Strade, Ferrovie e Aeroporti" e della mobilità sostenibile e sarà formata da esperti di eccellenza nei diversi ambiti scientifici di interesse.

Esempi di progettualità

Per dare concretezza a quanto rappresentato, si riportano alcuni esempi di tecnologie digitali per la pianificazione, la costruzione e il monitoraggio delle infrastrutture che, in alcuni casi prevedono anche algoritmi di Intelligenza artificiale, da considerare come "abilitatore" e acceleratore di funzionalità, in maniera complementare rispetto agli approcci storici.

RF

Nell'ambito dell'Asset Management, Rete Ferroviaria Italiana (RFI) sta portando avanti progetti¹ finalizzati a ridurre le indisponibilità della rete ed efficientare i processi manutentivi. In particolare, si citano:

- progetti sperimentali **per un "early detection" dei difetti alle infrastrutture e degli eventi anomali** nel territorio circostante che vanno ad interferire con esse

¹ Costo totale di circa 1.500 milioni di euro



(es: frane, alluvioni...), aumentando la resilienza delle linee ferroviarie rispetto ai sempre più frequenti eventi meteorologici estremi. Si citano ad esempio sistemi per:

- **il rilievo difetti delle gallerie ferroviarie**, con tecnologie di tipo mobile² o di tipo fisso³, per fornire informazioni sullo stato delle gallerie e sulla loro integrità, che consentono la sorveglianza automatica e permanente, di elevata precisione e risoluzione spaziale;
 - **il rilievo dei difetti dei ponti** con utilizzo di droni, con classificazione automatica dei difetti tramite tecniche di elaborazioni delle immagini basate su AI e Machine Learning;
 - il rilievo dello **scalzamento delle fondazioni** dei ponti **nell'alveo** del fiume, che consentono di misurare, in tempo reale, l'altezza di scalzamento durante le piene. La soluzione, che centralizza in una sola postazione l'osservazione di numerosi ponti, offre anche il supporto alle decisioni;
 - **il monitoraggio frane** finalizzati al controllo di possibili invasioni della sede ferroviaria da parte di movimenti franosi del terreno;
 - la gestione degli effetti del **terremoto** attraverso una rete sismica⁴ che consenta di registrare, lungo la linea, lo scuotimento e individuare le tratte da ispezionare. Sulle linee ad Alta Velocità sono inoltre in corso di implementazione sistemi di Early Warning Sismico (EWS) che consentiranno di identificare, nei primi secondi del segnale sismico, l'intensità del terremoto attivando, in maniera automatica, la procedura di emergenza.
- dimostratori tecnologici per la gestione integrata delle informazioni sulle condizioni degli *asset*, ottenute attraverso il monitoraggio avanzato delle opere e strumenti decisionali che fanno uso di **intelligenza artificiale e Digital Twin** (gemello digitale dell'opera). Il sistema si basa su sensori locali che trasmettono dati dal campo su una piattaforma IoT che ne consente la raccolta, la visualizzazione e il controllo centralizzato; algoritmi specifici con funzionalità intelligenti (*machine*

² realizzato attraverso convogli diagnostici multifunzione attrezzati con sistemi di rilievo automatizzato dei difetti basato su laser-camera, termocamera e lidar e algoritmi di elaborazione dei dati già rilevati

³ realizzato con sensori posizionati lungo l'infrastruttura; tali strumenti sono caratterizzati da elevata flessibilità di installazione, bassa intrusività e non necessitano di alimentazione elettrica al punto di misura

⁴ con un costo di 37 milioni di euro



learning, advanced analytics, etc) che ne consentono l'elaborazione, permettendo l'**evoluzione verso la manutenzione predittiva**. Una possibile applicazione allo studio è il monitoraggio digitale di ponti e viadotti, finalizzato a rilevare lo stato di salute delle componenti strutturali principali rispetto a determinate condizioni di danneggiamento e livelli di soglia individuate.

Inoltre, **RFI** sta affrontando il tema dell'efficientamento del processo di progettazione e di gestione delle infrastrutture attraverso l'integrazione dei **modelli BIM** (Building Information Model) lungo tutto il ciclo di vita, nonché di soluzioni avanzate nell'ambito Advanced Image Processing. I sistemi in corso di implementazione permettono di agire anche sul patrimonio infrastrutturale esistente con il fine ultimo di supportare il mantenimento dei livelli di funzionalità adeguati nella fase di esercizio.

L'introduzione dei metodi e strumenti di gestione informativa digitale nella fase di realizzazione costituisce un fattore abilitante per nuovi processi digitali (BIM- Building Information Model), tra cui il BIM 4D e il BIM 5D: la quarta dimensione del BIM permette infatti l'ottimizzazione del programma lavori, facilitandone la comprensione e la comunicazione (individuazione di incongruenze; ottimizzazione dei processi di monitoraggio dei tempi); il "modello 5D" consente invece di legare ai modelli informativi, informazioni funzionali alla contabilità dei lavori, utili alla produzione delle schede di avanzamento fisico ed economico della commessa.

La digitalizzazione può offrire inoltre un importante supporto anche nella gestione delle stazioni e dei flussi di passeggeri che le attraversano. Si cita come esempio uno strumento, in corso di sperimentazione per la stazione di Roma Termini, che è in grado di prevedere i flussi di passeggeri in arrivo e in partenza, anticipando le situazioni critiche di sovraffollamento e identificando le possibili azioni di mitigazione.

ITF

Italferr, per l'efficientamento della progettazione, sta portando avanti l'impiego di metodi e strumenti di *information management*, fin dalle prime fasi di pianificazione e progettazione degli interventi, anche a vantaggio della sostenibilità ambientale, economica e sociale.

Nella fase di **realizzazione delle opere**, tema particolarmente attenzionato nel corso del piano di sviluppo previsto dal PNRR, si stanno sperimentando soluzioni che consentono il monitoraggio del ciclo di vita del cantiere e il supporto ai sistemi di sicurezza degli stessi (insieme di funzionalità che prendono il nome di "**digitalizzazione dei cantieri**", attualmente in sperimentazione anche per ANAS). Tali funzionalità comprendono la



riorganizzazione efficace della documentazione gestionale, l'impiego di tecnologia evoluta per il controllo dell'avanzamento dell'opera e per il monitoraggio del costruito. Al riguardo, si faccia riferimento ai nuovi processi digitali BIM 4D e BIM 5D attuati nei cantieri di RFI.

ANA

Anche la società **Anas** ha avviato una serie di progetti mirati all'adozione di soluzioni tecnologiche d'avanguardia, con iniziative dedicate alla gestione digitale integrata del patrimonio aziendale per l'intera durata del suo ciclo di vita, attraverso processi e sistemi orientati ai dati, indispensabili per l'abilitazione di tecnologie avanzate come il Digital Twin.

- I principali ambiti di intervento in merito alla digitalizzazione, anche per il gestore dell'infrastruttura stradale, riguardano l'**Asset Management**:
 - in coerenza con la Data Strategy di Gruppo, è in corso l'implementazione di un nuovo **Modello dati To-Be** secondo la metodologia BIM (Building Information Modeling) e Digital Twin, adottato in una prospettiva di "Design to Maintenance", che permette la modellazione di beni patrimoniali sia nuovi che preesistenti;
 - è prevista la realizzazione della **piattaforma SHM (Structural Health Monitoring)**⁵ per il monitoraggio strutturale continuativo delle opere d'arte. Il programma SHM (Structural Health Monitoring) è stato avviato lo scorso anno e contempla lo sviluppo di un sistema integrato per il rilevamento, la categorizzazione e la gestione dei rischi, nonché per il monitoraggio dinamico di 1000 ponti, attraverso: una piattaforma dedicata alla gestione delle ispezioni; un sistema per il monitoraggio condizionale delle strutture; progettazione di attività di rilevamento e modellazione BIM in ottica "Digital Twin"; l'installazione di dispositivi e sensori in loco e servizi di connettività per il trasferimento di dati.
 - è inoltre in corso il **progetto IAM – Intelligent Asset Management** per la gestione delle schede tecniche degli asset e dell'integrazione totale dei servizi e dei processi ad essi collegati. Le metodologie utilizzate non solo facilitano la centralizzazione delle informazioni anagrafiche dell'Asset, ma promuovono anche la digitalizzazione dei processi di manutenzione e gestione operativa dei cantieri.

⁵ l'investimento previsto per l'infrastrutturazione e il monitoraggio dei ponti e viadotti sulla rete gestita ammonta a 275 milioni di euro, con finanziamenti provenienti dal "Fondo Complementare" associato al PNRR



- Da citare sono anche i servizi per la mobilità, per i quali la trasformazione digitale si concretizza nel programma **Smart Mobility** che mira all'attuazione di una gamma di funzionalità di particolare rilevanza di seguito elencate:
 - Smart Tunnel – Telecontrollo: sviluppo di una piattaforma per la gestione, il controllo e il monitoraggio degli apparati e delle infrastrutture con l'obiettivo di garantire la sicurezza delle gallerie;
 - sviluppo della Sala Controllo ICT Smart Mobility, con specifiche funzionalità destinate alla sala operativa e al Decision Support System (DSS);
 - ottimizzazione della Gestione e Manutenzione Stradale: sviluppo di servizi interni ad Anas volti ad ottimizzare la gestione e la manutenzione delle strade sfruttando le nuove tecnologie e conducendo sperimentazioni mirate;
 - Sicurezza e Controllo del traffico (Vergilius): vasta implementazione, sulle tratte designate Smart Road, di sistemi di rilevazione e controllo della velocità media. Questo intervento mira a garantire un graduale miglioramento degli standard di sicurezza in linea con le direttive europee, sia in termini di sicurezza attiva (prevenzione degli incidenti) che passiva (riduzione delle conseguenze). In particolare, si è effettuata l'installazione del sistema Vergilius sull'intera rete autostradale e sui raccordi dell'Anas.
 - Abilitazione dei Servizi e Mobility as a Service (Maas): sviluppo di servizi innovativi destinati agli utenti, con l'obiettivo di ampliare l'offerta attuale, valutare nuove sperimentazioni e consentire lo sviluppo del Mobility as a Service (MaaS) per gli altri attori del settore.

Tra i vantaggi derivanti da un sistema stradale digitale si stimano⁶ un minore consumo di carburante (-20% nel consumo di carburante); una migliore performance di guida (-20% tempo di inattività del motore e -75% incidenti dovuti a frenata violenta); un miglioramento dell'efficienza delle rotte stradali (+15% guida economica e -20% ore spese alla guida); un aumento della sicurezza stradale (-20% incidenti stradali e minori costi dovuti all'assicurazione dei veicoli) nonché una significativa riduzione dei costi di manutenzione (-25% costi di manutenzione dei veicoli).

⁶ Dati ANAS



Come ultimo esempio di digitalizzazione del trasporto collettivo nel Polo Infrastruttura, si cita una sperimentazione in corso in Ferrovie Sud Est riguardante una piattaforma tecnologica (**Apulia Mobility Platform**) che integra la gestione, in “tempo reale”, dei servizi su treno e su bus. Il punto centrale diventa la gestione delle coincidenze treno-bus in corrispondenza di hub, in grado di assicurare uno scambio modale “agile”, veloce e senza barriere. Una sala operativa multimodale che si interfaccia sinergicamente con le tre sale operative tradizionali (infrastruttura, trasporto ferroviario, trasporto bus), focalizzata sulla riprotezione del passeggero in casi di eventi disruptive. Il sistema nasce in ottica *open access*, aperto dunque ad accogliere altre componenti dell’offerta secondo specifiche regole di ingaggio, consentendo la gestione integrata e sistemica dei servizi, preservando, al contempo, gli ambiti di responsabilità dei singoli vettori.

Conclusioni

L’adozione delle tecnologie digitali e, in particolare, dell’intelligenza artificiale (AI) richiede la disponibilità di dati interoperabili (es: attraverso **Spazi Dati federati**, che garantiranno l’interoperabilità tra attori pubblici e privati), affidabili e rispondenti a una tassonomia il più possibile standardizzata. Sistemi che ricevono in input dati sbagliati o incompleti producono output non attendibili. Occorre quindi potenziare a livello Paese, con i player di mercato e con le Istituzioni un framework che consenta di adottare tassonomie comuni e protocolli standardizzati anche al fine di ridurre il *vendor lock-in* e consentire nel tempo, l’evoluzione e l’aggiornamento dei sistemi, in modo socialmente e economicamente sostenibile. E’ necessario quindi avere a disposizione **dati di qualità, certificati e ben organizzati**, con sorgenti e ownership definite e note, facendo leva ove possibile su piattaforme di mercato, dove qualità e struttura del dato sono garantite *by design*.

Tale requisito è ancora più necessario quando si parla di **Intelligenza Artificiale** che offre sì strumenti utili a supporto delle decisioni ma espone, laddove non sia adeguatamente indirizzata e “istruita” con processi trasparenti e di qualità, alla generazione di output non conformi e potenzialmente dannosi. In tema di AI si pone nello specifico l’aspetto della **proprietà intellettuale**, per la quale il settore industriale e le istituzioni devono cooperare al fine di favorire l’approccio “open” agli algoritmi di *machine learning*, affinché, ciò che di pubblica utilità viene realizzato, possa essere reso disponibile alla comunità in modalità aperta.



In questo è **decisivo il supporto del regolatore, che definisca le policy per il corretto sviluppo delle nuove tecnologie** digitali.

Se questo principio vale a livello generale, è tanto più rilevante nell'ambito delle applicazioni del Gruppo FS, in cui alcuni dei sistemi citati, dalla progettazione all'asset management hanno un collegamento diretto con la sicurezza delle persone e dell'esercizio ferroviario.

Per questo, come Gruppo FS, stiamo investendo su un elevato numero di sperimentazioni e una forte accelerazione delle competenze e conoscenze digitali. Per facilitare questo percorso, è stata avviata la creazione di un centro di competenza sull'AI, diffuso all'interno delle Società operative, con l'obiettivo di sfruttare, nel lungo periodo, il vantaggio tecnologico acquisito e assicurare al Gruppo FS un posizionamento come leader di *industry*, nello sviluppo di caso d'uso per il settore dei trasporti e della gestione delle infrastrutture.

Occorre inoltre affiancare, ai sistemi che vengono via via adottati, una rilettura dei processi che li utilizzano, ridefinendo attori, responsabilità e collegamenti con altri processi. A tal fine, ad esempio, RFI ha avviato un programma⁷ che prevede la definizione di un modello operativo e di governance della digitalizzazione, finalizzato anche all'acquisizione centralizzata di dati di qualità e l'utilizzo di strumenti di analisi intelligente a supporto delle decisioni.

RFI infine sta realizzando reti di trasmissione e di connettività diffusa, per il trasferimento dei dati dal "campo" ai posti centrali di elaborazione, prerequisito⁸ per la digitalizzazione delle infrastrutture del Polo. Resta da segnalare un tema legato al *deployment* delle soluzioni, soprattutto dove richiedano l'installazione di strumenti di campo: dopo un adeguato periodo di sperimentazione, occorre infatti definire una pianificazione degli investimenti, in coerenza con le priorità individuate e la disponibilità di risorse, che vanno intese "on top" alle voci di costo per la realizzazione delle infrastrutture, tradizionalmente considerati.

Tutto ciò premesso, come abbiamo visto anche dagli esempi riportati, le nuove tecnologie digitali offrono potenzialità enormi in tutti gli ambiti:

- nella pianificazione, progettazione delle infrastrutture, attraverso il BIM 4D e 5D, che complessivamente offre strumenti aggiuntivi per il controllo dei tempi e costi,

⁷ Costo di 139 milioni di euro

⁸ L'investimento (150 milioni di euro) prevede di potenziare l'infrastruttura digitale, le reti di trasmissione dati e la connettività, riguardando nuovi sistemi con elevata capacità di trasmissione dati, dalle prestazioni avanzate e flessibili.



trasparenza verso gli stakeholder e supporta processi più sostenibili attraverso l'ottimizzazione dell'uso dei materiali e delle risorse idriche e energetiche;

- nella realizzazione delle opere, attraverso cantieri digitalizzati che consentono di incrementare anche la sicurezza del lavoro e dell'ambiente;
- nella gestione delle opere in esercizio, attraverso la rilevazione delle anomalie e l'upgrade dei processi manutentivi, fino anche alla predittiva;
- nella gestione delle stazioni in termini di gestione dei flussi e security;
- nei servizi agli utenti finali, con informazione al pubblico evoluta, pagamenti digitali friendly e servizi stradali di nuova generazione.
-