



Giunte e Commissioni

RESOCONTO STENOGRAFICO

n. 6

N.B. I resoconti stenografici delle sedute di ciascuna indagine conoscitiva seguono una numerazione indipendente.

8^a COMMISSIONE PERMANENTE (Ambiente, transizione ecologica, energia, lavori pubblici, comunicazioni, innovazione tecnologica)

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

88^a seduta: giovedì 1° febbraio 2024

Presidenza del vice presidente BASSO

INDICE

Audizione di rappresentanti dell'Università Bocconi di Milano

PRESIDENTE	Pag. 3, 7, 11	<i>PERCOCO</i>	Pag. 4, 8, 9
FLORIDIA Aurora (<i>Misto-AVS</i>)	7		
SIGISMONDI (<i>FdI</i>)	7, 9		

Audizione di rappresentanti del Politecnico di Milano

PRESIDENTE	Pag. 11, 17, 19	<i>BELLOLI</i>	Pag. 11, 18
FLORIDIA Aurora (<i>Misto-AVS</i>)	17		
SIGISMONDI (<i>FdI</i>)	17		

Audizione di rappresentanti del Politecnico di Torino

PRESIDENTE	Pag. 19, 24, 26	<i>CAPUTO</i>	Pag. 19, 24
POTENTI (<i>LSP-PSd'Az</i>)	24		

Audizione di rappresentanti dell'Università di Genova

PRESIDENTE	Pag. 26, 28, 31 e <i>passim</i>	<i>ROSASCO</i>	Pag. 26, 32
POTENTI (<i>LSP-PSd'Az</i>)	31	<i>SACONE</i>	28, 34

Audizione di rappresentanti dell'Università « Federico II » di Napoli

PRESIDENTE	Pag. 35, 36, 39	<i>BIFULCO</i>	Pag. 35, 36
----------------------	-----------------	--------------------------	-------------

Audizione di rappresentanti dell'Università di Pisa

PRESIDENTE	Pag. 39, 42, 44 e <i>passim</i>	<i>CISTERNINO</i>	Pag. 44
		<i>GERVASI</i>	42
		<i>SALVATORE</i>	39, 43, 45 e <i>passim</i>

N.B. L'asterisco accanto al nome riportato nell'indice della seduta indica che gli interventi sono stati rivisti dagli oratori

Sigle dei Gruppi parlamentari: Civici d'Italia-Noi Moderati (UDC-Coraggio Italia-Noi con l'Italia-Italia al Centro)-MAIE; Cd'I-NM (UDC-CI-NcI-IaC)-MAIE; Forza Italia-Berlusconi Presidente-PPE: FI-BP-PPE; Fratelli d'Italia: FdI; Italia Viva-Il Centro-Renew Europe: IV-C-RE; Lega Salvini Premier-Partito Sardo d'Azione: LSP-PSd'Az; Movimento 5 Stelle: M5S; Partito Democratico-Italia Democratica e Progressista: PD-IDP; Per le Autonomie (SVP-PATT, Campobase): Aut (SVP-PATT, Cb); Misto: Misto; Misto-ALLEANZA VERDI E SINISTRA: Misto-AVS; Misto-Azione-Renew Europe: Misto-Az-RE.

Intervengono, ai sensi dell'articolo 48 del Regolamento, per l'Università Bocconi, Marco Percoco, professore di economia dei trasporti e delle infrastrutture; per il Politecnico di Milano, Marco Belloli, direttore del dipartimento di meccanica applicata; per il Politecnico di Torino, Barbara Caputo, professoressa di sistemi di elaborazione delle informazioni; per l'Università di Genova, Simona Sacone, professoressa di automatica, e Lorenzo Rosasco, professore di informatica; per l'Università « Federico II » di Napoli, Gennaro Nicola Bifulco, professore delegato alla mobilità e trasporti del dipartimento di ingegneria civile, edile e ambientale; per l'Università di Pisa, Walter Salvatore, professore di tecnica delle costruzioni, Vincenzo Gervasi, professore di informatica, e Antonio Cisternino, professore di informatica.

I lavori hanno inizio alle ore 10.

SULLA PUBBLICITÀ DEI LAVORI

PRESIDENTE. Comunico che, ai sensi dell'articolo 33, comma 4, del Regolamento del Senato, è stata richiesta l'attivazione dell'impianto audiovisivo a circuito chiuso, nonché la trasmissione televisiva sui canali *web* e satellitare del Senato della Repubblica, e che la Presidenza ha fatto preventivamente conoscere il proprio assenso. Poiché non vi sono osservazioni, tale forma di pubblicità è adottata per il prosieguo dei lavori.

Avverto inoltre che, previa autorizzazione del Presidente del Senato, la pubblicità della seduta odierna è assicurata anche attraverso il resoconto stenografico.

PROCEDURE INFORMATIVE

Audizione di rappresentanti dell'Università Bocconi di Milano

PRESIDENTE. L'ordine del giorno reca il seguito dell'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, sospesa nella seduta del 25 gennaio.

Sono oggi in programma alcune audizioni.

Iniziamo i nostri lavori con l'audizione di rappresentanti dell'Università Bocconi di Milano.

Do quindi il benvenuto, a nome della Commissione, a Marco Percoco, professore di economia dei trasporti e delle infrastrutture, che ringrazio per la presenza e a cui do subito la parola.

PERCOCO. Grazie, Presidente, buongiorno, ringrazio lei e la Commissione per l'invito.

Vorrei richiamare la vostra attenzione su alcune questioni che ritengo di grande importanza rispetto al momento particolarmente critico che stiamo vivendo nel mondo dei trasporti e delle infrastrutture; lo farò dal punto di vista dello scienziato sociale, che si occupa soprattutto delle implicazioni socio-economiche di determinati rivolgimenti.

Una brevissima premessa: come sappiamo le innovazioni di carattere tecnologico molto spesso hanno effetti positivi in generale rispetto ai sistemi economici, quindi in termini di crescita, di occupazione, di produttività. Il problema di queste grandi innovazioni che riguardano trasversalmente diversi settori – quelle che noi chiamiamo in economia *general-purpose technologies* – è che hanno degli effetti redistributivi molto forti e significativi.

Vi faccio un esempio molto banale: una delle più grandi innovazioni tecnologiche del XX secolo, a parte il *computer*, è semplicemente il *container*, una scatola, che però ha ridotto straordinariamente i costi di trasporto e di movimentazione delle merci a livello globale. La globalizzazione come noi la conosciamo è stata trainata dal gigantismo navale e da «*the box*», il *container*. Se ricordiamo o andiamo a vedere sui libri com'erano Londra o New York prima dell'avvento del *container* troviamo città completamente diverse, città portuali, dove c'era la categoria degli scaricatori di porto. L'avvento del *container* ha portato un'innovazione tecnologica significativa all'interno della cosiddetta *port industry*, tale per cui i porti sono passati dall'essere infrastrutture *labour intensive*, che quindi occupavano molti lavoratori, a *capital intensive*, dove è necessaria una grande quantità di immobilizzazioni tecniche e materiali. Il capitale è diventato relativamente più importante e quindi alcuni lavoratori hanno visto sostituire il proprio lavoro con il capitale; ciò nonostante la *port industry*, l'industria del trasporto marittimo, a livello globale è cresciuta straordinariamente e ha aumentato il numero degli occupati. L'avvento del *container* ha portato, però, ad una redistribuzione del reddito e del salario all'interno di questo settore.

In termini di digitalizzazione, di automazione dei processi e quindi anche di intelligenza artificiale, ci aspettiamo comunque una crescita sostenuta del PIL a livello europeo, del 10-11 per cento sino al 2030; non significa che andremo a osservare questo PIL, magari, ma che senza l'intelligenza artificiale il PIL al 2030 potrebbe essere del 10 per cento più basso in termini controfattuali. Ci aspettiamo però anche la riduzione dei posti di lavoro delle mansioni a più basso valore aggiunto, che sono più esposte rispetto all'avvento e all'introduzione pervasiva dell'intelligenza artificiale. Questo affligge drammaticamente il settore dei trasporti: pensate che nella logistica ci si aspetta una riduzione del numero dei posti di lavoro per quanto

riguarda la mansione di trasporto dei camion (quindi per i camionisti) di due milioni di unità, sempre al 2030-2040, a livello europeo.

In generale, ci aspettiamo che l'intelligenza artificiale comporti una crescita, pari addirittura a un raddoppio, della produttività al 2050. Questo potrebbe essere vero per quasi tutti i Paesi europei, e dico quasi perché le stime attuali che riguardano l'Italia non sono così congruenti: alcune dicono che l'Italia potrebbe aumentare l'occupazione ma aumentare ancora di più i salari (e questa è cosa buona, perché significa che sta aumentando la produttività); altre ci dicono invece che globalmente potremmo perdere posti di lavoro perché siamo specializzati – abbiamo cioè una grande massa di lavoratori specializzati, ahimè – in mansioni a basso valore aggiunto, quindi questo è un problema.

Dal punto di vista industriale, credo ci siano un paio di questioni e di tematiche che hanno entrambe a che fare, a mio avviso, con la diseguaglianza che in qualche modo ho già richiamato nel preambolo: la redistribuzione molto spesso si tira dietro la questione della diseguaglianza.

Parto forse dal punto più concreto di tutti: noi oggi dobbiamo fare investimenti per quanto riguarda l'introduzione e l'utilizzo dell'intelligenza artificiale, che nel settore dei trasporti ha una rilevanza soprattutto per quanto riguarda il *machine learning*, che significa fare previsioni non solo nel tempo ma anche nel senso di statica comparata, come la chiamano in economia, ossia prevedere cosa accade nel sistema se faccio qualcosa: questa è comunque una previsione, anzi, una predizione.

Perché sono importanti questi schemi di *machine learning* all'interno delle infrastrutture del trasporto? Perché tendenzialmente ci consentono di ridurre i costi di gestione, che sono importanti sia per quanto riguarda i costi di manutenzione ordinaria e straordinaria, sia per quanto riguarda l'efficienza nell'utilizzo di determinati manufatti infrastrutturali.

Ci troviamo di fronte, allora, ad una valutazione di carattere sia economico sia finanziario che mette sui due piatti della bilancia da un lato i costi d'investimento oggi, dall'altro una riduzione dei costi di gestione dell'infrastruttura domani, fra cinque, dieci o quindici anni.

Oggi gran parte delle infrastrutture strategiche in Italia sono date in concessione a soggetti privati: questo significa che, in assenza di finanziamenti pubblici (il PNRR, per esempio), si potrebbe chiedere a questi privati di investire per l'infrastrutturazione digitale. Oggi però i privati si trovano di fronte a situazioni in cui il tasso di rendimento dato dall'autorità sul capitale investito è del 6-8 per cento, che è molto basso, il che significa che con i tassi d'interesse che ci sono oggi non riescono a ripagare il debito. Significa, secondo me, che lo spazio d'azione dei privati all'interno del mercato delle infrastrutture per la digitalizzazione è molto ridotto e contenuto. Signi-

fica che, se vogliamo digitalizzare infrastrutture e trasporti, è probabile che sia necessario un decisivo intervento pubblico, avendo in mente che l'interconnessione delle infrastrutture – avere cioè infrastrutture che parlino uno stesso linguaggio – oggi è importante ma fino a un certo punto, mentre domani sarà drammaticamente importante. Sotto questo profilo, allora, ritengo necessaria una pianificazione a lungo termine.

Dico che l'interconnessione delle infrastrutture un domani sarà drammaticamente importante perché è chiaro che il convitato di pietra in questa stanza – e immagino anche nella Commissione – è il trasporto a guida autonoma e interconnesso. Che significa interconnessione infrastrutturale tra sistemi.

Prima di passare al secondo punto, un piccolo *caveat* su quanto detto sugli investimenti. Nel momento in cui chiediamo ai privati di investire per l'infrastrutturazione digitale delle infrastrutture e diamo loro il 6-10 per cento o quello che sarà, quella parte va a finire in tariffa: significa che saranno poi gli utenti a pagarla. È chiaro che una parte si può anche posticipare con un valore di subentro, ma comunque qualcuno è necessario che poi paghi, alla fine, quindi è molto probabile che prima o poi siano gli utenti a dover pagare questa infrastrutturazione e quindi l'investimento. Questo genera problemi di carattere distributivo, ossia: chi paga? Oggi le tariffe sono uguali per tutti in autostrada e da questo punto di vista sono democratiche: è chiaro però che, essendo uguali per tutti, più basso è il reddito di una persona o di un lavoratore, più alta è l'incidenza di quell'incremento tariffario per l'infrastrutturazione digitale che subisce.

La stessa cosa vale sul *pricing* dell'infrastruttura: oggi abbiamo già la straordinaria possibilità di fare in modo che la tariffa non sia uguale per tutti, ma calibrata, ad esempio, rispetto al livello di emissioni della propria autovettura, prevedendo addirittura con il *machine learning*, alla luce delle proprie caratteristiche di guida, che sono state osservate (tralascio al riguardo le questioni legate alla *privacy*), la quantità di emissioni di CO₂ o di particolato. Questo mi consente per esempio, all'ingresso dell'autostrada, ma anche del centro di Milano, di avere un prezzo molto *tailor made*, specifico per quella persona. È un'opportunità fantastica, perché ci consente di ridurre drasticamente i costi esterni (quindi inquinamento e congestione). Il punto, però, è ancora la redistribuzione di questi carichi fiscali, che molto spesso invece vanno sulle spalle dei più deboli. Pensiamo ai *gilet* gialli: tutto sommato, sono una rappresentazione plastica di quello che sto dicendo. Possiamo imporre efficientemente il principio del «chi inquina paga»: molto spesso, però, chi inquina e paga è anche il più debole. Credo allora che una delle tematiche chiave della transizione digitale verso l'automatizzazione estrema di questi servizi di trasporto sia fare attenzione alla redistribuzione dei costi e dei benefici della transizione.

Con ciò concludo, ringraziandovi per l'attenzione.

PRESIDENTE. La ringrazio, professore. Do ora la parola ai colleghi che desiderano intervenire per eventuali domande o richieste di chiarimenti.

FLORIDIA Aurora (*Misto-AVS*). Signor Presidente, desidero innanzi tutto ringraziare il professor Percoco per il suo intervento, molto interessante, e rivolgergli in merito alcune domande.

Lei ha parlato di una riduzione dei posti di lavoro nel settore dei trasporti pari a due milioni di unità, e delle stime sull'occupazione in Italia, che potrebbe aumentare o meno, come pure degli stipendi. Quanto alla suddetta redistribuzione, quali suggerimenti e idee può presentarci? Questa è la prima domanda.

La seconda: lei ha parlato di un'offerta *tailor made*, per esempio in autostrada, per pagare il pedaggio sulla base della CO₂ o del particolato emessi nell'aria: ci sono già pratiche o esperimenti? Ho sentito infatti che anche in Germania stanno valutando quest'opportunità, per il problema che poi sono i più deboli a pagare: anche in questo caso, che idee ci sono in merito?

SIGISMONDI (*FdI*). Signor Presidente, desidero ringraziare a mia volta il professor Percoco per le informazioni e gli spunti di riflessione che ci ha fornito questa mattina. È evidente che il dato che più ci preoccupa è proprio l'incidenza sui posti di lavoro, perché in questo momento ci troviamo in una situazione tale per cui in Italia di fatto non manca il lavoro, ma la manodopera. Infatti, nel momento in cui la manodopera specializzata è realmente tale, ci sono veramente settori che fanno richiesta di posti di lavoro. Ovviamente, il dato che ci ha fornito ci preoccupa.

Lei ha tralasciato dichiaratamente l'aspetto della *privacy* nel momento in cui si parlava dell'opportunità di riuscire a dosare il costo dell'autostrada rispetto anche al grado di inquinamento. Posso capirlo per quanto riguarda la macchina; nel momento in cui però ha aggiunto un altro particolare legato allo stile di guida, quindi alla persona e non più all'oggetto, la domanda che le rivolgo è com'è possibile legare alla persona e al suo modo di guida queste tecnologie, che al momento mi sfuggono, e come tutelarne la *privacy*, perché a questo punto verremmo monitorati secondo dopo secondo.

PRESIDENTE. Nell'unirmi ai ringraziamenti rivolti al professor Percoco, vorrei chiedergli di far pervenire alla Commissione un contributo scritto – con le tempistiche che riterrà – da poter utilizzare nella relazione finale che svolgeremo e sottoporli a mia volta un quesito relativo ad una questione più volte emersa nelle audizioni che abbiamo svolto, in particolare fra le imprese. Mi riferisco alla dis-crasia e alle differenze che ci sono tra la gestione delle opere

infrastrutturali e quindi delle grandi opere pubbliche e delle grandi infrastrutture critiche (come i viadotti, i ponti, le ferrovie e tutto ciò che ha bisogno di anni per la sua progettazione, esecuzione e messa in funzione) e l'avanzamento tecnologico, che ha tempistiche e cambiamenti – anche dal punto di vista delle opportunità date dalle tecnologie – molto più brevi. È nata quindi una discussione sul fatto di poter pianificare opere infrastrutturali, nei termini di quella che lei ha chiamato pianificazione di lungo termine, e di inserire in questa pianificazione tecnologie che probabilmente alla fine, alla messa in esercizio di una grande infrastruttura, potrebbero non essere più adeguate rispetto a quella in essere.

Ad oggi, una delle problematiche emerse è che molti bandi per le grandi infrastrutture contengono poche indicazioni sulla parte dell'infrastrutturazione tecnologica, lasciandola ai concessionari, come è stato giustamente messo in evidenza: come possiamo riuscire a farlo, tenendo conto di questa diversità di tempi e di cambiamenti fra l'infrastrutturazione fisica e quella tecnologica?

PERCOCO. Signor Presidente, ringrazio lei e tutti gli intervenuti per le numerose domande. Parto dalla prima: come gestiamo la redistribuzione? Chiaramente ci sono due momenti diversi, il medio e il lungo periodo. Nel medio periodo, le imprese di trasporto fondamentalmente hanno di fronte uno *shortage* enorme di manodopera: se pensiamo a un'azienda di trasporto pubblico locale, ma anche dello *shipping*, quindi del settore marittimo, c'è una grandissima penuria di lavoratori, quindi i posti di lavoro vengono coperti con fatica. C'è quindi un *mismatch* tra domanda e offerta di lavoro in questo settore, ma ciò riguarda solo il breve e medio periodo. Purtroppo credo che i tentativi delle aziende di attrarre lavoratori a fare quelle mansioni senza però dare loro la possibilità di avere una crescita professionale all'interno dell'azienda (che significherebbe però rendere le aziende più complesse), rappresentino una politica miope. Perdonatemi se faccio il professore, però dico sempre ai miei studenti che se guardiamo il settore dei trasporti uno straordinario indicatore di complessità delle aziende è quante donne vi lavorano. Non per la questione della parità di genere, che pure c'è se volete, ma perché è un settore che è stato tipicamente maschile, molto spesso poco complesso dal punto di vista organizzativo. Le possibilità di carriera erano quindi sempre molto ridotte, perché di fatto c'erano l'imprenditore e poi i camionisti o i lavoratori, quindi c'era poca possibilità di mobilità. Nel momento in cui invece si riescono a trovare le donne in un'azienda, vuol dire che probabilmente ci sono posizioni intermedie da coprire. Bisogna rendere, allora, le aziende più complesse e indurle non solo all'innovazione tecnologica, di cui pure oggi stiamo parlando, ma anche ad un'altra innovazione, parimenti importante, che è quella organizzativa. Ad esempio, che l'accesso al mercato dei capitali sia invece regolato è una cosa straordinariamente

importante, non solo perché si attraggono capitali, ma perché è necessario avere una struttura aziendale più complessa.

Questo serve nel medio periodo; nel lungo periodo, l'istruzione e quindi la transizione dei lavoratori da mansioni a più basso valore aggiunto verso mansioni a più alto valore aggiunto, che quindi sono meno esposte rispetto alla pervasività dell'intelligenza artificiale, sono chiaramente importanti. Non saranno necessariamente gli stessi lavoratori; e qui vengo al punto sulla questione della redistribuzione e quindi del problema allocativo.

Nel medio periodo, abbiamo un problema di riqualificazione dei lavoratori che sono già all'interno del mercato del lavoro. Abbiamo di fronte a noi il bando dei motori a combustione interna nel 2035: ebbene, dobbiamo accompagnare alcuni lavoratori a uscire da determinate mansioni o lavori ed entrare in altri. Questo è un tema molto concreto. Ma nel 2035 dovremo fare probabilmente politiche simili anche per i lavoratori più esposti all'intelligenza artificiale; su questo credo non vi sia dubbio. Occorre quindi riqualificare i lavoratori, che significa dare *training*, nuovo capitale umano e nuove conoscenze a queste persone.

SIGISMONDI (*Fdi*). Mi scusi se la interrompo per rivolgerle una domanda molto veloce: siamo sicuri che riguarderà soltanto le basse mansioni? C'è tutta una serie di livelli occupazionali che, a guardarli da fuori, sembrano comunque avere una riduzione del lavoro anche nelle fasce più alte (penso ad esempio alla pianificazione dei flussi dei trasporti): siamo convinti che riguarderà soltanto le mansioni più basse e che possa essere utile l'aumento del livello di istruzione?

PERCOCO. È una domanda difficile, che riguarda anche la mia professione (soprattutto perché posso registrare la lezione e non andare in aula, quindi è una cosa straordinariamente interessante). L'unico punto di riferimento che abbiamo è la storia, che ci insegna che le professioni a più alto valore aggiunto, quindi con un livello di mansioni più complesso, si portano dietro una maggiore resilienza rispetto a *shock* tecnologici. Questo significa che tendenzialmente i lavoratori a più alto valore aggiunto non hanno una sola funzione o mansione, ma una varietà di mansioni, alcune delle quali possono essere soggette o più esposte all'automazione, quindi potrebbero essere abbandonate dal lavoratore a più alto valore aggiunto per concentrarsi sulle altre. L'idea che si ha è questa: se si pensa a un medico, ad esempio, è probabile che una parte dell'anamnesi o della diagnosi potrebbe essere sostituita da un *device*, un *computer* o un *software*; potrebbe però rimanere ancora la parte di interazione sociale e di rapporto interpersonale a non essere facilmente sostituibile da una macchina o da un *software*. Questo vale probabilmente anche per la mia professione, per cui mentre potrei evitare di andare in

aula, perché magari ci saranno un *software* o un'intelligenza artificiale che faranno lezione al posto mio, la parte di *mentoring*, quindi di crescita personale degli studenti (con la tesi, il ricevimento, eccetera), potrebbe invece non essere sostituita da una macchina.

Ho estremizzato, dicendo che i lavoratori con basso valore aggiunto sono quelli che perdono il posto di lavoro, ma probabilmente i lavoratori a più alto valore aggiunto non perderanno il posto di lavoro, bensì solo alcune mansioni e avranno la possibilità di concentrarsi su altre che magari saranno ad ancora più alto valore aggiunto. Qui viene fuori paradossalmente l'incremento del salario di queste persone che hanno in media un più alto valore aggiunto: concentrandosi sulle mansioni ad ancor più elevato valore aggiunto, potrebbero avere un ulteriore incremento del reddito.

La previsione dei flussi di traffico, ad esempio, essendo un'attività molto legata alla stima, alla statistica e ai modelli, è molto probabile che possa essere gestita da un *software* molto meglio di quanto non facciamo già adesso. C'è tutta la parte, invece, di ascolto del territorio, di interazione con gli *stakeholder* e anche con gli investitori che potrebbe non essere soggetta all'impatto dell'intelligenza artificiale.

Ci sono alcuni esperimenti sulla differenziazione dei prezzi in Olanda e in Germania. La Gran Bretagna ne ha discusso per un po', ma non è arrivata a nulla. So che alcuni concessionari autostradali anche in Italia stanno studiando questa possibilità; i rappresentanti di alcuni li avete anche auditi in questa Commissione.

L'esempio che si fa è quello di Singapore, dove c'è un sistema per l'accesso al centro con tariffazione per le autovetture in funzione del numero di auto circolanti al suo interno. Questo significa che è variabile, ma soprattutto dipende dal momento in cui si entra in centro, quindi c'è un'ulteriore previsione, quella della congestione, che si aggiunge al sistema. Singapore è un sistema molto radicale, da questo punto di vista, quindi molto efficiente, ma – ahimè – con l'equità lasciata molto sullo sfondo.

Ci sono possibilità di monitoraggio? In realtà, anche qui, le assicurazioni lo stanno già facendo da tempo con le scatolette che vengono montate sulle auto: il consumatore sa che vengono utilizzate solo in caso di incidente ma in realtà c'è la possibilità di monitorare lo stile di guida, gli angoli di curvatura, le accelerazioni e le frenate brusche, quindi questa possibilità c'è ed è molto concreta. Non escludo che questo possa essere fatto anche con Google (è una mia ragionevole previsione, però credo si possa fare). Dal punto di vista della *privacy*, quindi, non essendo un esperto, non so risponderle; è chiaro che la condivisione ci dà la possibilità di andare incontro a un sistema più efficiente, che però pone problemi di carattere etico quanto al rispetto alla *privacy* e di carattere economico-sociale per quanto riguarda invece l'equità.

Sulle opportunità tecnologiche, faccio l'esempio dell'elettificazione delle auto: oggi tendiamo a giustificare gli investimenti nel settore ferroviario attraverso la riduzione del traffico stradale e soprattutto attraverso la riduzione dell'inquinamento trainato dal traffico stradale; ma se stiamo dicendo che il traffico stradale prima o poi sarà elettrificato, per cui almeno a livello locale l'inquinamento non ci sarà più, allora non c'è più la ragion d'essere di quelle infrastrutture ferroviarie, paradossalmente, perché ne mancano proprio i benefici. Questo accade, a mio avviso, perché stiamo sbagliando la valutazione di tali investimenti, con una tecnica molto complessa, da un certo punto di vista, ma molto banale per altri, che è l'analisi costi-benefici tal quale, come ci dice di fare la Commissione europea, per cui si computano i costi e i benefici. Dal lato dei costi, però, non introduciamo un costo potenziale che è l'irreversibilità di quell'investimento: questo si può fare con la teoria delle opzioni reali, secondo la quale si immagina quale possa essere il percorso nel caso dell'introduzione dell'elettificazione pervasiva del motore elettrico: nel caso dell'innovazione tecnologica, dato un *portfolio* di tecnologie che possono interagire con un'infrastruttura, occorre cercare di capire quali potrebbero essere stocasticamente – quindi in maniera incerta – l'introduzione e la diffusione di queste tecnologie; se ciò mi consente di investire a cuor leggero in determinate infrastrutture oggi oppure se conviene aspettare (altra questione molto importante, perché magari oggi non ho tutte queste informazioni, se si tratta di un investimento molto importante); l'impatto sui costi e i benefici, nel momento in cui una determinata tecnologia dovesse essere ragionevolmente disponibile. È chiaro che oggi devo fare assunzioni sul percorso futuro, quindi avere informazioni sugli scenari tecnologici credo sia una necessità, giustamente, degli investitori privati, che forse sta al settore pubblico e allo Stato garantire ed offrire.

PRESIDENTE. La ringrazio nuovamente per la sua estrema chiarezza. Restiamo in attesa delle sue note, anche con eventuali osservazioni e proposte da condividere con la Commissione.

Dichiaro conclusa l'audizione.

Audizione di rappresentanti del Politecnico di Milano

PRESIDENTE. I nostri lavori proseguono ora con l'audizione di rappresentanti del Politecnico di Milano.

Do il benvenuto, a nome della Commissione, al professor Marco Belloli, direttore del Dipartimento di meccanica applicata del Politecnico di Milano, che ringrazio per la sua presenza e a cui cedo subito la parola.

BELLOLI. Buongiorno Presidente, buongiorno a tutti, mi scuso per la voce.

Perché oggi qui c'è il direttore del Dipartimento di meccanica a parlare di intelligenza artificiale e di infrastrutture, collegamento che potrebbe sembrare strano? C'è una frase della nostra rettrice, riportata dal suo discorso durante l'inaugurazione del 161° anno accademico, lo scorso novembre, secondo la quale il Politecnico per scelta non ha un centro per l'intelligenza artificiale ma è un centro per l'intelligenza artificiale, un'intelligenza distribuita, che è parte integrante di ciò che facciamo in tutti i dipartimenti. I dipartimenti dell'ateneo sono 12 e sono tutti coinvolti in attività che riguardano l'intelligenza artificiale. Vi basti pensare che nel 2019 avevamo venti tesi di dottorato che nel titolo avevano l'acronimo AI, che sta per *artificial intelligence*, perché i nostri studenti scrivono le tesi in inglese; oggi sono duecento, distribuite in tutti i dipartimenti, inclusi architettura e *design*, quindi tale attività pervade tutta la ricerca.

Parlando di infrastrutture e di monitoraggio, nello schema classico di monitoraggio strutturale abbiamo una struttura sulla quale mettevamo – mettiamo ancora – strumenti di acquisizione e trasmettiamo i dati, abbiamo un sistema di analisi e di *storage* dei dati. Tutto questo è ovviamente riferito alle persone, agli operatori e ai gestori della rete o dell'infrastruttura che devono prendere decisioni di varia natura, strategiche, sullo sviluppo della rete o sulla costruzione di sistemi di resilienza della stessa, piuttosto che in situazioni di emergenza, di verifica o di manutenzione.

Io sono un ingegnere meccanico e quando facevo il ricercatore, prima di fare il direttore di dipartimento, facevo modelli: quella parte di analisi dei dati per me e per gli ingegneri civili – insomma, per gli ingegneri tradizionali – è sempre molto collegata alla capacità di fare un modello fisico del sistema, quindi scrivere delle equazioni che rappresentano la natura e la fisica e ci permettono di interpretare i dati che vengono dalla struttura. In realtà, passare a un approccio *data-driven*, *data based*, di *machine learning* o di intelligenza artificiale, chiamiamolo come vogliamo, sconvolge questo modo di lavorare. In particolare, l'intelligenza artificiale – come facevamo con la modellazione basata sull'interpretazione della fisica – lega dei dati di ingresso che però questa volta possono essere molto più vari: possiamo avere immagini riprese da droni o satellitari (quello che vedete nella *slide* è il ponte di Genova ripreso dal satellite), anziché le solite tradizionali misure di quantità ingegneristiche fatte con strumenti messi a bordo della struttura, che ci permettono, attraverso la definizione di una funzione, di generare degli *output*, che sono interventi: la manutenzione predittiva, la gestione delle emergenze, la raccolta di informazioni qualitative sul comportamento di una struttura.

Per noi ingegneri tradizionali avere nel mezzo, tra l'ingresso e l'uscita, questa intelligenza artificiale è un passo un po' difficile da accettare, nel senso che siamo abituati a controllare cosa c'è tra l'ingresso e l'uscita. Qui invece tra l'ingresso e l'uscita abbiamo un

oggetto che non solo macina informazioni che vengono da diversi ingressi, perché ha una capacità di gestione di informazioni di natura molto variegata, ma è uno strumento evolutivo. Quella funzione non è fissa – scritta da noi, peraltro – ma si autodescrive e cambia nel tempo. Come comprenderete, questo è un cambio di paradigma radicale per un ingegnere tradizionale: qui, nell’esperienza che poi vi racconterò, ci scontriamo anche con i difetti normativi e di responsabilità. È chiaro ed evidente infatti che, giustamente, gli ordini professionali e anche i gestori di infrastrutture vogliono qualcuno che sia personalmente responsabile della sicurezza delle opere. Qui, invece, chi diventa almeno il segnalatore, per così dire, ossia colui che accende l’allarme, non è più un ingegnere esperto che va sul campo e ispeziona la struttura, ma un’intelligenza artificiale che, mettendo insieme tante cose, avverte che è il momento di andare a controllare l’infrastruttura che potrebbe avere dei problemi. È chiaro poi che la responsabilità finale è sempre delle persone: il nostro è un approccio *human centred*, umanocentrico, perché alla fine questi sono strumenti di supporto alle decisioni, non sono strumenti che prendono decisioni.

Un altro aspetto che, a mio avviso, è stato un *game changer* negli ultimi anni è la base di dati. È chiaro che, se pensiamo a un’intelligenza artificiale che tutti usiamo o abbiamo usato per curiosità come ChatGPT, non ha degli algoritmi particolarmente nuovi: quel tipo di matematica è stata scritta quaranta o cinquant’anni fa e sviluppata venticinque o trent’anni fa. Il tema è che venticinque anni fa non c’era la potenza di calcolo per farla girare e soprattutto non c’era la base di dati: ChatGPT lavora su dati testuali in grado di addestrare l’intelligenza artificiale; chi ha costruito quella base di dati siamo stati noi, riempiendo *Internet* delle nostre fotografie, da un lato, e dei nostri testi, dall’altro.

Da quando mi occupo di questo tema – circa sei anni – anche il mio approccio in realtà è cambiato. Prima, da ingegnere vecchio stile, pensavo di dover progettare un sistema di monitoraggio tenendo conto della funzione di trasferimento che avrei poi definito; invece, questo cambio di prospettiva mi invita a inserire e misurare tutto, perché poi quei dati in qualche modo diventeranno utili, quindi vi è proprio un ribaltamento dell’approccio.

Vi racconto qualche esperienza che abbiamo avuto negli anni con approcci diversi. Abbiamo lavorato per la Regione Lombardia, per Rete ferroviaria italiana S.p.A. (RFI), per Italferr, per Rai Way e per Milano Serravalle-Milano Tangenziali S.p.A. con diverse missioni che ci venivano date dai nostri *partner* industriali.

In particolare, secondo me, è interessante la prima riga dell’attività che abbiamo fatto con la Regione, che non è un ente gestore di infrastrutture, ma un collettore di diversi enti gestori (le Province, i Comuni e così via), che dopo il crollo del Ponte Morandi si è trovata nella condizione di non conoscere il proprio patrimonio infrastrutturale. Aveva disponibilità di fondi, tramite il cosiddetto de-

creto ponti, che le permettevano di fare operazioni di manutenzione anche straordinaria e ordinaria, e si è chiesta a chi dovesse dare i soldi per primi, domanda banale che forse fate anche voi.

Il nostro supporto in quel caso è stato il seguente (e la prima riga secondo me è quella molto importante): siamo partiti da un'analisi documentale, che abbiamo fatto usando metodi di *machine learning* e intelligenza artificiale, che ci permettesse di mettere in una matrice l'impatto e il rischio; abbiamo cioè catalogato 500 dei 10.000 ponti circa che ha la Regione, come base d'esempio, abbiamo preso quelli sulle tratte più importanti (la linea regionale R1, le direttrici e così via) e verificato quanto avrebbe impattato sul sistema economico lombardo, da un lato, la chiusura anche parziale di un manufatto per un intervento di manutenzione, dall'altro, quali ponti, invece, erano in una condizione tale da rendere prioritario l'intervento a prescindere dall'impatto economico. Attraverso tecniche di intelligenza artificiale abbiamo quindi messo insieme tutta la base documentale, abbiamo fatto dei *cluster* e costruito questo sistema di supporto, un *ranking*, per così dire, che fosse il più possibile oggettivo per dare alla Regione la possibilità di intervenire dal punto di vista del finanziamento. È chiaro ed evidente che farlo su 500 ponti è una cosa e farlo su 10.000 è un'altra. Un grosso problema che abbiamo evidenziato è che nel caso appunto di enti locali come le Province o i Comuni c'è grossa difficoltà nella gestione della base dei dati: quell'analisi documentale di impatto ha portato via il lavoro di 50-60 persone, ingegneri laureati o dottorandi, che sono andate ad affiancare i tecnici provinciali e comunali nel recuperare la base dei dati documentali. Sicuramente i passaggi che tante opere d'arte hanno fatto tra Regione, Provincia, ANAS e viceversa non hanno agevolato la gestione del patrimonio infrastrutturale, quindi questa è una nota di metodo. L'intelligenza artificiale, come tutti i sistemi, funziona, dà buoni risultati, se i dati in ingresso sono buoni; se i dati d'ingresso invece sono deboli, i risultati ovviamente sono poco credibili e deboli.

Anche il lavoro con RFI sta andando avanti dal 2020; c'è stato il Covid che ci ha rallentato nella parte di attività sperimentale. Abbiamo selezionato tre opere emblematiche – il Ponte sul Livenza, il Ponte della Priula e il Ponte sul Piave del comparto di Venezia-Mestre – e le abbiamo usate come casi per dimostrare le possibilità di monitoraggio strutturale delle opere ferroviarie utilizzando approcci *data-driven* e modelli interpretativi basati sull'intelligenza artificiale. Gli algoritmi che abbiamo sviluppato sono di *data cleaning* e *anomaly detection*, che vuol dire identificare un comportamento anomalo del manufatto in un *range* di comportamenti normali. Questa cosa va fatta utilizzando la modellazione fisica di cui parlavo prima, che richiederebbe tempi di addestramento lunghissimi, perché dobbiamo avere tutte le condizioni possibili per andare a riconoscere quella che non è normale. L'intelligenza artificiale ci permette invece di acce-

lerare questo tempo di detezione dell'anomalia, quindi poi di segnalare il comportamento anomalo di un manufatto e mandare le squadre di ispezione per far partire le procedure.

Il lavoro che stiamo facendo a livello sperimentale – perché anche qui c'è un aspetto di responsabilità – è che il sistema dia allarmi di ordine progressivo (verde, giallo e rosso, per intenderci): oggi, d'accordo con RFI, sono allarmi simulati, nel senso che va sempre l'ispettore prima di chiudere un ponte, però al limite potrebbe chiudere il ponte.

Le tre opere emblematiche sono rappresentative dei *cluster* di opere che ha RFI: ponti in CAP (calcestruzzo armato precompresso); ponti a traliccio (come quello che vi sto mostrando nella fotografia); ponti in muratura. Il vantaggio dell'intelligenza artificiale sta, di nuovo, nel lavorare sul sistema, si riesce a mettere insieme diversi manufatti simili, cosa che con un approccio tradizionale non è fattibile, è scalabile su tutta la rete e permette di lavorare a livello di rete, con vantaggi sulla gestione della base dei dati. È chiaro che l'operatore – in questo caso il concessionario – deve avere molto chiaro cos'ha in mano e la gestione dei dati, perché nascono un sacco di lavori nuovi.

Rai Way è un caso molto interessante, perché ha un archivio storico centralizzato di tutti i suoi manufatti, che sono di Rai Way dal primo giorno che la RAI ha trasmesso e vengono verificati su base quasi annuale, perché ogni volta che vengono cambiate le antenne, ogni volta che cambiano la metodologia e la tecnica di trasmissione, devono essere ricalcolate (quindi sono torri a traliccio anche molto vecchie, che vengono però ricalcolate staticamente ogni due o tre anni, ogni volta che vengono cambiate le tipologie di antenne che vengono messe sulla rete).

Anche qui abbiamo ragionato per impostare eventualmente una manutenzione addirittura predittiva da una manutenzione che oggi invece è a scadenze fisse, su un'analisi del terreno, dell'orografia e della ventosità che è la forzante più importante, perché queste strutture sono molto leggere, quindi il sisma non è dimensionante. Anche qui, la clusterizzazione e un lavoro a livello di sistema ci danno la possibilità di essere più efficaci e di mettere insieme tecniche che funzionano su tutta la rete di trasmissione.

Con Serravalle stiamo sviluppando invece un sistema d'ispezione da bordo veicolo. Ci sono veicoli della concessionaria che girano sull'autostrada e controllano lo stato dei giunti, la carreggiata, i *guardrail* e i cantieri attraverso le immagini *laser* (*light detection and ranging*) e *radar* (*radio detection and ranging*) riportate dal veicolo, che viaggia tra i 40 e i 60 chilometri all'ora, nei tratti di autostrada, e fa le sezioni della carreggiata, quindi permette di rivelare praticamente in tempo reale qualsiasi tipo di malfunzionamento. Inoltre, il veicolo è guidato, perché c'è un operatore che lo guida, ma funziona come se fosse autonomo, cioè tutti i sistemi di bordo controllano lo

stato della carreggiata come se dovesse guidare da solo, quindi valutano che l'autostrada sia pronta per il veicolo autonomo e connesso.

Anche qui, ovviamente, sappiamo cosa passa sopra alla ferrovia, che è molto regolamentata e il sistema di segnalamento è molto chiaro, mentre nel caso delle strade la percorrenza è libera, pertanto la coesistenza di veicoli a guida autonoma o comunque a guida molto assistita e di veicoli invece guidati tradizionalmente, che sarà per forza di cose obbligatoria, sarà un momento critico. Al Politecnico abbiamo il MOST (Centro nazionale di ricerca per la mobilità sostenibile), dove vi sono tante iniziative con il simulatore di guida per far imparare ai veicoli autonomi come si comporta il guidatore scarso (come me, per intenderci).

In conclusione, credo che questi siano i passaggi significativi: passare a un'operazione di manutenzione o di ispezione con l'intelligenza artificiale significa passare da un'analisi generale puntuale a un'analisi di sistema attraverso operazioni di clusterizzazione e standardizzazione. Ovviamente, ci sono grosse sfide per me come ricercatore, ma anche per voi come normatori, per la complessità strutturale e la necessità in qualche modo di prescindere dall'ispezione del professionista. È chiaro che far diventare prescrittiva l'installazione di sistemi di monitoraggio a bordo di infrastrutture nuove secondo noi è un importantissimo passo avanti, perché cambia di pochissimo il Capex (*capital expenditure*), rispetto a costruire un ponte e metterci sopra 50.000 euro di sistema di monitoraggio, perché non implica variazione di costo; avere invece il monitoraggio dell'opera dal giorno in cui nasce e con un sistema che nasce insieme al gemello digitale, al *building information modeling* (BIM), significa conoscerne lo storico, quindi gestire l'accumulo del danno. Oggi, quando andiamo a mettere i sistemi di monitoraggio su un ponte come il Ponte della Priula, che ha duecento anni, e non sappiamo cos'è successo nei duecento anni che sono trascorsi, per forza di cose lo intuiamo, facciamo carotaggi, quello è un ponte ad arco in muratura, per cui non avrà neanche mai grossi problemi (anche il Colosseo è lì da duemila anni); ci manca però lo storico sui ponti in acciaio – è molto importante questa parte – e sui ponti in calcestruzzo, sappiamo cos'è successo, quindi è sicuramente significativo.

Sulle opere nuove, dal nostro punto di vista, sarebbe importante la prescrizione di sistemi di monitoraggio dal primo giorno, anche nelle prove di collaudo, di carico e così via.

Gli obiettivi sono di sicurezza e resilienza, come pure di efficientamento della rete in un'ottica di decarbonizzazione, per non avere gli ingorghi che ci sono in tutta la rete lombarda: gestire il flusso del trasporto – che conosco, perché abito a Bergamo e lavoro a Milano – con riforme furbe sicuramente aiuterebbe, come pure avere un'oggettivizzazione del comportamento dei concessionari in merito

alle prassi manutentive, affinché tutti si comportino allo stesso modo, secondo le stesse regole.

Dal nostro punto di vista, ovviamente, è significativo anche il fatto che dovremmo formare dei professionisti nuovi e, di nuovo, dal punto di vista del professore universitario, ci saranno di sicuro nuovi impieghi in questo ambito.

Con questo direi di avervi raccontato più o meno tutto quello che mi sentivo di dire. Grazie per l'attenzione.

PRESIDENTE. La ringrazio, professore. Do ora la parola ai colleghi che desiderano intervenire.

FLORIDIA Aurora (*Misto-AVS*). Signor Presidente, nel ringraziare il nostro ospite per il suo interessantissimo intervento, vorrei fargli una domanda relativa ai difetti normativi e di responsabilità: ha accennato qualcosa sul punto, ma le chiederei di essere più concreto o di inviarci in un secondo momento un *report*, perché è quello che siamo chiamati a fare, quindi mi interessa entrare più nel merito.

Mi ha colpito molto il suo commento quando ha detto che adesso c'è il cambio di gioco, il *game change*, per cui anche lei, come ingegnere meccanico, è stato messo nella condizione di ammettere che le regole non sono più le stesse e dobbiamo adattarci o comunque sfruttarle. Ricordando anche il periodo degli anni Novanta, quando con l'introduzione dei *computer* c'è stata tutta la difficoltà di un settore, immagino che le generazioni più giovani non facciano fatica ad adattarsi; quanto invece a tutta la generazione che ha difficoltà, voi affrontate a livello universitario come formare chi è già nel settore per approcciarsi a questo cambiamento? Come lo fate?

SIGISMONDI (*FdI*). Professor Belloli, la ringrazio per l'esposizione. La mia domanda nasce da alcune sue riflessioni, quando faceva riferimento al fatto che lei appartiene a una vecchia generazione di ingegneri meccanici. Più o meno siamo coetanei; io sono un architetto e ritengo di appartenere a una generazione fortunata, perché si trova a cavallo di due cambiamenti. Nel nostro corso di studio abbiamo potuto cimentarci con il disegno a china, ma anche con il disegno fatto con i computer; questo ci ha dato anche una completezza di formazione che magari altre generazioni non avranno o non hanno avuto. Poi sta a noi cercare di continuare ad aggiornarci.

Chiedo allora al responsabile di un dipartimento: l'introduzione dello studio dell'intelligenza artificiale, che sono convinto porterà risvolti positivi, alcuni li ha ricordati lei durante il suo intervento, di cosa priverà i nostri studenti?

PRESIDENTE. Professore, prima che possa rispondere, vorrei chiederle, se possibile, di ricevere le *slide* del suo intervento, che è stato di grande interesse. Potrebbe altresì inviarci, oltre a un mag-

giore dettaglio delle risposte, se vorrà, anche eventuali proposte. Lei ha accennato, per esempio, alla possibilità di far diventare prescrittiva la componente tecnologica, che è un aspetto emerso in tanti interventi durante queste audizioni. Quindi le chiedo se, oltre alle *slide*, potrebbe farci avere alcuni approfondimenti sulle proposte che, come Politecnico, vi sentite di fare al sistema Paese. D'altra parte, ciò sarebbe di grande aiuto soprattutto per noi legislatori nella relazione finale che andremo a presentare all'Assemblea.

Le lascio la parola molto brevemente, per una rapida battuta, e mi scuso per i tempi ristretti, ma oggi sono previste diverse audizioni.

BELLOLI. Grazie, Presidente. Riguardo alla normativa, faccio solo un appunto e poi vi scriverò una relazione. È chiaro ed evidente che la responsabilità di un'opera è in capo a un progettista o a un professionista: un ingegnere, un architetto, un geometra. Il tema è che oggi, in riferimento alle linee guida del Consiglio superiore dei lavori pubblici, che hanno fornito quella scala ispettiva sempre più dettagliata, se da un certo punto di vista hanno fatto un'opera sicuramente prudentiale, dall'altro ci vorrebbe un esercito infinito di ingegneri che va a vedere un numero infinito di opere per una quantità infinita di denaro. Il tema che io penso si possa demandare è piuttosto quali opere andare a vedere per prime; penso che sia l'ordine di priorità. Oggi, infatti, la linea guida è piatta da questo punto di vista, quindi penso che sia un passaggio significativo.

Sull'aspetto formativo, rimango convinto che la capacità di interpretazione della fisica – parlo da ingegnere che insegna ad ingegneri – sia centrale e che non si possano demandare le decisioni all'intelligenza artificiale. L'intelligenza artificiale è uno strumento di supporto, come lo è stato per noi che siamo passati dalla penna ad Autocad, come lo è stato di nuovo per noi, perché se andate a vedere i titoli di giornali di vent'anni fa, c'era la paura di Internet: cosa farà? Sconvolgerà le nostre vite? Le ha sconvolte, è inutile che ce lo raccontiamo, perché noi tutti abbiamo in tasca un oggetto che ha la potenza di calcolo che venticinque anni fa aveva il computer più potente del mondo, quindi quella fase sicuramente l'abbiamo attraversata. Le scuole di ingegneria italiane, le scuole di architettura e di *design* italiane sono passate attraverso queste due rivoluzioni; passeranno credo indenni anche questa, formando dei professionisti, che siano architetti, *designer* o ingegneri, che sapranno usare l'intelligenza artificiale, ma che avranno solide le basi della fisica, della matematica e delle scienze umane, che servono affinché il professionista abbia la capacità di discernimento.

Nel mio dipartimento abbiamo un filosofo morale. Credo che quello che succederà è che ci sarà una commistione dei saperi; che noi ingegneri avremo bisogno di filosofi, di umanisti, che ci permettano di tenere alta la guardia rispetto a un sistema che è autoge-

nerativo. Il professor Floridi – non so se lo conoscete – è un esperto famosissimo in intelligenza artificiale e ha detto che questa volta non è più la forchetta che se la usi bene è una forchetta e se la usi male è un’arma; qui è scritto dentro il codice l’aspetto etico, e quindi bisogna ragionare in questi termini. Anche al Politecnico lo stiamo facendo; per tutti gli ingegneri sta diventando obbligatorio un corso di filosofia, un corso di scienze umanistiche; si ha bisogno di tenere alta la guardia. Ma penso anche che la formazione tradizionale di base, la matematica, la fisica e la chimica, rimarranno protagoniste della formazione italiana.

PRESIDENTE. La ringrazio nuovamente per il contributo che ha fornito ai nostri lavori e dichiaro conclusa l’audizione.

Audizione di rappresentanti del Politecnico di Torino

PRESIDENTE. I nostri lavori proseguono con l’audizione di rappresentanti del Politecnico di Torino.

Do il benvenuto, a nome della Commissione, a Barbara Caputo, professoressa di sistemi di elaborazione delle informazioni, e le do subito la parola.

CAPUTO. Signor Presidente, anzitutto ringrazio la Commissione tutta per questo invito e per l’opportunità di raccontarvi un’esperienza concreta, portata avanti dai colleghi del Politecnico di Torino che fanno parte dell’*Artificial Intelligence Hub* dell’ateneo, che ho il piacere, l’onore e l’onere di dirigere.

Permettetemi di raccontarvi molto brevemente cos’è questo *hub*.

Il Politecnico di Torino ha una lunghissima tradizione di interazione, collaborazione proattiva e fattiva con il tessuto produttivo, con le istituzioni del territorio di Torino e con la Regione Piemonte.

A partire dal 2018 ci si è resi conto che era necessario dotarsi di una struttura che diventasse punto di riferimento all’interno, per tutti i docenti del Politecnico di Torino, per quanto riguardava tutte le attività a livello nazionale, internazionale e le opportunità scientifiche rispetto ai *grants*, alle *policy* europee e internazionali sull’intelligenza artificiale, e avere comunque un punto di riferimento dall’esterno per chiunque volesse avvicinarsi al Politecnico di Torino per avere informazioni riguardo a possibili collaborazioni, attività di ricerca, innovazione, *spin off*. Il Politecnico di Torino è un ateneo che crede moltissimo nel trasferimento tecnologico, nella brevettazione, che ha un *track record* altissimo di *start up*, *spin off* e negli ultimi anni tanti miei studenti mi stanno dando bellissime soddisfazioni con *start up* e *spin off* in intelligenza artificiale di buono se non buonissimo successo. Quindi, è stato creato questo *hub* interdisciplinare, che copre tutti i dipartimenti dell’ateneo, coinvolgendo circa 300

unità tra ricercatori, dottorandi, studenti *post doc* e assegnisti di vario tipo.

Quello che oggi vi racconto, rispetto al tema dell'applicazione dell'intelligenza artificiale per quanto riguarda le infrastrutture e tutto quello che per infrastrutture possiamo intendere, è un progetto concreto che si sta portando avanti insieme alla città di Torino, con una collaborazione fattiva e proattiva anche della Regione Piemonte, per la creazione di un gemello digitale, un *digital twin*, che permetta poi di andare ad analizzare e a monitorare in maniera attiva e proattiva le infrastrutture della città. Un monitoraggio, quindi, dalla viabilità alle interazioni con la distribuzione della rete elettrica; rispetto all'inquinamento, alle aree verdi; per capire come interventi nel campo dell'edilizia vadano effettivamente a portare un efficientamento energetico; un monitoraggio, insomma, molto costante.

La visione di un *digital twin* è l'idea di andare a creare un'infrastruttura fisica, quindi raccogliere dei dati che poi diventano un modello che ci permette di gestire un sistema complesso come una città intelligente, unendo dati spaziali con la quarta dimensione, la dimensione del tempo.

Stiamo parlando, nella maniera più semplice possibile, di andare ad acquisire dati che ci permettono di realizzare un modello tridimensionale: se volete, la buccia di quelli che sono i palazzi e di tutte le strutture che sono presenti nella città. Il gemello digitale è quando questo modello tridimensionale acquisisce la dimensione del tempo, cambia nel tempo, i dati vengono acquisiti con il passare del tempo, e quindi diventa sempre di più uno specchio fedele di quella che è la nostra esperienza senso-motoria. Quando camminiamo nella città, un *digital twin* che effettivamente è capace di catturare i dati con una frequenza abbastanza alta permette di dire che se io cammino e vedo una buca, in un tempo X anche nel modello digitale si vedrà che si è creata una buca; c'è un problema infrastrutturale, un semaforo che non funziona; ci dice che cosa sta succedendo.

L'ambizione di questo modello – faccio uno *spoiler* rispetto alla fine – è di arrivare a un aggiornamento ogni venti minuti, perché questo modello si sta creando pensando poi di andarsi a nutrire dei dati acquisiti dai satelliti che verranno messi in orbita con il programma Iride che, essendo satelliti a bassissima quota, garantiscono passaggi di copertura del territorio ogni venti minuti.

Creare oggi i *digital twin* di parti del Paese – la nostra speranza è che questo possa essere un primo passo per immaginare il *digital twin* dell'Italia – significa poter avere un modello di tutto il Paese, quindi delle sue infrastrutture, delle sue città, di tutto il territorio, con i dati di Iride. Il programma è già stato finanziato, quindi, dal punto di vista dell'acquisizione dati e dell'investimento nell'infrastruttura che dovrà acquisire i dati e mantenere l'*equipment* che deve andare a prenderli, e dal punto di vista di immagazzinare i dati, è già tutto coperto; sappiamo che quelle spese sono già state

prese. Quindi, possiamo già provare a immaginare cosa andare a costruire in relazione a questi dati. Ecco quindi un esempio concreto che vi volevo far vedere.

I domini di applicazione di un *digital twin* in ambito urbano sono sostanzialmente infiniti. Si può pensare di utilizzare questo modello con un verticale molto piccato sull'energia; quindi, andare a capire da questo modello l'efficienza del mantenimento dell'energia, se non c'è dispersione; possiamo pensare di monitorare i tipi di energia che vengono utilizzati per i diversi edifici, quindi, avere una mappatura che ci dice come gli interventi vengono accolti e se effettivamente si sta compiendo una transizione (questo rispetto agli edifici o ai veicoli). Si può andare a creare una mappatura delle centraline per le ricariche, pensando alla mobilità, quindi andare a pensare in che modo le azioni si stanno veramente propagando sul territorio, quali sono le tratte effettivamente accessibili al cittadino che ha fatto una scelta di veicolo puramente elettrico; che tipo di percorsi può fare con la garanzia di andare a trovare le ricariche. Naturalmente c'è un'attenzione ambientale con un monitoraggio della quantità di verde presente nelle città; un monitoraggio delle emissioni – un problema che a Torino è estremamente sentito –; un monitoraggio anche in relazione ad eventi rari, ma comunque drammatici. Un sistema di questo tipo permetterebbe, ad esempio, di avere un'allerta rispetto a incendi, che di fatto ora non esiste; in questo momento l'allerta incendio sostanzialmente è la buona volontà del cittadino che vede qualcosa che sta succedendo e chiama i soccorsi. Naturalmente questo è un monitoraggio per la mobilità, per le città, per riuscire a studiare quali sono i flussi di traffico e quindi andare ad ottimizzarli e avere una mobilità per i mezzi pubblici, per il tipo di offerte, per il modo di organizzare la mobilità.

Il *planning* naturalmente ha dimensioni enormi; parliamo della pianificazione edilizia, quindi dello sviluppo di una città, di come andare a pianificare la riqualificazione. La città di Torino sta spingendo moltissimo sulla pianificazione di grandi eventi abbinata a tutta una serie di eventi satellite e su come affiancare nella maniera più efficiente il servizio di mobilità da offrire a chi fruisce di tali eventi. Allo stesso tempo, in collaborazione con le Camere di commercio, si cerca di creare una rete di servizi privati, quindi permessi per aperture straordinarie, per dare la possibilità, magari in orari non frequenti e in alcune zone particolari della città, di usufruire di questo tipo di offerta, perché ci saranno comunque cittadini ad accoglierla.

Se mi permette di raccontare un aneddoto, lo scorso novembre ho avuto la grandissima fortuna di accompagnare mio figlio piccolo a una partita degli ATP Finals e, con dei biglietti presi in maniera assolutamente casuale, mi sono ritrovata a vedere Jannik Sinner che ha battuto Novak Djokovic per la prima volta; sarà qualcosa che non ci dimenticheremo mai. Ebbene, tra le tante emozioni mi ha colpito una cosa: quando a mezzanotte e venti sono finalmente riuscita a

trascinare mio figlio a casa, ero un po' preoccupata all'idea di dover prendere un taxi: ebbene, c'erano almeno 40 tram pronti alla fermata; c'era veramente una massa molto grande di persone con assoluta tranquillità, c'erano i negozi aperti. Insomma, chi avesse voluto, avrebbe potuto fermarsi per comprare dei *gadget*, per rinfrescarsi, per mangiare qualcosa; un'organizzazione veramente notevole. Questo è il tipo di *planning* che poi porta un impatto sul territorio di tipo economico molto importante. Poi, come dicevo, naturalmente c'è anche la valutazione delle emergenze. Sempre di più abbiamo eventi meteo di tipo estremo, quindi è sempre più importante considerare i dati riferiti alla struttura idrogeologica del territorio da combinare con i dati che si possono prendere dallo storico per capire quali possono essere le vulnerabilità di una città, di un ambiente urbano, e quindi pianificare gli interventi o, nel caso di un'emergenza, studiare in anticipo dei piani per reagire nella maniera più rapida possibile.

Dopo questa introduzione, vengo a quello che è stato fatto. Sono stati ordinati sensori *ad hoc*, grazie a una collaborazione con un'azienda, ed è stato costruito un piccolo velivolo perché, purtroppo, i satelliti di Argotec non sono ancora in volo, quindi i primi dati sono stati acquisiti con questo piccolo velivolo. Questa è la Leica modificata che ha permesso di acquisire tutti i dati.

Dopo aver elaborato uno schema di acquisizione, di cui potete vedere qui alcuni dettagli, sono state prese immagini di tipo multispettrale: immagini che vediamo come percezione, ci sembrano visione, ma in realtà, oltre a rispondere allo spettro del visibile, quindi a dare l'informazione del colore e della profondità che comunque abbiamo, ci danno anche informazioni stratificate rispetto ai materiali che compongono quello che vediamo. Ci danno informazioni rispetto al calore, alle emissioni di gas che ci sono, alla composizione del terreno: lo spettro è molto ampio, pertanto sono immagini che noi chiamiamo multispettrali.

Per quanto l'acquisizione dati sia qualcosa di molto laborioso che rappresenta, se vogliamo, un'arte di per sé, ovviamente il *data management* diventa la parte veramente importante laddove si vedono i frutti di questo lavoro. Per fortuna è stato un lavoro *end to end*, fatto dall'inizio alla fine dal Politecnico di Torino, quindi non ci sono stati problemi di interfaccia con *software* precedenti, ragion per cui è stato possibile disegnare fin dall'inizio tutto e avere un sistema che ha funzionato molto bene. Sono stati mutuati alcuni *software* per fare la ricostruzione da tutti i punti acquisiti e mescolati insieme. Vedete qui i *software* che sono stati utilizzati e la precisione che si riesce a ottenere in questo modo è veramente notevole: riusciamo a vedere l'ombra dei ragazzi sul campo da calcio mentre si allenano. Questo è il tipo di precisione che noi ci possiamo aspettare dai dati che avremo dai satelliti a bassa quota. Questo modello è stato costruito proprio per essere poi compatibile e andare ad integrare in maniera molto semplice i dati che arriveranno; è possibile vedere le

auto; al limite, con un sistema di questo tipo, nel monitoraggio di un'area all'aperto molto grande, con una frequenza di venti minuti, è possibile anche contare quante persone sono presenti, quindi fare un *head counting* perché si vedono proprio le persone fisiche: da una parte, c'è una foto, dall'altra, c'è la riproduzione. (*Viene proiettato un breve video*).

Non posso non concludere con il Castello del Valentino, che è la prima sede storica del Politecnico di Torino, che nasce come una scuola militare; era la scuola degli artiglieri del regno sabauda, quindi, per noi professori del Politecnico quando bisogna ricostruire un edificio si parte sempre dal Valentino.

Questi sono alcuni esempi delle informazioni: vedete delle mappe di calore; si capisce quali sono le proprietà, le pendenze, quali gli edifici più alti che spiccano. Questa è Piazza Castello, e quindi vedete la cattedrale che custodisce la Sindone; ora vedete il Palazzo Reale. È possibile naturalmente integrare questi dati con altre banche dati disponibili, aprendo quindi un mondo veramente di applicazioni notevoli. Quelli che vedete ora sono i dati ambientali: segmentazione degli alberi con parametri che vanno a indicare lo stato di salute del singolo albero, per avere interventi orientati. Si parla molto di manutenzione predittiva; ebbene, anche rispetto alla vegetazione che abbiamo nelle città, è importante fare manutenzione predittiva per evitare di abbattere alberi a volte secolari. Ci sono i dati ambientali con una classificazione automatica del suolo, quindi è possibile andare a fare questo tipo di classificazione; e naturalmente, per la viabilità, è possibile andare a fare la segmentazione delle autovetture, la segmentazione della segnaletica orizzontale, quindi fare un'analisi. Qui si vede, ad esempio, lo stato di salute – fatemelo chiamare così – di questo attraversamento pedonale e di come sia opportuno andare a inviare una squadra per riportarlo a regime. È possibile anche fare la segmentazione della segnaletica verticale, dei segnali stradali e di tutto quello che è l'arredo urbano. Naturalmente per queste informazioni c'è un'interfaccia *web* per cui chi va a utilizzare queste cose – Protezione civile, Comune di Torino, Regione Piemonte – ha un'interfaccia; i dati sono mantenuti ad oggi su dei *server* del Politecnico, ma verranno poi spostati su altri *server* quando il progetto andrà avanti.

Vi ho presentato il lavoro di tanti anni del collega Piero Boccardo; è uno dei tanti progetti che all'*Artificial Intelligence Hub* portiamo avanti, credendo che la ricerca di base di alta qualità oggi è viva e, se è viva, vuol dire che esce fuori, cammina e diventa prodotto. Lo abbiamo visto, lo vediamo continuamente dai grandi gruppi americani; siamo grati al territorio che ci aiuta a replicare questo modello.

Vi ringrazio molto per la vostra attenzione e sono assolutamente a vostra disposizione per qualsiasi domanda.

PRESIDENTE. La ringrazio, professoressa. Do ora la parola ai colleghi che desiderano intervenire.

POTENTI (*LSP-PSd'Az*). Signor Presidente, ringrazio la nostra audita per questa meravigliosa finestra sul futuro, che tra l'altro, in maniera molto rudimentale, utilizziamo tutti i giorni: basta pensare a Google Maps che ci dà le indicazioni su dove ci sono magari blocchi del traffico o dove si può trovare una ricarica elettrica per l'auto piuttosto che un *bancomat*.

La domanda che vorrei farle è relativa a quelle che possono diventare esigenze di sicurezza della gestione dei dati, perché l'introduzione di qualunque tecnologia ovviamente cambia anche il modo e la vita degli esseri umani. In particolare, rispetto alla tecnologia predittiva e a tutto ciò che riguarda la possibilità di sostituirsi al potere di elaborazione della conoscenza da parte della mente umana, dovremo assistere penso in un prossimo futuro anche a una sorta di ricaduta sulle esperienze professionali. Ne parlavamo poc'anzi in Commissione giustizia in relazione al caso degli Stati Uniti, dove la possibilità dell'elaborazione predittiva nell'applicazione giurisprudenziale sta incidendo sulla formazione anche professionale delle nuove leve dell'avvocatura americana.

La mia domanda concerne la custodia e la possibilità di non far cadere queste importantissime informazioni in mano a qualunque controinteressato, tenendo conto che il commercio a livello mondiale creerà probabilmente pochi soggetti che avranno sempre più informazioni. Abbiamo visto in Ucraina, ad esempio, recentemente quanto possa essere importante gestire quelle informazioni di cui lei ci rendeva in qualche modo tutti partecipi nel caso in cui si debba, ad esempio, trovarsi in uno stato non dico di conflitto ma comunque di antagonismo commerciale. Ci sono vari aspetti importanti e vorrei capire come pensavate di gestire quello della sicurezza; la fine del video riguarda una ex scuola militare di formazione e inevitabilmente l'attenzione ricade su questo aspetto.

PRESIDENTE. Professoressa, purtroppo non ci sono i tempi per fornire una risposta dettagliata; per questo le chiederei una breve suggestione e poi, se fosse possibile, di farci avere, oltre alle *slide*, anche eventuali proposte, suggestioni o suggerimenti che il Politecnico di Torino, sulla base di questi e di altri progetti che ha in essere, può rivolgere al legislatore per capire quali buone pratiche potremmo eventualmente condividere per andare avanti su questi progetti.

CAPUTO. Ringrazio molto per questa domanda, perché è un tema che mi è veramente molto caro. Credo che ci sia tutta una tipologia di dati e ci sia quella che oggi è l'*expertise* di intelligenza artificiale diffusa nel Paese. Ebbene, tutto ciò a mio avviso deve

essere considerato infrastruttura critica del Paese e come tale deve essere tutelato, difeso e trattato in tutte le sue forme. In riferimento ai dati, in questo momento stiamo parlando di un progetto che acquisisce grandi quantità di dati e da questi elabora informazioni, trova correlazioni e rende le informazioni fruibili. Quindi, rendere sicuro il progetto significa innanzitutto mettere in sicurezza i dati. L'Agenzia nazionale per la *cybersecurity* ha introdotto il concetto di perimetro nazionale di sicurezza cibernetico e sicuramente i grandi *data center* fanno parte di questo perimetro, giustamente.

È stato citato correttamente che alcune di queste applicazioni come singoli non ci sono così sconosciute: l'idea di utilizzare Google Drive, Google Maps e trovare le informazioni fa parte del nostro quotidiano, e però sento un brivido di inquietudine per il fatto che sono dati non nazionali. Va benissimo utilizzarli – perché no? – però forse il mio brivido sarebbe meno forte se fossi consapevole che, in ogni caso, in ogni momento, il Paese sarebbe pronto a rimpiazzare quei dati con dati proprietari. Questa è una riflessione che io credo sia veramente fondamentale, e allo stesso tempo, continuando in questa linea di percorso, è buona pratica pensare di utilizzare algoritmi, prodotti di aziende non completamente italiane per fare un'elaborazione o un'analisi di questi dati senza aver prima fatto un'analisi, degli *stress test* di questo *software*, per essere sicuri che magari non ci siano delle *back doors* da qualche parte annidate, dei banchi che copiano i dati o i risultati? Naturalmente non è pensabile fare un protocollo di questo tipo per qualsiasi tipo di *app* che qualsiasi cittadino possa scaricare sul proprio telefono; è semplicemente improponibile. Però credo sia importante andare ad una definizione: nel momento in cui la transizione digitale sta avvenendo, ed è inarrestabile – partiamo da questo dato di fatto, tutto ciò che ci circonda sta diventando dato digitale – di tutti questi dati digitali come sistema Paese quali riteniamo siano critici per la sicurezza nazionale? Parlo a 360 gradi: sicurezza, segreto industriale, informazioni che possono diventare sensibili in N scenari; e a partire da questo, tali dati vanno sicuramente attenzionati da parte dell'autorità preposta, quindi l'Agenzia nazionale per la *cybersecurity*, però credo sia necessario un passo in più. A mio avviso, il minimo è che il Paese si doti di un presidio tecnologico in grado di garantire che, dopo attenta analisi, l'utilizzo di alcuni *software* non pone a rischio il Paese. Se poi ci fosse la capacità e anche la volontà di andare a creare su alcuni scenari un *software*, aziende, favorire lo sviluppo, rafforzare aziende esistenti per avere comunque una sovranità rispetto a una certa tipologia di dati, questa è una strada che molte Nazioni in questo momento stanno seguendo nel mondo. Abbiamo vissuto da un anno e qualche mese, per così dire, un grande « spettinamento » dei *large language models* con ChatGPT e a dicembre 2023 hanno seguito su questa orma, rispetto alla Francia con Mistral e alla Germania con Aleph Alpha, l'India, gli Emirati Arabi, e anche la

Norvegia sta muovendo i passi in quella stessa direzione. Quindi, sempre più Paesi stanno favorendo la nascita o lo sviluppo di *start-up* o favoriscono lo *skill up* di realtà esistenti non con l'ambizione di diventare i nuovi *leader* mondiali, ma di essere *leader* nazionali. Una frase ricorrente è: noi come azienda faremo un prodotto che riesce a cogliere le sfumature del nostro linguaggio, le nostre caratteristiche culturali; ciò che si intravede in filigrana rispetto a queste azioni è proprio una preoccupazione di sicurezza nazionale. Il dato testuale pervasivo, l'idea di utilizzare *software* che non siano stati testati su *draft* di disegni di legge, su cartelle cliniche di persone sensibili, sui documenti industriali: tutto questo naturalmente richiede una riflessione molto seria.

PRESIDENTE. La ringrazio nuovamente per essere stata qui con noi, professoressa. Dichiaro conclusa l'audizione.

Audizione di rappresentanti dell'Università di Genova

PRESIDENTE. I nostri lavori proseguono ora con l'audizione di rappresentanti dell'Università di Genova.

Do il benvenuto, a nome della Commissione, alla professoressa Simona Sacone e al professor Lorenzo Rosasco, che ringrazio per la presenza.

Do subito la parola al professor Rosasco.

ROSASCO. Grazie, Presidente, buongiorno a tutti, abbiamo portato poche *slide*, a dire il vero, e vi prego di interrompermi se avete qualche curiosità, perché in alcuni casi sono un po' compresse.

In premessa, l'Università di Genova ha una storia abbastanza lunga con l'AI e forse uno degli aspetti che ne contraddistingue l'operato è l'idea che sia necessario lavorare sugli algoritmi e quindi non solo sulle applicazioni al trasferimento tecnologico. In quest'ottica, costruendo un percorso di svariati anni, cinque anni fa si è costruito un centro dedicato al *machine learning*, un centro interdipartimentale tra matematica e informatica, che è cresciuto rapidamente. MaLGa al momento conta circa una sessantina di persone; ha avuto abbastanza successo nel richiamare fondi di ricerca internazionale, soprattutto di ricerca di base; ci sono al momento quattro ERC, due CoG, due *starting grant*.

Per dire una parola rispetto ai punti salienti dei nostri interessi, tra i vari mi verrebbe da citare la sostenibilità, che in questo caso non è intesa come usare le AI per aumentare la sostenibilità ma la sostenibilità dell'AI; quindi, provare a costruire algoritmi che siano in grado di essere compressi ed efficienti alla luce della tecnologia ora disponibile: in un certo senso siamo tornati agli anni Sessanta, ci servono computer grossi come delle stanze e possedere mezza *Inter-*

net per poterli allenare. Chiaramente questo è un problema soprattutto nel momento in cui ci si vuole rivolgere a realtà in cui invece i dati non ci sono o ce ne sono pochi; parlavamo con la mia collega, per esempio, di disponibilità di dati sulla rete autostradale italiana. In questo caso chiaramente si crea un problema diverso; è una delle nostre ossessioni.

Questa è l'unica informazione che vi do rispetto a quanto facciamo dal punto di vista metodologico, ma spero con qualche numero di darvi quanto meno la sensazione della presenza di uno sforzo ormai abbastanza consolidato.

La professoressa Sacone vi fornirà poi ulteriori dettagli su iniziative che hanno invece a che fare con applicazioni legate ai temi dell'incontro; in particolare, una cosa che è successa, ormai in periodo Covid, quindi due o tre anni fa, è che è stato costituito un ecosistema di innovazione, che in realtà è uno sforzo congiunto di Unige assieme a CNR e IIT, che è la classica struttura *hub & spoke*. Come vedete, ci sono vari *spoke*; quello su cui pongo l'attenzione, perché è quello che attiene alla direzione dell'Università di Genova, è legato al porto; in alto a destra, vedete i principali *task*. Si tratta di un'attività grossa e non è banale darvi la sensazione di tutto quello che fa la gente perché, per darvi un'idea, è un'iniziativa che cuba circa 120 milioni e questo specifico progetto ne ha 20 milioni per cinque anni; per ognuna di queste attività ci sono svariati milioni, quindi il numero di persone coinvolte è molto importante. Se non sbaglio sono state assunte 125 persone, con un'attenzione interessante alla diversità: il 40 per cento delle persone assunte sono donne, il 20 per cento straniere, e sono buoni numeri per chi sta dentro il mondo STEM.

Come vedete, ci sono vari argomenti: si parla di *automation*, di *real time data*; da una parte, c'è l'ottimizzazione di alcuni processi; dall'altra, la prevenzione del rischio e la *maintenance*, che sarà un tema ricorrente quando passiamo dal porto al *railway*.

Dal punto di vista metodologico, entrano in gioco aspetti piuttosto diversi: anzitutto c'è l'analisi dei dati provenienti dalla sensoristica. In questo contesto, che è una delle altre caratteristiche dell'Università di Genova, entrano gli aspetti di robotica: vengono utilizzati *robot* che vanno in cielo e in acqua, quindi droni, e in particolare qui in basso nella *slide* potete vedere un esempio di monitoraggio di *container* e ispezioni di *solar plants* tramite droni. Dall'altra parte, ci sono *robot* che invece vanno sott'acqua, che è una delle principali attività che abbiamo.

Passando dal mare alle ferrovie, un'altra esperienza che forse vale la pena di condividere è la presenza di un laboratorio congiunto con Hitachi, che ormai va avanti da dieci anni, e anche questo ormai ha una storia che ha creato una competenza. Se non sbaglio ci sono stati tre grossi progetti europei – sono quelli che vedete nella *slide* – che hanno cubato poco più di 1,3 milioni. Ci sono stati

vari PhD, c'è stato un laboratorio congiunto con un *team* di circa dieci-quindici persone con due strutturati e una quindicina di persone non strutturate. È un lavoro lungo, si va avanti da tanti anni per fare gli *highlights*; *AI human in the loop*, quindi tante decisioni dal punto di vista della gestione della rete ferroviaria vengono prese da umani che guardano cose e, come sappiamo, questo crea problemi, quindi l'idea è di raccogliere i dati e provare a fare un supporto decisionale; ottimizzazione, ad esempio, del flusso o evitare congestioni e poi chiaramente prevedere eventi che possono essere critici e che in qualche modo difficilmente possono essere previsti magari da un analista dedicato, ma certamente meglio da un'AI.

Un tema secondo me interessante è il fatto che questa iniziativa ha creato dati, perché – ne discutevamo venendo qua – un grosso problema di tutta la discussione è che laddove non ci sono dati non c'è AI, per cui tante cose che si potrebbero fare non si possono fare. Per fortuna, sto portando alla vostra attenzione tutti casi in cui i dati ci sono, quindi abbiamo cominciato a lavorare su settori dove ci sono i dati. Non sono le uniche esperienze, ma queste sono un pochino più grosse a livello di scala e anche di sforzo.

Con il permesso del Presidente, lascerei ora la parola alla professoressa Sacone.

PRESIDENTE. Prego, professoressa.

SACONE. Grazie, Presidente, buongiorno. Vi presento brevemente l'attività di un altro gruppo di ricerca che si è costituito all'Università di Genova da circa una decina di anni. Non è l'unico gruppo di Università di Genova che lavora e fa ricerca sui sistemi di trasporto; è una tematica che coinvolge molti gruppi, anche con competenze diverse, quindi fortemente interdisciplinare. Noi siamo un gruppetto che in particolare si occupa di pianificazione e controllo di reti di trasporto e reti logistiche dal punto di vista dell'organizzazione, supervisione, monitoraggio e controllo del sistema che funziona; quindi non ci occupiamo di progettazione dell'infrastruttura, ma di tutte le tematiche per organizzarne e ottimizzarne il funzionamento e poi controllarlo anche in tempo reale.

Tra tutte le attività dell'Università di Genova siamo quelli che, per esigenza, hanno iniziato per primi a utilizzare tecniche di AI e in particolare di *e-learning* all'interno delle nostre attività.

Siamo un gruppo ristretto, con una geometria un pochino variabile negli anni: più o meno contiamo sempre intorno alle 15 persone, in questo momento siamo cinque strutturati e per il resto ci sono ricercatori *post-doc* o studenti di dottorato. Lavoriamo nel dipartimento Dibris, un dipartimento interscuola, scienze e ingegneria, e operiamo anche al Cieli, un centro di ricerca dell'Università di Genova, nato ormai quasi vent'anni fa come centro di eccellenza, che ora è rimasto come centro di ricerca interscuola dove nuovamente si

raccogliono competenze ingegneristiche, ma anche importanti contributi da parte di giuristi ed economisti; quindi, raccogliamo competenze diverse.

Questo gruppetto ha contato negli ultimi dieci anni su finanziamenti che ammontano a circa quattro milioni di euro tra progetti internazionali, nazionali e collaborazioni con aziende, molte anche naturalmente del settore. Questi sono i finanziamenti extra PNRR; poi partecipiamo anche al progetto RAISE, che il professor Rosasco ha appena citato; siamo in tre dei dodici progetti dello Spoke 4, quindi sui grandi progetti cerchiamo sempre di partecipare quando le nostre competenze sono utili. Quelli che vedete ora nella *slide* sono progetti in modo specifico curati da questo piccolo gruppo.

Come dicevo, ci occupiamo di pianificazione e controllo in svariati contesti in diverse reti di trasporto: certamente il trasporto stradale e autostradale, che è quello con cui abbiamo iniziato a lavorare parecchi anni fa; facciamo controllo del traffico, sostanzialmente, su reti autostradali. Appliciamo ottimizzazione e pianificazione soprattutto anche a reti di trasporto merci, con applicazione ai porti, naturalmente, per vocazione del nostro territorio, ma anche, ad esempio, a reti logistiche: stiamo tentando alcuni approcci di logistica cooperativa che sono piuttosto interessanti.

Un'altra attività di ricerca molto interessante, che è continuativa e sta proseguendo nel tempo, riguarda il trasporto di merci pericolose; alcuni componenti del nostro gruppo hanno un contatto e un'attività abbastanza continuativa e negli ultimi anni hanno realizzato lo strumento *software* di monitoraggio e *tracking* di una rete di trasporto di merci pericolose per un'importante azienda a livello nazionale, e ultimamente abbiamo iniziato a occuparci anche di analisi di resilienza di reti di trasporto. Negli ultimi cinque anni – per dare anche qui qualche numero – abbiamo poco più di cento pubblicazioni a livello di gruppo.

Queste in generale sono tutte le attività che portiamo avanti; in alcune di esse nasce l'opportunità di utilizzare tecniche soprattutto di *e-learning*. Noi siamo utilizzatori, forse neanche troppo *skilled*, però possiamo contare su colleghi che nella nostra stessa sede hanno grandi competenze anche sulla parte più metodologica. Dove le abbiamo applicate? Vi ho portato solamente qualche esempio per dare un'idea. In realtà, il filo logico è un po' questo: nelle attività che facciamo, per riuscire a organizzare il funzionamento del sistema e poi anche controllarlo, abbiamo sempre bisogno di avere un monitoraggio della situazione attuale del sistema, quindi una chiara conoscenza di cosa sta succedendo nel sistema, e una predizione in avanti. Quindi, abbiamo bisogno di disporre della conoscenza dello stato del sistema, anche del passato ma in particolare nel presente, e di prevedere ciò che avverrà su tutte le diverse reti di trasporto su cui lavoriamo e con tutti gli approcci che abbiamo utilizzato. Queste due attività si svolgono di solito sulle reti di trasporto con modelli

tradizionali e con tecniche consolidate che sfruttano la conoscenza del processo, quindi sono tecniche generali che si applicano e si calibrano in alcuni contesti specifici.

A volte questa attività non è necessariamente la migliore, perché il contesto specifico di applicazione può avere delle caratteristiche e delle peculiarità talmente particolari che la tecnica generale può non essere in grado di cogliere tutte le caratteristiche di quel processo. Quindi stiamo iniziando ad utilizzare tecniche basate sui dati per riuscire a sanare le lacune di conoscenza che possiamo avere con i metodi tradizionali. Cerchiamo quindi di integrare la conoscenza sulla fisica e sulla dinamica del processo che abbiamo dal contesto generale con spunti di conoscenza che vengono dai dati; questo è un elemento che ci sembra assolutamente importante in un contesto come quello dei sistemi di trasporto che ovviamente è molto complicato.

In un altro progetto avevamo trattato le analisi di resilienza di una rete in cui volevamo valutare la prestazione in generale di una rete di trasporto e in particolare l'impatto di eventi critici; era un progetto europeo che era nato a valle del crollo del ponte Morandi, quindi di un evento critico molto impattante sulla città di Genova, sulla nostra Regione e poi in generale su tutta la rete di trasporto del nord-ovest. Avevamo bisogno di un modello di rete molto particolare, che fosse multiscala, perché avevamo scale di analisi diverse, multiclasse, perché avevamo bisogno di considerare sia trasporto passeggeri che merci, multimodale perché c'erano sia strada che ferrovia, i modelli tradizionali mostravano un pochino il fianco e allora, per calibrare alcuni aspetti specifici di questa rete, abbiamo provato a basarci sui dati. Questo è il primo esempio.

Altri due esempi riguardano invece un'applicazione a un *terminal container* che stiamo portando avanti adesso. Anche in questo caso ci sono necessità di predizione, ad esempio dei flussi di arrivo e partenza dei *container* ad un generico *terminal* in funzione dell'arrivo della nave. Questo è un progetto ispirato da un'esigenza del *terminal* PSA di Voltri che è uno dei più grandi nel porto di Genova; anche qui stiamo provando ad utilizzare tecniche basate sulle reti neurali per riuscire a stimare questi flussi dietro ai quali evidentemente non abbiamo una fisica che ci possa aiutare ma ci possiamo basare effettivamente solamente sui dati.

Infine, abbiamo applicato lo stesso modello sulle reti di trasporto autostradale che sono il contesto in cui abbiamo lavorato di più. Anche in questo caso molto spesso il metodo tradizionale mostra il fianco quando ci sono sia scenari di traffico particolari, eccezionali, che strutture di rete con topologia particolare. Quindi abbiamo cercato di integrare metodi e modelli tradizionali con modelli di *e-learning*, con una difficoltà di integrazione non banale, ma i primi risultati, che effettivamente sono ancora preliminari, sono buoni.

Questo è solamente un piccolo *flash* per mostrare come ci può servire, nel contesto del controllo delle reti di trasporto, un insieme di metodi ampio e molto efficace come quello che ci offre l'intelligenza artificiale e il *learning*.

Rimane sul tavolo il tema, che trattava anche il professor Rosasco un attimo fa, che questa grande opportunità si scontra con la disponibilità di dati. Quindi in tutti questi progetti una delle fasi più onerose per noi è sempre quella della raccolta dei dati. Le aziende, soprattutto quelle di trasporto, non hanno ancora, non tutte, una buona consuetudine a gestire l'informazione, quindi a raccoglierla e archivarla in maniera efficiente. Questo è un tema, perché evidentemente si potrebbero fare moltissime cose, ma effettivamente la tecnica basata sui dati ha bisogno di dati efficaci. Spero che tale problema richiami un po' di sensibilità perché effettivamente è piuttosto importante.

PRESIDENTE. Ringrazio entrambi per l'esposizione. Do ora la parola ai colleghi che desiderano intervenire.

POTENTI (*LSP-PSd'Az*). Signor Presidente, ringrazio gli auditi per questo contributo che si aggiunge a quelli, molto interessanti, che abbiamo raccolto e che ci danno un quadro sicuramente stimolante ma anche preoccupante relativamente a ciò che dicevate sul diritto e sull'opportunità di accedere ai dati quando abbiamo visto a livello mondiale quale sia la potenza economica dei pochissimi *player* attivi. Si parla di trilioni di dollari che corrispondono a bilanci di intere nazioni, quindi la partita dell'accesso democratico alle informazioni credo sarà condizionata, come tutto quello che fa parte del commercio, da questo dato.

Vorrei sapere quale potrebbe essere in futuro l'incidenza dell'utilizzo di queste informazioni, di questi dati, di queste elaborazioni che necessitano di tale prerequisite, quando dovessero essere posti a base di decisioni, ad esempio, nel campo degli investimenti commerciali e industriali di alcuni Paesi. Ad esempio si parla di quanto impatta il disservizio della giustizia in Italia rispetto all'attrattività nei confronti delle imprese sul nostro territorio: quale potrebbe essere, dal vostro punto di vista previsionale, l'impatto che potrebbe avere in futuro la disponibilità di queste informazioni in mano a chi volesse scegliere un Paese quale sede per i propri investimenti e come potrebbe essere utilizzata dall'Italia questa ricchezza per attrarre gli investimenti? In parte mi avete già risposto, perché servono i dati.

PRESIDENTE. Mi unisco anch'io ai ringraziamenti e volevo aggiungere due brevi domande, oltre poi a richiedere, come a tutti gli auditi, se potreste farci pervenire, oltre alle *slide*, anche eventuali osservazioni o suggerimenti che ritenete utile fornire al legislatore per eventuali riflessioni che faremo in sede conclusiva relativamente alle azioni da mettere in atto.

Ci avete già accennato il tema dell'accesso ai dati. Durante varie audizioni di soggetti e associazioni c'è stata una riflessione e una richiesta di poter avere – lo dico in maniera semplificata – dei *data warehouse* che possano raccogliere dati anonimizzati sul tema dei trasporti da poter poi utilizzare per le ricerche. Volevo chiedervi quindi se voi ritenete che ci siano delle fonti di dati che potrebbero essere, come ricordava anche il collega, in mano a soggetti privati ma che potrebbero essere richieste in forma anonimizzata da parte pubblica per poterne consentire l'utilizzo a beneficio della collettività rispetto a dei lavori che possono essere fatti. Quali potrebbero essere gli eventuali soggetti che già oggi generano dati che potrebbero essere utili? Penso per esempio, si diceva prima, alla possibilità di ottimizzare i flussi del traffico, con i benefici evidentemente che ne potrebbero derivare.

In secondo luogo, collegandomi a una riflessione relativa all'utilizzo che viene fatto nell'ambito portuale logistico dell'intelligenza artificiale, sempre *human in the loop* e quindi collegata all'attività umana (veniva ricordato prima da un vostro collega del Politecnico di Milano), secondo voi – ovviamente è soltanto un'opinione e capisco che non possiate fare una previsione – in base alla maturità del settore e per esempio all'utilizzo dell'intelligenza artificiale in altri settori in cui la possibilità dell'automazione totale è già molto avanzata (penso alla guida autonoma), in questo settore quando pensate che l'industrializzazione di alcuni dei processi e degli algoritmi che utilizzate potrà giungere a una maturità tale da arrivare alla semiautomatizzazione e quindi ad un cambiamento? Lo chiedo perché ovviamente la riflessione di chi deve pianificare a lungo termine – quindi il legislatore – deve anche tenere conto di quelli che potrebbero essere gli innesti di queste rivoluzioni.

ROSASCO. Signor Presidente, inizio a rispondere dalle domande finali. La mia impressione è che ci voglia ancora un sacco di tempo perché ci sia uno *human not in the loop*, nel senso che si sta dimostrando che al momento questa è una tecnologia matura per essere in qualche modo creativa, dunque in grado di creare oggetti che sono interessanti ma non affidabili. Stiamo vedendo molti utilizzi generativi di AI per fare disegni, testi, barzellette, *website*, cioè cose che non hanno bisogno di qualcuno che metta una firma e ci metta la faccia. È altrettanto vero che tutte le volte che n'è bisogno, nessuno lo fa; ieri ascoltavo un *podcast* in cui si diceva che i medici al giorno d'oggi hanno il problema che chiunque manda messaggi via WhatsApp, quindi li devono guardare tutti e diventano matti; e dicevano che l'AI manderà una risposta di *default* e poi l'essere umano dovrà solo controllarla. Secondo me questo è già un livello molto critico, perché non so come siete voi ma io quando ricevo una cosa scritta e sono abbastanza stanco corro abbastanza il rischio di dire « ok » per *default*, quindi ci si dovrebbe rendere conto

che ciò che c'è scritto potrebbe veramente essere non un parere di un esperto che magari era un po' stanco o magari ha un'opinione diversa dalla tua, ma di uno che si è inventato qualcosa che non ha senso. È necessario, cioè, che chi utilizza lo strumento sia consapevole del fatto che il responso potrebbe essere completamente sbagliato. Secondo me su questo ci vuole tanta informazione e generalmente io vedo lontano quel momento. Vedo invece molto vicino il momento in cui ci sarà una convivenza molto maggiore di quella attuale, che può andare dall'AI intesa come *chatbot* e l'AI, come dicevamo parlando con un collega, come *data science*, quindi come supporto, quasi come quello che usa chi prova ad investire in Borsa, che ha tutti quei grafici incomprensibili. Ci sarà un altro come lui che usa nella vita grafici incomprensibili e creerà degli altri grafici che per lui sono comprensibili e sono un po' meglio di quelli prima; questo utilizzo credo sarà sempre più diffuso, quindi con un'interfaccia meno *human like*. Da questo punto di vista mi aspetto che ci sia una sostanziale differenza nel modo in cui intendiamo il *decision support system* che sarà qualcosa di molto più sostanziale. Le *self driving cars* sono un buon esempio di una cosa che comunque non c'è ancora. Facciamo spesso questo discorso: ad un certo punto, se si mettono abbastanza vincoli, esiste già la ferrovia, alla fine si mette un binario e vai lì. Quindi personalmente non saprei metterci una data, perché quest'ultimo *mile* potrebbe essere parecchio lungo; sembra di essere molto vicini, ma è come quando provi a scrivere un libro che poi non finisce mai, perché l'ultimo pezzo potrebbe essere lungo come questo.

Per quanto riguarda i dati che potrebbero essere già disponibili, faccio come quello che copia e dico ciò che vi ha riferito la professoressa Sacone, per poi lasciarglielo dire meglio. Parlavamo del fatto ad esempio che per Società autostrade non è possibile accedere ai dati. Il secondo esempio che faceva non lo conoscevo, ma lo trovo ancora più interessante. In queste cose, infatti, notate che non servono tutti i dati dell'Italia. Basterebbe ad esempio la linea ferroviaria di Savona per avere già qualcosa d'interessante; Savona ha 60.000 abitanti. Potreste già fare un bello studio se cablaste tutti gli autobus. Diceva la professoressa Sacone che ci sono autobus che sono cablabili, perché hanno la sensoristica per legge, ma non sono attaccati. Basterebbe attaccarli e secondo me anche scalare. Lo dico spesso ai miei studenti: non è necessario fare qualcosa di molto grande, una scala piccola può già dare indicazioni. Ad esempio si potrebbero cambiare gli orari degli autobus in maniera un po' più adattiva con un algoritmo. Anche in questi casi, però, l'AI ha dei tempi scala per cui non riesce ancora a funzionare come dovrebbe.

Infine, non sono sicuro di aver capito perfettamente i contorni della domanda, ma se riguarda l'effetto potenziale di attrattività del valore aggiunto che possono dare i dati e i sistemi basati sui dati a sistema, direi che è *endless*. Chiunque al mondo si sta riposizionando

perché è *endless*. Parlando degli autobus, ad esempio, perché non facciamo uno *spin-off* per spiegare quanto si potrebbe risparmiare se si evita di far congestionare gli autobus tutti i giorni? Non mi vuoi dare i dati, facciamo un *business plan*, ci mettiamo in cinque e glielo andiamo a vendere; è quello che sta succedendo negli Stati Uniti. Chiunque ha tra i venti e i trent'anni non va più avanti, si inventa una *company*, scopre dove sono i dati e va a fare *mining*. Per gli autobus funziona. Nessuno prende i dati, perché non c'è alcun incentivo. Chi ci guadagna se attacchi gli autobus a una rete? Se qualcuno ci guadagnasse effettivamente qualcun altro lo farebbe. Quindi questo è un po' *endless*, è una preoccupazione di riuscire ad andare veloci a recuperare dei dati, ma anche di non rincorrere la tecnologia, perché se invece ci sono situazioni in cui abbiamo i dati ma dobbiamo comprare la tecnologia o svilupparla altrove, si pone un altro tema su cui ho cominciato e vorrei chiosare. L'idea che possiamo semplicemente metterci a fare AI inseguendo l'applicazione e non sviluppando la tecnologia e la metodologia è *short sighted*, cioè a un certo punto ci troveremo in una fase in cui compriamo uno strumento già fatto da un altro e magari, se abbiamo fortuna, ci vende anche i suoi dati, se noi siamo stati bravi.

SACONE. Signor Presidente, direi che le risposte sono assolutamente esaustive. Confermo il fatto che ci sono dati presenti, esistenti, ma non necessariamente disponibili, neanche per attività di ricerca, quindi questo è un tema. Poi naturalmente c'è una necessaria distinzione da fare tra aziende pubbliche e aziende private, evidentemente la sensibilità è diversa sia nell'acquisizione del dato che nella messa a disposizione del dato all'esterno.

Su alcune casistiche, secondo me, il tema è quasi di introduzione di una sensibilità talvolta un pochino forzata. L'esempio del professor Rosasco è assolutamente calzante: non è possibile comprare un autobus – ne parlo perché mi sono occupata dell'azienda della mia Provincia – senza contapasseggeri e senza videosorveglianza, quindi è obbligatorio inserire questi elementi nel capitolato, e questo è sacrosanto, ma poi non è obbligatorio collegarli e usare i dati. Quindi evidentemente l'azienda di trasporto pubblico, soprattutto quella piccola, non ha internamente le risorse, né le competenze e il *know how* per cablare tutti i mezzi ed utilizzarne i dati. È necessaria una spinta o un supporto. Ad esempio in Liguria adesso c'è il progetto della bigliettazione elettronica, che auspicabilmente andrà in porto, però forse servono o indicazioni normative, di cui avevamo parlato anche con l'Autorità di regolazione dei trasporti che comunque governa sia strada che rotaia, o indicazioni dal punto di vista di chi regola o un supporto dal punto di vista istituzionale per rendere questi attori effettivamente in grado di utilizzare la tecnologia che probabilmente già hanno in casa ma che non sono ancora in grado di utilizzare. Questo davvero si potrebbe fare senza investimenti molto

elevati e farebbe fare un salto di qualità al servizio, perché rispetto ai grandi nodi urbani dove tutte queste cose molto probabilmente già esistono, perché c'è il respiro per farle, ci sono poi una miriade di centri più piccoli in cui questo respiro non c'è; poi però ti manca una vera progettazione del sistema di trasporto, soprattutto quello collettivo che avrebbe una ricaduta importantissima.

PRESIDENTE. Vi ringraziamo per il vostro contributo. Attendiamo, oltre alle *slide* anche le proposte da poter condividere e utilizzare.

Dichiaro conclusa l'audizione.

Audizione di rappresentanti dell'Università « Federico II » di Napoli

PRESIDENTE. I nostri lavori proseguono ora con l'audizione di rappresentanti dell'Università « Federico II » di Napoli.

Do il benvenuto, a nome della Commissione, al professor Genaro Nicola Bifulco, delegato alla mobilità e trasporti del Dipartimento di ingegneria civile, edile e ambientale dell'Università « Federico II » di Napoli, che ringrazio per aver accettato l'invito a partecipare ai nostri lavori, e gli cedo subito la parola.

BIFULCO. Grazie, Presidente, ringrazio e saluto lei e la Commissione. Volevo dire poche cose che riguardano l'Università « Federico II » e poi mettermi a disposizione per eventuali domande.

Vorrei parlare di quanto emerge da un osservatorio, da un pezzo di mondo che ha a che fare con le infrastrutture e la mobilità – io sono un professore ordinario di ingegneria dei trasporti – e che deriva da alcuni progetti che si stanno portando avanti in Università, che sono progetti nazionali, e dalla partecipazione ad alcuni momenti istituzionali di una certa significatività.

Parto da questi ultimi: in rappresentanza della « Federico II », quindi non a titolo personale, io sono nel comitato scientifico di una cosa che si chiama *cluster* nazionale dei trasporti che mette insieme molto mondo che ha a che fare con i trasporti e la mobilità, sia di natura pubblica (Università e centri di ricerca) che di natura privata (grandi aziende). Poi partecipo alle attività dell'Osservatorio *smart road*, che è stato istituito tramite il decreto del Ministero delle infrastrutture e dei trasporti n.70 del 2018, che si occupa del processo di trasformazione digitale delle infrastrutture di trasporto, soprattutto strade, come dice il nome *smart road*. Inoltre, grazie a un accordo che la « Federico II » ha con la struttura tecnica di missione del Ministero delle infrastrutture e dei trasporti, partecipo ad alcuni progetti operativi nazionali, uno dei quali, secondo me particolarmente rilevante, è il progetto MaaS for Italy. MaaS è un acronimo che sta per *mobility as a service* (mobilità come servizio). È un progetto

nazionale in cui c'è una forte componente di digitalizzazione della mobilità.

Per quanto riguarda invece i progetti importanti in corso in «Federico II», quello che secondo me è il più interessante è il progetto del Centro nazionale per la mobilità sostenibile. Il Centro nazionale per la mobilità sostenibile è un progetto nazionale finanziato con i fondi del PNRR, ben finanziato, mi permetto di dire, perché ha una valutazione complessiva di 300 milioni di euro. È organizzato in nodi di ricerca che vengono chiamati *spoke* nel gergo di questo progetto. In «Federico II» ci sono due *spoke*, nel senso che siamo *leader* di due tematiche di ricerca nazionali, una delle quali si chiama CCAM *and smart infrastructure*. CCAM è un acronimo che sta per *cooperative, connected and automated mobility* e quindi credo che abbia a che fare anche con gli argomenti di cui ci stiamo occupando oggi.

CCAM è un progetto che si occupa della digitalizzazione delle infrastrutture da tre punti di vista: innanzitutto la creazione di gemelli digitali delle infrastrutture di trasporto, su cui fare operazioni di *test before invest*, cioè provare tecnologie non «in vivo» ma sul gemello digitale di una infrastruttura di trasporto prima di fare investimenti, prevedendo quindi la risposta delle nuove tecnologie che si stanno mettendo in campo. Il *digital twin* ha anche una funzione di monitoraggio in tempo reale delle situazioni, perché è collegato con l'infrastruttura reale, ha un cordone ombelicale che lo collega con l'infrastruttura reale, e quindi grazie ad esso si possono provare politiche di adattamento delle strategie di controllo per migliorare, per esempio, il traffico sulle reti, la sicurezza del traffico o altro.

PRESIDENTE. Professore, mi scusi se la interrompo: noi abbiamo la necessità di capire se, sulla base delle vostre esperienze, avete dei suggerimenti e delle pratiche che ritenete che il legislatore debba promuovere per risolvere le problematiche di tipo normativo che rischiano di impedire la possibilità di implementare questi progetti nella declinazione reale e quindi nell'utilizzo per i cittadini.

BIFULCO. La ringrazio della domanda e vengo subito al punto. Da quella che è la nostra esperienza, i processi di digitalizzazione delle infrastrutture derivano sostanzialmente dall'applicazione delle regole dei cosiddetti *intelligent transportation systems* che derivano a loro volta dalla direttiva europea 2010/40/CE che è stata recentemente aggiornata, se non ricordo male nel novembre 2023, con una direttiva che dovrà essere tra l'altro recepita dalla legislazione italiana. Non casualmente la direttiva del 2010 è stata aggiornata e uno dei motivi per cui è stata aggiornata è che, ancorché fosse destinata alla diffusione dei sistemi di trasporto intelligenti, a conti fatti questa diffusione è stata parziale, dunque già a quel livello si è sentita l'esigenza di adeguare la normativa.

A livello italiano, ci sono tanti elementi naturalmente che sono nel solco di quella direttiva europea, ma uno di quelli a mio giudizio importanti è stato proprio il decreto del Ministero delle infrastrutture e dei trasporti n. 70 del 2018 che permetteva di fare due cose, cioè di fissare i requisiti funzionali che dovevano avere le infrastrutture per essere chiamate *smart road*, cioè quali dovessero essere i requisiti in termini di monitoraggio del traffico, monitoraggio delle condizioni ambientali, monitoraggio della sicurezza, e quali dovessero essere i requisiti funzionali in termini di azioni possibili. Questo è un aspetto di quel decreto. Un altro aspetto permetteva la sperimentazione su strade anche pubbliche di sistemi di guida automatica, la cosiddetta auto autonoma. Ad oggi, dopo cinque anni, siamo in una situazione in cui non esiste in Italia ancora una sola infrastruttura di trasporto che sia bollinata *smart road* – passatemi il termine improprio – perché il decreto prevedeva un elenco, un albo, chiamiamolo così, di infrastrutture che avessero il bollino *smart road*, cioè che fossero aderenti a quelle specifiche funzionali. Non ne esiste una, ad oggi, in Italia che abbia quel bollino e pochissime sono le sperimentazioni di guida autonoma che si sono fatte su strada pubblica. È chiaro che in una pista, in un autodromo si fa, ma ben altra cosa è farlo in strade pubbliche, aperte al traffico, mentre sono aperte al traffico. Si definiva un quadro in cui era possibile fare queste sperimentazioni, con quali regole, chi le potesse fare e con quali qualificazioni. È chiaro che cose di questo tipo non le può fare chiunque. Ebbene, evidentemente c'è qualche intoppo. Sul lato *smart road* l'intoppo essenziale è il fatto che non si è riusciti a creare un ecosistema per la realizzazione dei servizi digitali che sono alla base delle *smart road* che si chiamano di *cooperative intelligent transportation systems* e che entrano nell'ambito del CCAM (*cooperative, connected and automated mobility*), mentre C-ITS è la parte *cooperative and connected* delle infrastrutture stradali nel caso del decreto ministeriale n. 70. Non si è riusciti a creare quell'ecosistema originale. Il decreto ministeriale voleva dare i criteri direttivi, ma non ha avuto un accompagnamento in termini di linee guida sulle tecnologie da utilizzare e soprattutto, secondo me, è mancata un'azione di stimolo e coordinamento, perché il numero di attori presenti in un sistema come quello italiano delle infrastrutture di trasporto, che devono iniziare a dialogare con le automobili, perché il sistema C-ITS prevede che le automobili siano connesse con le infrastrutture, sono cose importantissime perché si salvano vite umane. Significa che se c'è una coda l'infrastruttura di trasporto se ne accorge, o perché una macchina che ci sta finendo dentro glielo comunica o perché ha un sistema di monitoraggio del traffico che se ne accorge, e rimanda le informazioni a tutti quelli che arrivano dietro e si salvano vite umane, perché il meccanismo dei tamponamenti a catena, quelli che avvengono per esempio in autostrada, è un meccanismo per cui se io sono in macchina a 120 chilometri all'ora e sto

andando verso una coda, non sto andando verso un ostacolo fermo (già quello non sarebbe uno scherzo) ma in realtà questa coda mi sta venendo addosso, quindi la velocità vera con cui io e la coda impattiamo è la somma tra i miei 120 chilometri all'ora più la velocità con cui rigurgita la coda, che può essere di 10, 20 o 30 chilometri all'ora. Questi sistemi salvano vite umane, ma gli attori che entrano in questa cosa sono gli operatori stradali, gli operatori delle telecomunicazioni, i *carmaker*, e questo avviene in un sistema in cui i *carmaker* sono tanti e non ha senso che soltanto alcuni adottino queste tecnologie di comunicazione e altri no. I gestori di infrastrutture stradali sono tanti e non ha senso che questo sistema funzioni sul raccordo anulare e non sulla bretella di Fiumicino o sulla strada dell'ANAS. Deve essere una cosa uniforme o il più possibile uniforme sul territorio nazionale. Le tecnologie ci sono, gli *standard* ci sono; manca l'ecosistema. Allora, qualunque intervento – non so se legislativo o normativo e a che livelli, non è il mio mestiere – che possa migliorare la realizzazione di questo ecosistema, secondo me è un intervento necessario.

L'ultima cosa che ho da dire è relativa all'intelligenza artificiale, quindi una cosa molto specifica legata alla quantità di dati sempre maggiore che abbiamo. I sistemi di connessione, infatti, potrebbero aumentare in termini di quantità di dati disponibili. L'intelligenza artificiale può servire per fare sostanzialmente due cose: innanzi tutto può fornire un'intelligenza cognitiva per capire meglio quello che ci sta succedendo attorno, che nel mondo dei trasporti si usa sempre di più. Immaginate il riconoscimento delle immagini, il riconoscimento delle cose quanto può aiutare l'osservazione del traffico, la sicurezza delle strade, ma anche l'osservazione della sicurezza in termini strutturali – ponti e altro – ma sono sicuro che qualche collega precedentemente ne abbia già parlato, non può non essere emerso questo aspetto della questione. Poi c'è un'intelligenza decisionale, cioè l'intelligenza artificiale usata per prendere delle decisioni per attuare qualcosa. L'esempio più « a tendere » è proprio la guida autonoma. È probabile che la guida autonoma, quando si affermerà, sarà fortemente basata sull'intelligenza artificiale. L'intelligenza artificiale è molto potente, ma deve essere usata con regole e consapevolezza. Per sua natura, infatti, si tratta di modelli non parametrici. Infatti non basta vedere un'equazione matematica, per quanto complessa essa possa essere, per capire qual è la conseguenza del far variare una variabile che entra in questa equazione, un parametro o un esponente a cui la formuletta viene elevata o qualcosa del genere. Non è così l'intelligenza artificiale, è più implicito il suo meccanismo di funzionamento e quindi determina dei problemi di utilizzo regolato e consapevole, cioè qual è l'effetto vero. Allora, a mio parere, esiste un problema di certificazione – uso di proposito questa parola « grossa » – delle applicazioni d'intelligenza artificiale rispetto alle conseguenze che possono avere, che, mi permetto di dire, sono incerte. Esistono metodi

per certificare sistemi incerti; non tutto è deterministico, neanche nel mondo scientifico, anzi, l'incertezza è trattata con metodi opportuni; però bisogna capire che siamo in quel campo, perché il numero di parametri che possono variare nell'intelligenza artificiale che si lega ai *big data* è talmente grande che l'esplorazione di quello che può succedere è complessa, cioè non basta fare qualche *test*.

PRESIDENTE. Professore, la ringrazio per il suo contributo ai nostri lavori. Le chiederemmo, se fosse possibile, di farci avere una relazione scritta in maniera tale da lasciarla agli atti di questa indagine conoscitiva e per inviarla ai colleghi della Commissione per la stesura del documento finale, contenente le sue osservazioni, in particolare le ultime relative ai suggerimenti, alla mancanza dell'ecosistema nei vari aspetti in cui è articolato e all'intelligenza artificiale, con le tempistiche che le sono proprie.

Dichiaro conclusa l'audizione.

Audizione di rappresentanti dell'Università di Pisa

PRESIDENTE. L'ordine del giorno reca ora l'audizione di rappresentanti dell'Università di Pisa.

Sono presenti il professor Walter Salvatore, il professor Vincenzo Gervasi e il professor Antonio Cisternino, che saluto e ringrazio per aver accettato l'invito a partecipare ai nostri lavori, e ai quali cedo subito la parola.

SALVATORE. Signor Presidente, buongiorno, sono Walter Salvatore. Sono un ingegnere civile strutturista e un professore di tecnica di costruzioni, quindi parlerò essenzialmente dei problemi che dobbiamo affrontare e per quale motivo l'intelligenza artificiale, l'analisi dei dati e i moderni metodi di rilievo possono essere utili allo sviluppo e all'attività di controllo, sorveglianza e gestione delle infrastrutture.

In particolare, mi occupo di opere d'arte infrastrutturali, quindi ponti, viadotti, gallerie, con tutto ciò che in qualche modo è connesso all'ingegneria strutturale. Sono anche il presidente di un consorzio di ricerca universitario – e non solo, perché c'è anche l'ENEA – che si occupa proprio della sicurezza, del controllo/sorveglianza e della classificazione del rischio delle infrastrutture con particolare riferimento ai ponti e ai viadotti.

Un breve racconto del contesto in cui ci muoviamo: è inutile che mi soffermi su tutte le criticità delle opere d'arte infrastrutturali negli ultimi anni, perché penso che siano purtroppo tristemente note. A proposito di Genova, di fatto si stava già agendo un po' prima che avvenisse il crollo; il Polcevera è stato un punto di crisi particolare, ma, se si va a vedere un po' la storia, crisi delle opere

d'arte infrastrutturali si erano succedute anche negli anni precedenti e non solo il mondo scientifico, ma anche quello della normazione si stava muovendo per capire come ovviare in qualche modo e come organizzare un sistema che potesse andare verso un controllo sulla sorveglianza delle opere d'arte.

Il Consiglio superiore dei lavori pubblici, del quale sono membro, ha redatto delle linee guida per la classificazione del rischio, per la sorveglianza, il controllo e il monitoraggio di ponti e viadotti stradali, nonché di gallerie. Con l'Agenzia nazionale per la sicurezza delle ferrovie e delle infrastrutture stradali e autostradali (ANSFISA) e con Rete ferroviaria italiana (RFI), inoltre, stiamo lavorando sulle linee guida dei ponti ferroviari. Si è prevista, quindi, una serie di regolamentazioni – alcune delle quali sono state adottate tramite decreto – per indicare la strada per l'ispezione visiva e poi per quella più approfondita, sino a una elaborazione accurata ai fini della programmazione della manutenzione, della messa in sicurezza e/o del monitoraggio delle opere, ove necessario. Ciò chiaramente ha determinato un grande fermento anche dal punto di vista tecnico-scientifico, con il coinvolgimento dei più accademici tra noi, ma ovviamente anche di tutti i gestori che hanno dovuto adattarsi al nuovo sistema che prevede, fra l'altro, ad esempio, l'ispezione periodica visiva per tutte le opere – che c'era comunque anche prima, secondo una vecchia circolare – a seconda della classe di rischio: per le classi di rischio più elevate ovviamente è previsto un monitoraggio più fitto; ove l'opera invece abbia una classe di attenzione più bassa, il monitoraggio diventa un po' più rado nel tempo.

Tutto questo comporta chiaramente uno sforzo importante sul piano delle risorse, non solo economiche, ma anche umane. Pensiamo ad ANAS che, soltanto per quanto riguarda i ponti, conta circa 20.000 opere. I gestori autostradali, che comunque sono più strutturati a livello di risorse economiche e umane – che, se vogliamo, sono conseguenti – hanno migliaia di ponti: non vorrei sbagliare, ma mi sembra che il Gruppo STM ne abbia 2.400 e Autostrade per l'Italia (ASPI) circa 4.000 ponti autostradali, quindi importanti. C'è poi tutto il patrimonio infrastrutturale delle Province, delle Regioni e dei Comuni, che è quasi ignoto dal punto di vista numerico e che negli ultimi decenni molto probabilmente è stato quello anche meno mantenuto proprio per mancanza di risorse, non foss'altro di risorse umane: nel tempo, infatti, si sono perse le conoscenze tecniche delle opere e delle infrastrutture e la relativa eredità del passato, che è andata scemando, per cui si è perduto molto in questo senso. Ora si sta recuperando a livello provinciale, per cui ci si sta cominciando a riorganizzare anche per effetto di tutti i provvedimenti che sono stati adottati, ma il processo è lungo.

È chiaro che tutto ciò ha comportato un fermento anche dal punto di vista tecnico e tecnologico. Credo che quello che sta accadendo in questo momento sia qualcosa di assolutamente virtuoso,

perché tutti i provvedimenti, a mio avviso, devono orientarsi verso una maggiore sicurezza, ma anche verso una maggiore competenza e competitività del settore. Ritengo che, proprio grazie allo sviluppo tecnico e tecnologico, il settore delle costruzioni stia andando a migliorare, non solo la sicurezza delle opere, ma anche la competenza e quindi la competitività delle imprese e dei tecnici impegnati in tale ambito e anche questo è molto importante.

In quest'ottica, per esempio, si stanno sviluppando tecniche di identificazione dei difetti. Collaboriamo con varie ditte e stiamo lavorando per sviluppare delle piattaforme per la gestione dell'intero processo di sorveglianza delle opere, sia a livello di rete che di opere singole, andando a lavorare, come dicevo, su tecniche di identificazione dei difetti. Piuttosto che procedere a distanza di braccio, come vorrebbero le norme, l'idea è di sviluppare tecniche che riescano a localizzare il difetto, quantificarlo, riconoscerne il tipo, fino ad arrivare, se si riuscisse – ne parlavamo prima col professor Gervasi – a capire le origini e le cause del difetto e le possibili conseguenze sull'opera. Questa sarebbe assolutamente rilevante anche dal punto di vista dell'impiego razionale delle risorse sul campo.

Non mi riferisco solo alle strutture, ma a tutto il contesto idrogeologico. A tale riguardo, i fallimenti delle opere molto spesso sono dovuti proprio a problemi legati al rischio idraulico o al rischio di frane, all'interazione fra i movimenti lenti del terreno, tipo paleofrana, o veloci, tipo le frane che possono verificarsi nel momento in cui c'è un evento meteorico eccezionale. In generale, tutti gli eventi idraulici sono tra le cause principali di fallimento delle opere d'arte infrastrutturali. Ciò a volte può essere chiaramente l'effetto di eventi intensi, ma nel tempo è possibile andare a controllare: pensiamo al controllo dello sviluppo di una frana o al controllo sull'alveo di un fiume o di un corso d'acqua, che può variare nel tempo, influenzando sulle problematiche che incidono sulle opere d'arte. Tutto ciò è sicuramente controllabile dall'uomo, ma anche attraverso la verifica delle immagini da rilievo in maniera automatica o semi-automatica, fino ad arrivare a controlli molto più sofisticati, se vogliamo, sulla singola opera. L'idea che stiamo tentando di perseguire è quella di riuscire a monitorare non solo la risposta dell'opera per capire quali siano i fenomeni evolutivi che la influenzano, ma anche capire in tempo reale i livelli di sicurezza dell'opera e possibilmente la transitabilità della stessa in tempo reale, fino alla vita utile. Ciò è possibile mettendo a sistema i dati della rete infrastrutturale per arrivare a sviluppare dei modelli predittivi che indichino l'evoluzione dei fenomeni di degrado o di danneggiamento che interessano l'opera o gli effetti dei fenomeni naturali o antropici come, ad esempio, fenomeni idraulici, le frane o anche le conseguenze del traffico, che sono assolutamente rilevanti e possono anche variare, fino a arrivare al controllo dei trasporti eccezionali sulla rete, che è un altro problema rilevante che stiamo studiando in questo periodo.

PRESIDENTE. La ringrazio, professor Salvatore, per la sua relazione, davvero molto interessante.

Chiedo al professor Gervasi se intende intervenire.

GERVASI. La ringrazio, signor Presidente.

Come professore presso il Dipartimento di informatica dell'Università di Pisa, vorrei aggiungere una considerazione tecnica sul tema dell'intelligenza artificiale, dal momento che ho avuto occasione di fare ricerca su questo, in collaborazione con il professor Salvatore.

Le operazioni di monitoraggio di cui si sta parlando, così come quelle di previsione dell'evoluzione futura e di selezione degli aspetti più rischiosi, sono state fatte normalmente da esseri umani in maniera manuale, a seguito della valutazione di esperti e di ispezioni *in loco* sulle opere. Senonché, per il numero di opere da ispezionare e per il livello di approfondimento dei controlli richiesti, la situazione è tale che non si riesce più a operare. Non abbiamo un numero sufficiente di persone sufficientemente competenti per condurre questo tipo di attività a tappeto su un patrimonio che è enorme e molto frazionato dal punto di vista della gestione. Si parla, dunque, di fare ricorso alle tecnologie che, come ben sapete, sono in rapidissima espansione: siamo in una fase in cui non sappiamo esattamente dove si riuscirà ad arrivare, ma siamo già in grado di fare molte cose con tecnologie legate all'intelligenza artificiale, sia nel settore del *machine learning*, dell'apprendimento automatico – che però richiede grandi quantità di dati già raccolti per addestrare i sistemi – sia in quello dei sistemi esperti. Poco fa il professor Salvatore ha parlato di modelli predittivi sviluppati da esperti del settore: stiamo parlando della codifica della conoscenza degli esperti in algoritmi, che possono poi in qualche modo supportare il giudizio finale, che è bene che rimanga comunque affidato a un professionista, ma che può essere supportato da maggiori informazioni raccolte e processate più efficientemente.

Ci sono alcuni problemi classici che l'*AI Act* ha evidenziato. Ci sono, ad esempio, problemi di *privacy*, perché si vuole controllare il traffico, ma non sapere i numeri di targa di chi è passato su un ponte. Ci sono poi problemi abbastanza grandi di fiducia da parte di tutti gli *stakeholder* sui risultati di questa attività che verrà largamente appaltata a sistemi automatici, supervisionati da professionisti ma con tanto lavoro fatto in automatico. Per stabilire un clima di fiducia, sia degli attori economici (concessionari, tecnici, imprese che eseguono i lavori), sia di quelli sociali (il cittadino che passa in macchina sul ponte e vuole essere sicuro che tutto sia stato fatto a regola d'arte), ci sono alcune caratteristiche che non sono così comuni ai sistemi d'intelligenza artificiale, il cui sviluppo va in qualche modo incoraggiato, eventualmente anche con altre linee guida e con buone pratiche: penso, ad esempio, alla spiegabilità dei risultati op-

pure alla tracciabilità, sia degli algoritmi che hanno preso delle decisioni, sia dei dati utilizzati per addestrare gli algoritmi.

Perché sia possibile in qualche modo validare o certificare una decisione che è stata in tutto o in parte condizionata dai risultati di un sistema automatico, deve essere possibile ricostruire esattamente in base a quali dati essa è stata presa. Questo vuol dire, in pratica, creare degli obblighi di deposito e di conoscibilità. Abbiamo tecnologie per questo tipo di operazioni, anche se non sono di uso frequente. Si tratta di un settore che sta conoscendo uno sviluppo abbastanza rapido, di cui si stanno occupando tutti, nel senso che tutti i *big player*, anche quelli internazionali che poi realizzano questi sistemi, stanno investendo su questo, vale a dire sulla possibilità di ricostruire perché un sistema di intelligenza artificiale ha preso una determinata decisione in un momento determinato e con certi dati. Questo è certamente un settore nel quale investire.

Un'altra criticità sta nel fatto che tutto l'apparato *software* intorno alle infrastrutture diventa un facile bersaglio per attacchi malevoli. Qui interviene tutto il discorso sulla cybersicurezza, che è delicato. Sappiamo sicuramente fare alcune cose, ma sappiamo anche che in realtà non riusciamo a difenderci sempre e comunque da possibili attacchi. Un tempo gli attacchi sarebbero stati per lo più di natura economica; ora c'è anche il rischio geopolitico che, ahimé, è più esteso: far saltare la rete di controllo delle infrastrutture di un Paese è certamente un *soft target*, vale a dire un attacco facile. I due aspetti dell'affidabilità e della sicurezza, dunque, vanno tenuti sotto speciale osservazione.

SALVATORE. Se posso, Presidente, vorrei aggiungere una nota-zione che, secondo me, è importante. Se consideriamo il sistema difettologico, banalmente ci sono i difetti che si possono visivamente rilevare su un ponte; ci sono poi anche quelli occulti, ma ci vorrebbe molto più tempo per parlarne. È chiaro che i sistemi devono essere allenati e la loro bontà, visto che adesso si stanno sviluppando e diffondendo in maniera molto estesa, dipende dall'allenatore: alla fine sono algoritmi alla portata di tutti, nel senso che tutti possono utilizzarli facilmente. Tuttavia, un conto è essere un allenatore come Inzaghi o Allegri – giusto per fare un esempio calcistico – altro è essere un allenatore come Lino Banfi: è chiaro che il risultato, dal punto di vista dell'affidabilità, è molto diverso. Quello che rilevo è che, essendo un mercato in rapida espansione, spesso e volentieri l'allenatore non è affidabile quanto dovrebbe affinché si arrivi a dei sistemi di previsione evolutiva o di riconoscimento dei difetti che possano dare un'affidabilità sufficiente: questo, secondo me, deve essere messo assolutamente in conto.

Per quanto riguarda la sicurezza informatica, credo che sia importantissima. Come consorzio abbiamo dati relativi a migliaia di ponti in Italia, che trasferiamo in maniera anche un po' leggera, se

vogliamo, come direbbe il professor Gervasi, perché come ingegneri civili siamo abbastanza crudi. Effettivamente, però, la conoscenza dello stato delle opere può essere un fattore critico, sia per i motivi che sono stati appena accennati dal professor Gervasi, sia per un banale motivo di sensibilità dell'opinione pubblica, perché chiaramente il gestore ha una conoscenza importante delle opere e poi fa una sua programmazione degli interventi in funzione dei tempi e delle risorse umane, temporali, economiche e delle necessità effettive. In alcuni casi trapelano delle informazioni incontrollate, che poi alla fine non erano veritiere, che possono determinare conseguenze a livello di opinione pubblica ma anche influenzare l'economia di un territorio: la notizia che un ponte o un'infrastruttura sta male, ad esempio, può portare a decidere di non recarsi in un certo luogo. Queste informazioni quindi sono critiche per tanti motivi e forse una piattaforma che sia affidabile, anche da un punto di vista della sicurezza dell'informazione, sarebbe necessaria.

PRESIDENTE. La ringrazio. Do ora la parola al professor Cisternino.

CISTERNINO. Signor Presidente, è già stato detto molto. Vorrei limitarmi dunque ad alcune rapide considerazioni su una linea che stiamo seguendo, anche facendo ricorso ai nuovi modelli di IA generativa, che oggi evidentemente non si può non menzionare, soprattutto per cercare di riconciliare da una parte la questione archivistica che il professore Salvatore ha menzionato; stiamo parlando di opere che durano nel tempo e, spesso, diventa difficile garantire le relative documentazioni, che sono quasi sempre molto corpose, oggi immense, per cui diventa complicato districarsi. In questo senso potrebbe sicuramente aiutare l'uso di tecniche e di analisi testuale, che oggi sono possibili utilizzando i *large language models* per indicizzare, cercare e magari verificare in modo più o meno automatico. Come diceva il professor Gervasi, c'è la questione di capire perché è stata fatta una certa valutazione; si tratta però almeno di andare a cercare, per esempio, i potenziali punti di divergenza tra la documentazione consegnata e i rilievi fatti per le manutenzioni, perché ciò può aiutare anche a indirizzare e a capire quanto è stato dichiarato rispetto a quanto poi è stato effettivamente attuato.

Sicuramente oggi l'impiego dei sistemi basati sull'intelligenza artificiale non vuol dire solo usare il modello, ma costruire basi di conoscenza in cui le informazioni vengono « affettate », in modo tale che siano poi ricercabili in modo efficace. Oggi ci si sta concentrando prevalentemente sul dare grandi documenti in formato pdf, finendo per ottenere poco più che riassunti molto imprecisi. Presso il nostro ateneo, invece, stiamo facendo esperienza su aspetti regolamentari, indicizzando regolamenti e cercando di dare risposte precise e motivate con il riferimento al contesto, peraltro con buoni risultati.

Un'altra linea che ritengo sia promettente proprio per la corposità di documenti è quella di chiedere a questi modelli di riassumere informazioni, così da avere prospetti che, pur non essendo magari interamente affidabili, possono aiutare comunque l'operatore a essere più efficace nel controllo dei grandi numeri.

SALVATORE. Se mi consente, Presidente, vorrei precisare che, con riguardo alla conservazione delle informazioni, c'è una criticità. In passato c'era l'analogico spinto, con il progetto dell'ingegnere fatto sui lucidi – così faceva mio padre quando ero piccolo – e poi sull'elicopia. C'erano inoltre degli archivi cartacei ben organizzati, almeno fino ad un certo punto, dopodiché gli archivi presso le amministrazioni sono andati spesso dispersi o comunque non sono stati ben conservati; non è stato così dappertutto, ma ci sono molti esempi in tal senso. Con la digitalizzazione e l'utilizzo diffuso dell'analisi strutturale o tramite calcolatore, si è perso in qualche modo l'uso di conservare le informazioni: ciò ha comportato che negli ultimi anni molte progettazioni o comunque molti interventi anche importanti non siano stati conservati in maniera dignitosa. Il risultato di tutto questo ovviamente è stata la perdita della memoria storica. Nel momento in cui oggi si sta facendo uno sforzo importante per la sicurezza delle infrastrutture, anche attraverso tutta una serie di nuove tecnologie in fase di sviluppo, è essenziale, a mio avviso, la conservazione delle informazioni: pensiamo a tutto quello che si sta sviluppando a livello di monitoraggio delle opere. Il Governo con il PNRR ha finanziato il monitoraggio di migliaia di ponti. Ognuno procede secondo protocolli che sono in qualche modo suoi, perché ogni gestore ha il suo fornitore, è giusto che sia così, e avrà il suo protocollo. La sintesi di quell'informazione, però, è importantissima e secondo me dovrebbe essere proprietà dello Stato, visto che le infrastrutture sono dello Stato. Lo Stato dovrebbe garantirsi in qualche modo la conoscenza della sintesi delle informazioni, che possono essere poi usate per tante cose, anche per sviluppi di intelligenza artificiale. Bisognerebbe quindi riuscire a raccogliere dalle ispezioni, dai monitoraggi, da tutti gli interventi che si stanno facendo, la sintesi delle informazioni a livello centrale per poter avere alla fine un patrimonio di conoscenza dell'infrastruttura che da questo punto di vista è impagabile.

PRESIDENTE. Grazie mille. Vista l'ora, non mi attarderò nel fare tutte le domande che vorrei. Considerato peraltro che è stata già trasmessa alla Commissione una memoria, che inseriremo agli atti e utilizzeremo sicuramente per la relazione finale, mi limito a formulare dunque un solo quesito, al quale magari potrete anche rispondere per iscritto successivamente, se al momento è troppo oneroso anche per voi in termini di tempo.

Abbiamo ascoltato in varie audizioni e in vari interventi pubblici che stiamo arrivando ad un periodo molto delicato e complesso a

causa dell'avvicinamento al fine vita – almeno secondo quanto dichiarato in origine – di molte delle opere infrastrutturali in calcestruzzo realizzate in un periodo specifico della storia del nostro Paese. Considerato tutto quello che ci avete raccontato, sia per quanto attiene al discorso strutturale, sia con riguardo alla necessità di un controllo che utilizzi anche la tecnologia, poiché le competenze per un controllo di un così vasto numero di opere sarebbero complesse, vorrei capire se esiste questa problematica e se stiamo andando verso un periodo in cui si porrà in maniera più intensa; sarebbe anche utile comprendere quale supporto al riguardo potrebbe venire eventualmente dalla tecnologia.

SALVATORE. La questione riguarda sicuramente le opere in calcestruzzo, ma secondo me è anche più ampia. Si parla delle opere in calcestruzzo per via della ricostruzione del dopoguerra, che ha necessitato una rapida realizzazione delle opere infrastrutturali che servivano per far funzionare il Paese. Questo ha fatto sì che nel dopoguerra, negli anni Sessanta e fino agli anni Settanta sia stata realizzata la maggior parte delle opere infrastrutturali che abbiamo oggi. Moltissimi ponti di calcestruzzo armato precompresso sono stati realizzati in quel periodo. Dovete sapere, peraltro, che nell'immediato dopoguerra – io non c'ero, lo ipotizzo – forse anche per favorire la ricostruzione, i carichi da traffico che si imponevano ai ponti erano leggermente più bassi; subito dopo sono stati rialzati da una successiva circolare negli anni Sessanta. Ci ritroviamo quindi con ponti realizzati abbastanza in fretta e per una capacità di carico leggermente inferiore, il che non rileva solo sulla sicurezza, ma anche sulla durabilità, perché chiaramente influisce tutto. Se consideriamo che la durata media di vita delle opere è di 50-60 anni, nel 2024 alcune hanno quasi 60 anni o anche di più, per cui sono evidentemente a fine vita, considerando anche il fatto che di manutenzione se ne è fatta poca. Prima ho parlato di vita utile: dovete pensare alla vita di un'opera come ad una curva, nel senso che la capacità dell'opera cala nel tempo a causa dell'invecchiamento, che purtroppo interessa anche noi; c'è poi invece la curva della domanda, che può aumentare. Pensiamo al traffico: agli inizi del Novecento, il traffico era quello delle carrozze, oggi c'è il trasporto eccezionale di 70-100 tonnellate, cioè parliamo di ordini di grandezza assolutamente diversi. È chiaro che tutto questo sistema comporta che l'opera progressivamente perda capacità e a un certo punto vada fuori servizio. Che cosa avremmo dovuto fare? Avremmo dovuto organizzare un sistema di manutenzioni ordinarie e straordinarie periodiche e programmate che in qualche modo, pur non potendo riportare la capacità ai livelli originali, allungassero comunque la vita dell'opera. Non lo abbiamo fatto, o lo abbiamo fatto in misura limitata – non voglio essere drastico – per tutti i problemi che conosciamo e che è inutile nascondere; qualcuno lo ha fatto di più, qualcuno di meno; il risultato

è che molte opere arrivano adesso a fine vita o ad uno stato per cui la manutenzione o un intervento di messa in sicurezza non sono più convenienti rispetto alla demolizione e ricostruzione, e di questo bisogna tenere conto. Molti gestori sono arrivati al punto di dire che non è più conveniente mantenere un certo ponte o metterlo in sicurezza, ma è più conveniente demolirlo e ricostruirlo, il che però poi ha un impatto rilevantissimo sul traffico, per cui bisogna considerare tutto insieme.

I problemi da questo punto di vista sono enormi. Per i ponti in cemento armato e in cemento armato ordinario i difetti sono visibili e riconoscibili e si può migliorare certamente la possibilità di ottimizzare l'impiego delle risorse. Molti altri ponti, tipo quelli in pre-compresso o precompresso a cavi scorrevoli, che hanno l'armatura che corre all'interno di guaine, spesso e volentieri non ben iniettate, hanno dei problemi di corrosione rilevanti che però sono occulti. Nasce quindi il problema di capire come controllare tutta una popolazione di difetti occulti dei quali non si conosce la grandezza. Si pensi, ad esempio, ad un ponte con campate a travi parallele, magari con cinque travi per campata: nel caso di 30 campate, si parlerebbe di 150 travi, che chiaramente non si possono controllare, né demolire tutte per capire se stanno bene o male. Bisogna capire dunque come controllare e stabilire quale campione diventa rappresentativo dell'intera popolazione, che tuttavia non si conosce. È un problema rispetto al quale stiamo cercando di capire come fare per arrivare ad eseguire controlli che siano affidabili su questo tipo di strutture. Man mano che i controlli vengono fatti, si acquisisce conoscenza e si mettono a sistema i dati, attraverso l'analisi dei quali è possibile migliorare le tecniche di controllo dei ponti; in ogni caso, si tratta di problemi enormi.

Tengo a precisare che non c'è comunque solo il discorso strutturale. Ho parlato prima dei problemi idrogeologici, che sono stati trascurati perché tutti si concentrano sul fatto di essere proprietari della struttura, magari gestita da altri enti, e non dell'ambiente circostante. Mettere quindi d'accordo gli enti per monitorare un eventuale rischio di frana oppure per controllare il fenomeno idraulico diventa veramente difficile e spesso ciò ha comportato ritardi da questo punto di vista. Non abbiamo sviluppato neppure una cultura sul piano del rischio idrogeologico dell'infrastruttura stessa, ad eccezione delle ferrovie: mentre per quanto riguarda le strade ci si accorge della frana quando si verifica, per le ferrovie, oltre al problema del crollo, c'è anche quello dell'esercizio, perché una frana può creare problemi all'esercizio ferroviario, che può deviare il treno, per cui in ambito ferroviario si fa molta più attenzione a certi fenomeni rispetto al comparto stradale.

Tutto questo è un mondo nuovo che si sta sviluppando oggi, del quale conoscevamo l'esistenza, ma che non è stato mai così approfondito e che, secondo me, porterà certamente a sviluppare in futuro

conoscenze e tecnologie che sinora non sono state utilizzate nell'ingegneria civile.

PRESIDENTE. Vi ringrazio. La complessità del tema è evidente, ma a noi serve comprendere il problema. Se voleste fornirci eventuali proposte al legislatore su come intervenire per aiutare a supportare, per noi sarebbe utile per il prosieguo dei lavori.

Non essendoci altre richieste di intervento, ringrazio nuovamente i rappresentanti dell'Università di Pisa per il contributo offerto ai nostri lavori e dichiaro conclusa l'audizione.

Rinvio il seguito dell'indagine conoscitiva in titolo ad altra seduta.

I lavori terminano alle ore 13.