



ALMA MATER STUDIORUM  
UNIVERSITÀ DI BOLOGNA

Su iniziativa del Senatore Antonio Salvatore Trevisi

## Sicurezza Trasformativa Prevenzione ed Innovazione in 4.0 e 5.0

*La sicurezza che evolve con la trasformazione digitale del lavoro*

In una fase in cui l'innovazione tecnologica e la sostenibilità stanno ridisegnando l'impresa e il lavoro, la sicurezza assume un ruolo nuovo e trasformativo: non più statico ma dinamico, adattivo e integrato nei processi industriali. La sicurezza trasformativa è in grado di evolvere con il contesto, rispondere ai cambiamenti organizzativi e tecnologici, e anticipare rischi emergenti in rispetto del caposaldo "umanocentrismo". È un approccio che unisce prevenzione, responsabilità e innovazione, mettendo al centro la persona, i dati e la cultura digitale.

21 ottobre 2025 | Ore 15:00-19:00 | Sala degli Atti Parlamentari presso Biblioteca del Senato "Giovanni Spadolini" Piazza della Minerva, 38 - Roma

### Saluti istituzionali

- On. Min. Antonio Tajani - Vicepresidente del Consiglio dei Ministri e Ministro degli Affari Esteri e della Cooperazione Internazionale
- On. Min. Adolfo Urso - Ministro delle Imprese e del Made in Italy
- On. Min. Maria Elena Calderone - Ministro del Lavoro e delle Politiche Sociali
- Sen. Maurizio Gaspari - Capogruppo di Forza Italia al Senato
- Sen. Antonio Salvatore Trevisi - Commissione VI Finanze e Tesoro
- Sen. Raffaele De Rosa - 3ª Commissione permanente (Affari esteri e difesa)
- On. Matteo Pirego di Cremona - Sottosegretario di Stato alla Difesa
- On. Walter Rizzetto - Presidente della XI Commissione Lavoro pubblico e privato

### Intervengono

- Marcello Fiori - Direttore Generale INAIL
- Paolo Carminati - Presidente di AIPQS - Associazione Italiana Formatori ed Operatori della Sicurezza sul Lavoro
- Francesco Senti - Presidente di AIAS - Associazione Italiana Ambiente e Sicurezza
- Marco Biasi - Professore Associato di Diritto del Lavoro presso l'Università degli Studi di Milano
- Andrea Rippini - Co-Founder, President & CEO di Kivitron
- Luca Pietrantoni - Ordinario di Psicologia del Lavoro e delle organizzazioni dell'Università statale di Bologna Alma Mater
- Fabio Gavino - Presidente della Commissione Sicurezza ed Igiene del Lavoro dell'Ordine degli Ingegneri della provincia di Milano
- Carlo Bizioletti - Fincertex, VP Group HSE, Real Estate and General Services
- Martin Orliedo - Direttore, Inevit Wellbeing, Health & Safety - Enlarged Europe
- Flavio De Nardis - Leonardo, Head of HSE & P&I Corporate

### Introduce

- Alberto Bertaglia - BCM Kivitron

### Moderano

- Rita Somma - Sociologa del lavoro esperta in H&S, Docente di medicina del lavoro, vice presidente AIPQS
- Laura Volpe - Resp. Marketing/Communication Paterson, Amministratrice Paterson Academy, Membro del direttivo di AIAS

79 in diretta e on demand

### In collaborazione con

Kivitron

L'accesso in sala - con abbigliamento canonico e per gli uomini obbligo di giacca e cravatta, è consentito fino al raggiungimento della capienza massima in caso di esaurimento dei posti in presenza. La conferenza potrà essere seguita in streaming sui canali ufficiali. Le opinioni e contenuti espressi nell'ambito dell'iniziativa sono nell'esclusiva responsabilità dei proponenti e dei relatori e non sono riconducibili in alcun modo al Senato della Repubblica o ad organi del Senato madrilatino.

Fattori umani,  
tecnologie emergenti  
e sicurezza industriale

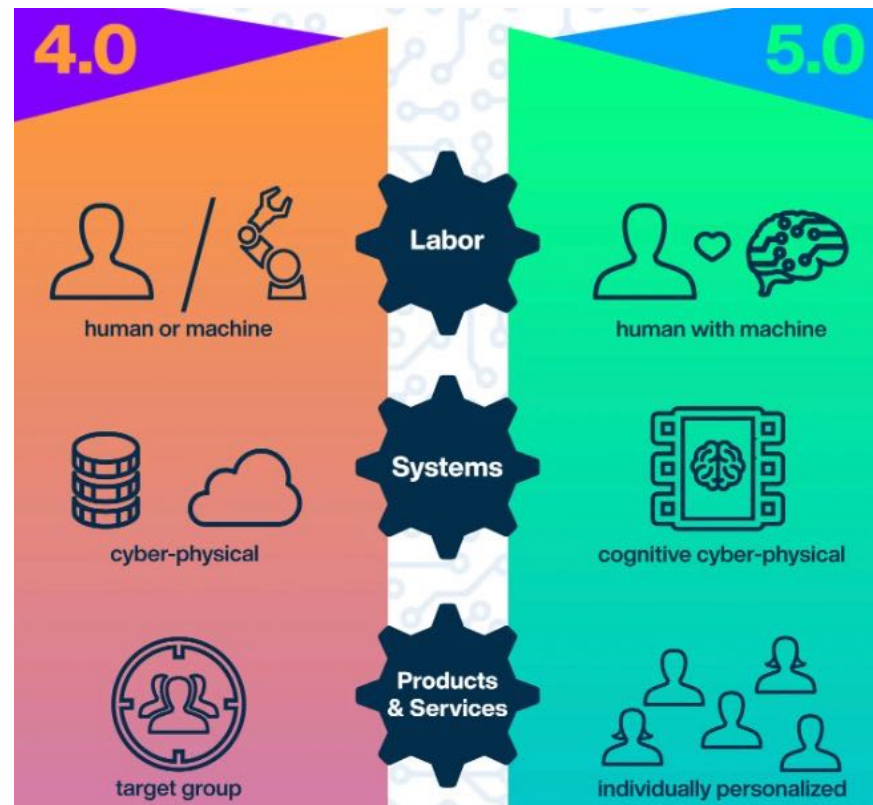
Prof. Luca Pietrantoni



## Antropocentrismo e industria 5.0



EC, 2023



ALMA MATER STUDIORUM  
UNIVERSITÀ DI BOLOGNA

...a **multidimensional** framework that places human needs, characteristics, motivation and experiences at the centre of **design, development, and implementation of technological solutions** and **organisational practices** that not only meet functional requirements but also enhance human well-being, capabilities, skills, and working conditions.



Through the realisation of human-centricity **values** can emerge at different levels

**Micro level**

e.g., worker empowerment and satisfaction

**Meso level**

e.g., employee retention and profitability

**Macro level**

e.g., improved quality of life and sustainable growth

## Applicazioni al concetto della Human-centricity nelle varie tecnologie abilitanti

TABLE I. HUMAN-CENTRICITY IN DIFFERENT TECHNOLOGIES.

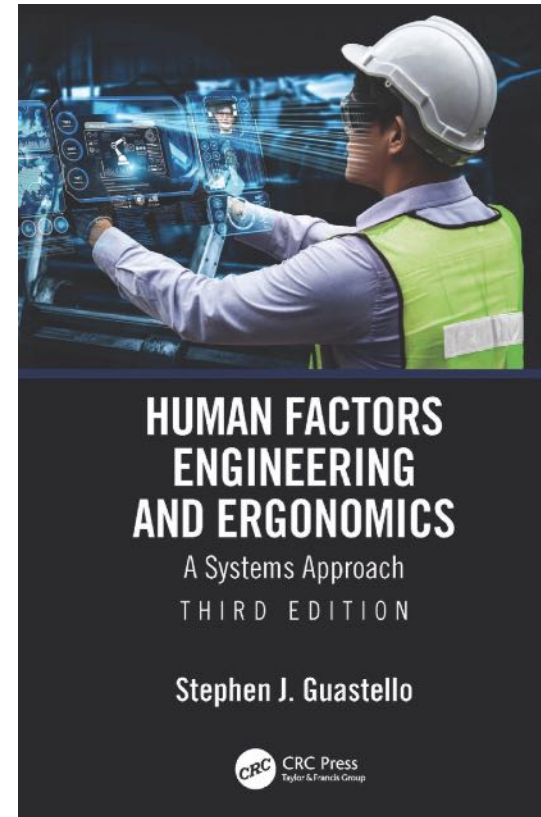
| Category of technologies                 | Application of Human-centricity                                                                                                                                                                                                                                                     |
|------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Automation                               | Adaptive automation<br>Automation control and monitoring<br>Reliability indication and trust calibration                                                                                                                                                                            |
| Robotics                                 | Cobots for safe collaboration<br>Robot learning by demonstration and learning by interaction<br>Human-Robot Teaming<br>Intuitive Robot programming                                                                                                                                  |
| Simulation and immersion                 | Digital Twin for real-time data integration and synchronisation<br>Digital Twin for human machine interaction simulation<br>Human Digital Twin<br>Extended Reality and holography                                                                                                   |
| AI & Machine Learning                    | Explainable Artificial Intelligence (XAI) for interactive support<br>XAI for model transparency<br>XAI for feature importance analysis<br>User modelling for behaviour prediction                                                                                                   |
| Industrial wearables and smart artefacts | Exoskeletons for physical support<br>Dedicated interaction devices (e.g., smart gloves) for augmented and seamless interaction                                                                                                                                                      |
| User Interface                           | Multimodal Human-Machine Interface for seamless interaction<br>Persuasive interfaces towards optimization on the shopfloor (e.g., just-in time prompts; visual cues)<br>Intuitive workplace interfaces<br>Situation awareness assistance systems<br>Adaptive conversational systems |
| Knowledge management                     | Data visualisation for decision support/data analysis and insights<br>Process visualisation for compliance/motivation/understanding<br>Contextual training, skill development and personal development                                                                              |



## Il contributo della ingegneria dei fattori umani

...aims to improve the design of products, equipment, and work environments **to enhance usability, reduce errors, and increase overall user satisfaction.**

Applying principles from psychology and engineering **to design safe, efficient, and comfortable systems for human use.**



Guastello, S. J. (2023). *Human factors engineering and ergonomics: A systems approach*. CRC Press.



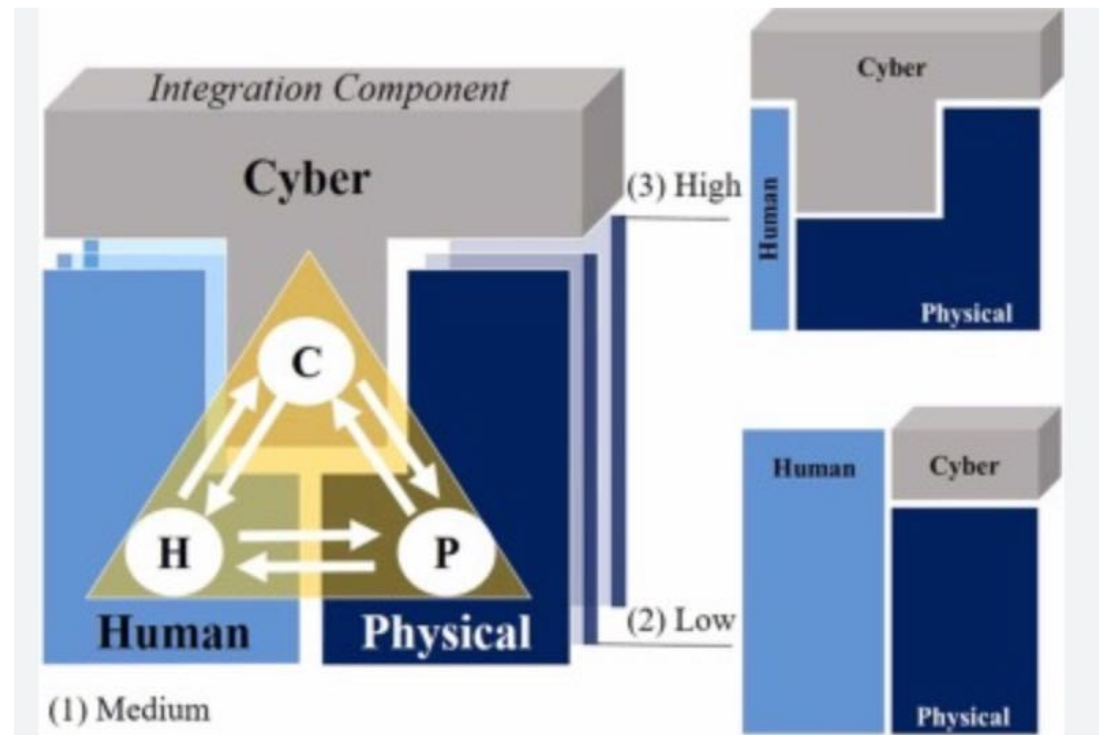
ALMA MATER STUDIORUM  
UNIVERSITÀ DI BOLOGNA

|                       |                                                                             |                                                                                                                                                                  |
|-----------------------|-----------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| human-in-the-loop     | controllo diretto                                                           | l'operatore ha un ruolo attivo e diretto nel processo decisionale, intervenendo in tempo reale nelle operazioni del sistema                                      |
| human-on-the-loop     | supervisione, monitoraggio e intervento                                     | l'operatore supervisiona il sistema automatizzato, monitora le prestazioni e interviene quando necessario o in caso di anomalie                                  |
| human-over-the-loop   | progettazione dei sistemi socio-tecnici, definizione strategia delle regole | l'operatore definisce gli obiettivi generali, le strategie e le regole del sistema, occupandosi della progettazione a livello macro                              |
| human-out-of-the-loop | stato cognitivo di perdita di capacità di intervento efficace               | l'operatore perde il contatto con il processo automatizzato e non è più in grado di intervenire efficacemente a causa della disconnessione cognitiva dal sistema |

## Sistemi cyber-fisici cognitivi

**CPS** = integrazione *fisico + digitale*

**CCPS** = integrazione *fisico + digitale + cognitivo*



## Rischio di esternalizzazione

### The case for human–AI interaction as system 0 thinking

 Check for updates

Since the boom in large language models, major technology corporations have launched products that aim to provide personalized intelligent systems that outsource various daily cognitive tasks. These systems are designed to rewrite and proofread texts, create original images, search across time for specific content and offer personalized assistance.

The rapid integration of these artificial intelligence (AI) tools into our daily lives is reshaping how we think and make decisions<sup>1</sup>.



One of the most pressing concerns is the potential erosion of our critical thinking and reasoning abilities. If we blindly trust the output of system 0 without questioning or scrutinizing it, we risk losing our ability to think independently and form our own judgments. This could lead to a dangerous form of intellectual complacency and a diminished capacity for innovation and creativity<sup>10</sup>.

In this view, system 0 introduces important ethical challenges:

- Decreased autonomy. To what extent

esternalizzazione cognitiva

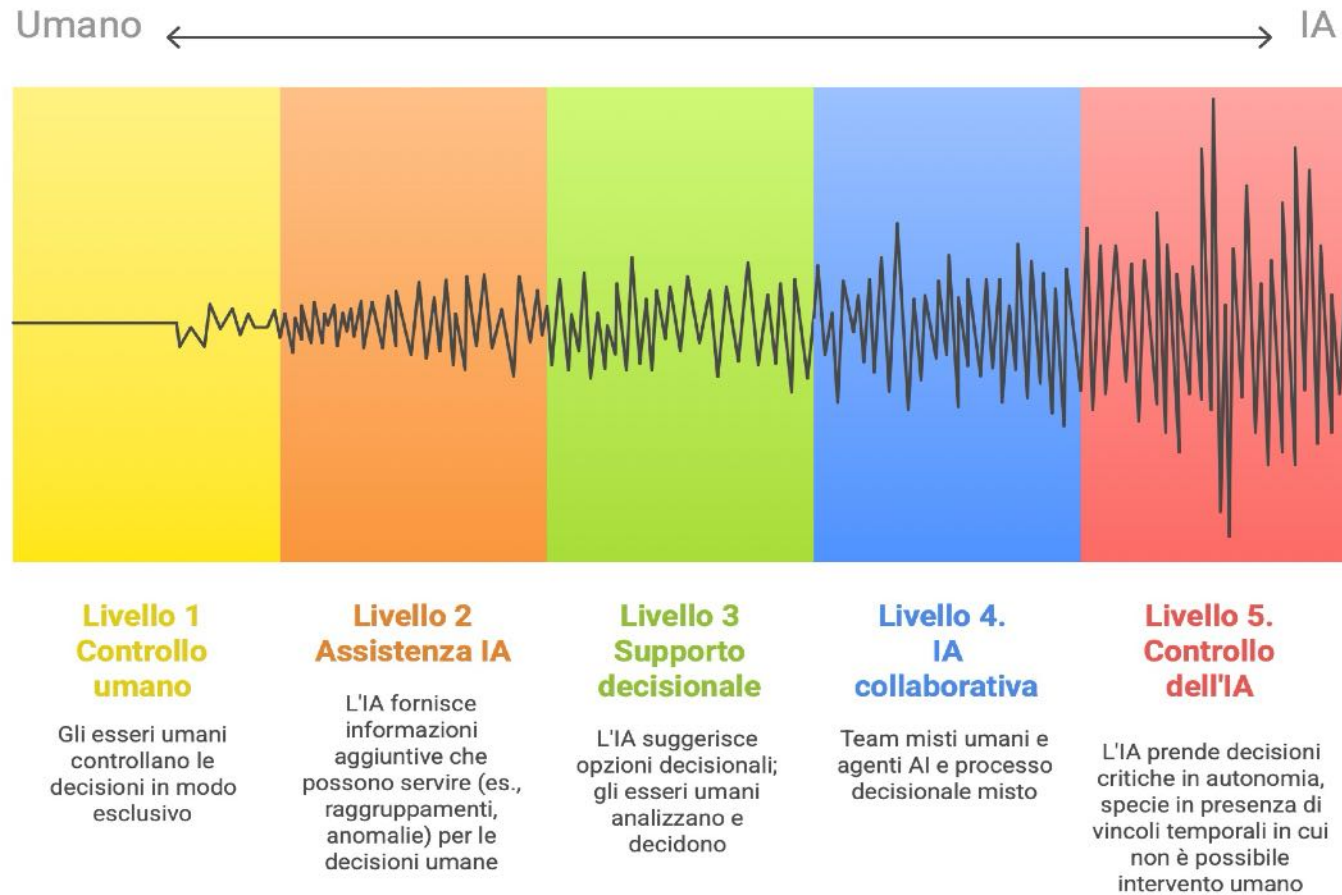
riduzione della memoria e delle capacità cognitive se ci affidiamo troppo a strumenti esterni

dipendenza eccessiva

perdita di autonomia nel pensiero critico

Chiriatti, M., Ganapini, M., Panai, E., Ubiali, M., & Riva, G. (2024). The case for human–AI interaction as system 0 thinking. *Nature Human Behaviour*, 8(10), 1829-1830.

## Dal controllo umano al controllo dell'IA



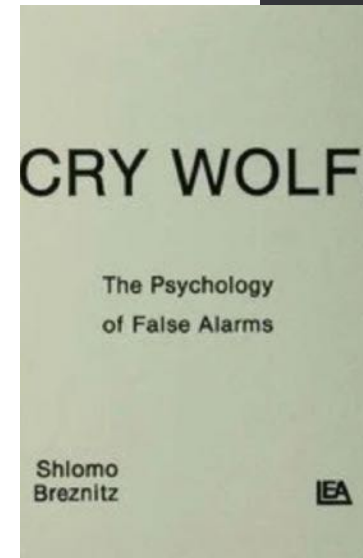
soluzioni tecnologiche di prevenzione intelligente  
(es., KIWITRON)

monitoraggio continuo dell'ambiente operativo e  
riduzione di rischi di potenziali collisioni tra persone e  
macchinari

rilevamento di comportamenti non sicuri (posture  
scorrette, presenza in zone pericolose, corretto uso di DPI)

sistemi che prevengono l'affaticamento da allarmi e che  
contrastano la «desensibilizzazione» > riduzione dei falsi  
positivi attraverso una “ritaratura dinamica delle soglie”

alert per tono, intensità e frequenza creati su misura per  
l'operatore umano

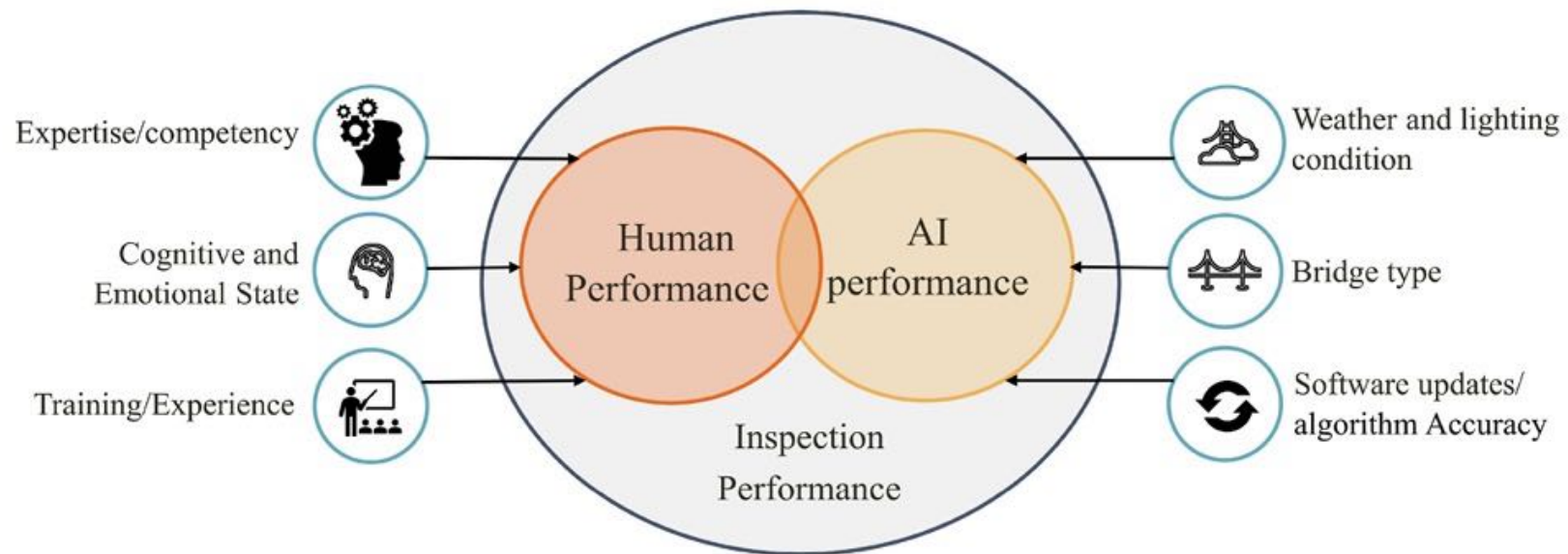


#### USING AI TO ADDRESS ALARM FATIGUE

September 20, 2024



## Sinergia umano-AI



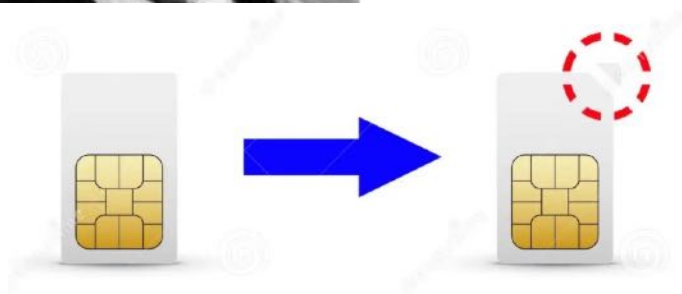
Dalilian, F., & Nembhard, D. (2024). Cognitive and behavioral markers for human detection error in AI-assisted bridge inspection. *Applied ergonomics*, 121, 104346.

## «Poka Yoke» digitale

Poka Yoke > sistema o meccanismo che aiuta a prevenire gli errori umani durante un processo, **rendendo impossibile commettere sbagli o permettendo di individuarli immediatamente.**



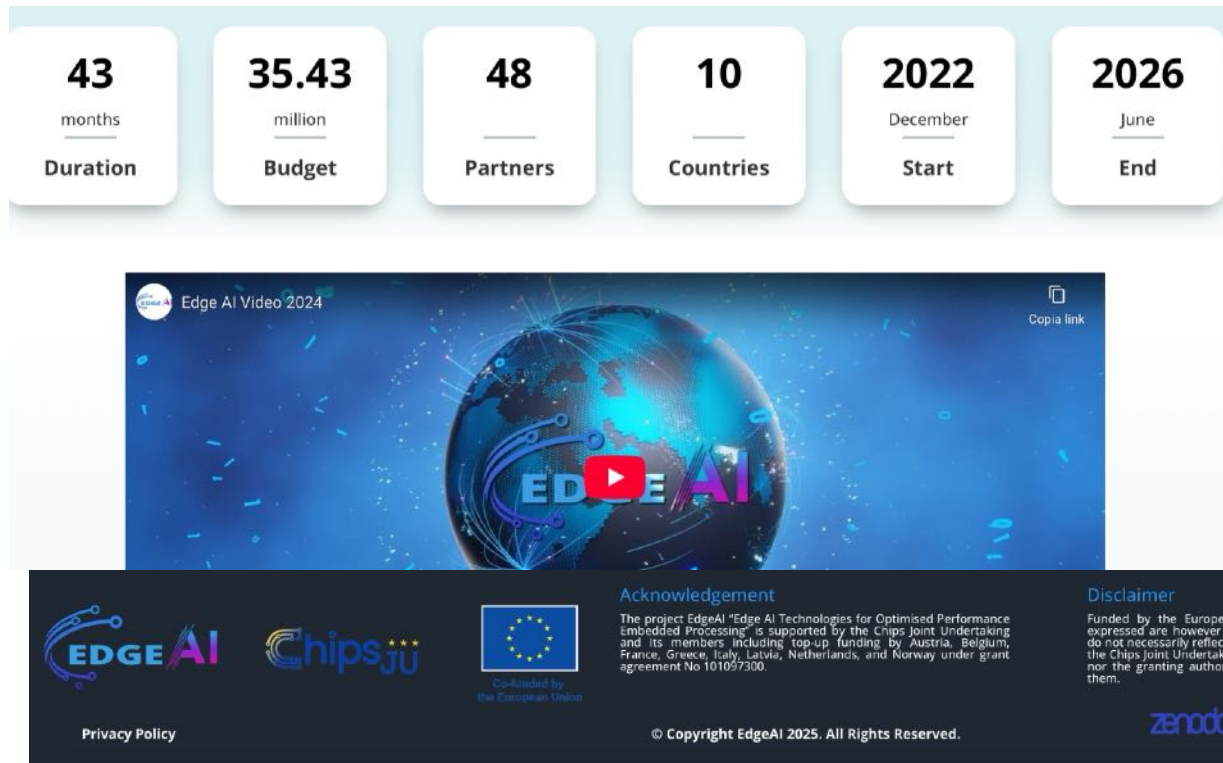
Shigeo shingo  
Ingeniero Industrial  
**1909 –1990**



Dall' «impedire fisicamente»  
l'errore umano

**al monitoraggio/feedback  
digitale  
in tempo reale**

## Progetto europeo Edge AI



Sensori Edge deep-learning riconoscono errori d'assemblaggio

Sistemi di **analytics** bloccano la sequenza di lavoro o inviano avvisi mirati

## Valutazione dell'impatto e dell'efficacia della formazione sulla sicurezza

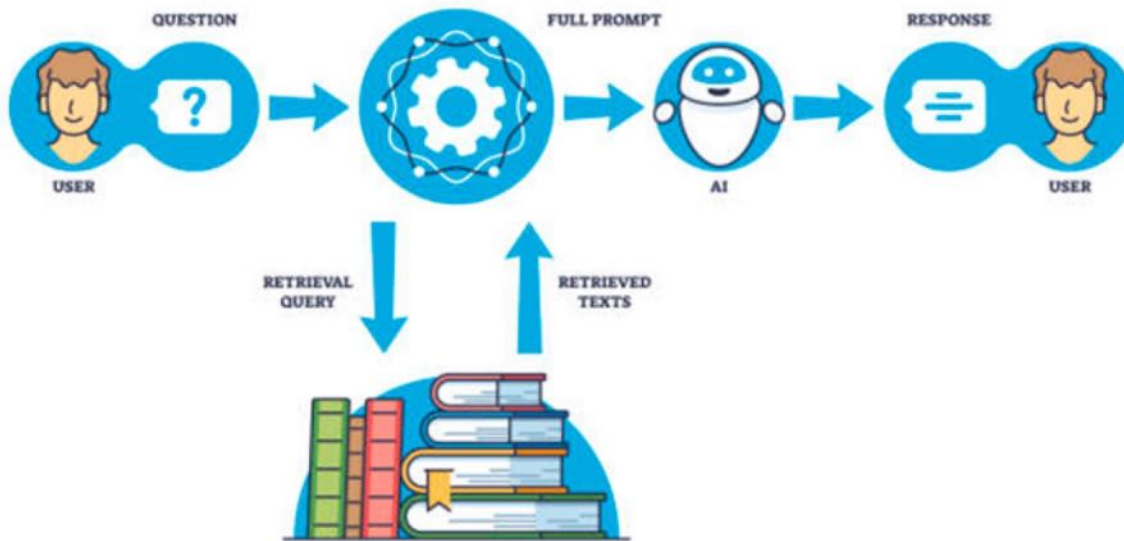


Modello di Kirkpatrick



ALMA MATER STUDIORUM  
UNIVERSITÀ DI BOLOGNA

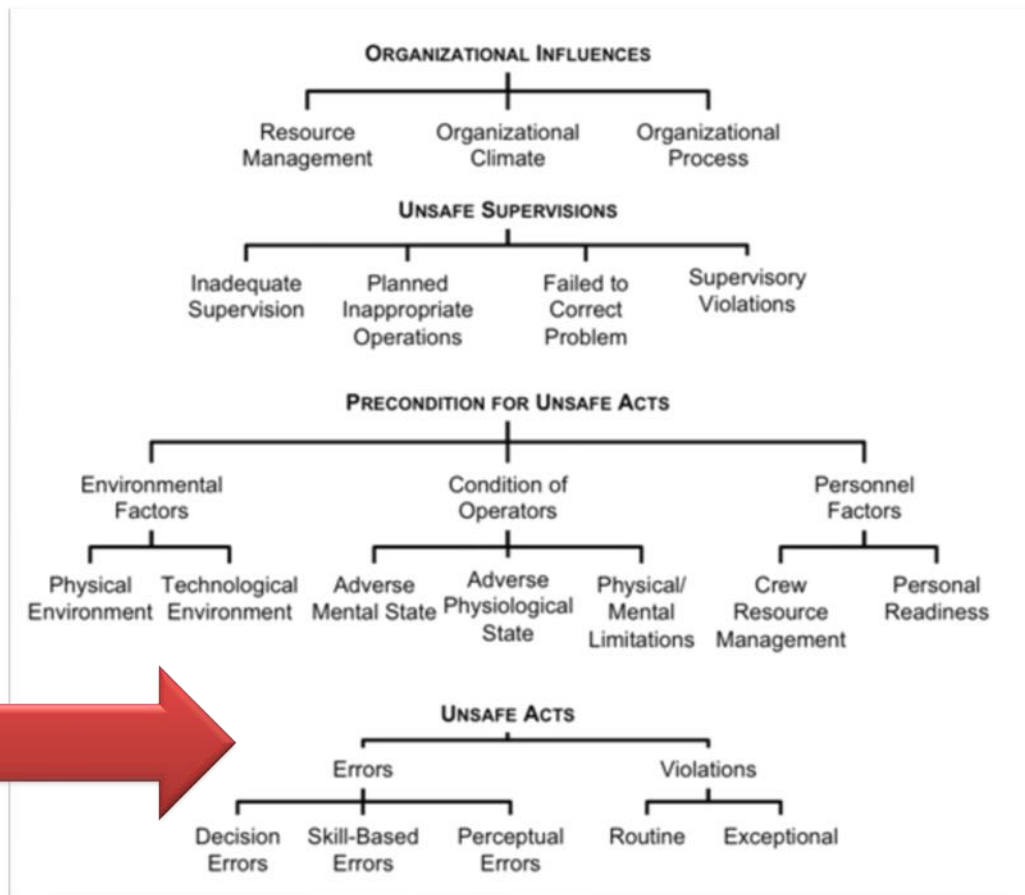
## RAG (Retrieval-Augmented Generation) e competenze sulla sicurezza



**Accesso «smart» alla  
documentazione tecnica e  
normativa**

(es., manuali o SOP  
sulla sicurezza lavorativa)

## Applicazione per analisi dei FOU (fattori umani e organizzativi) in incidenti ferroviari



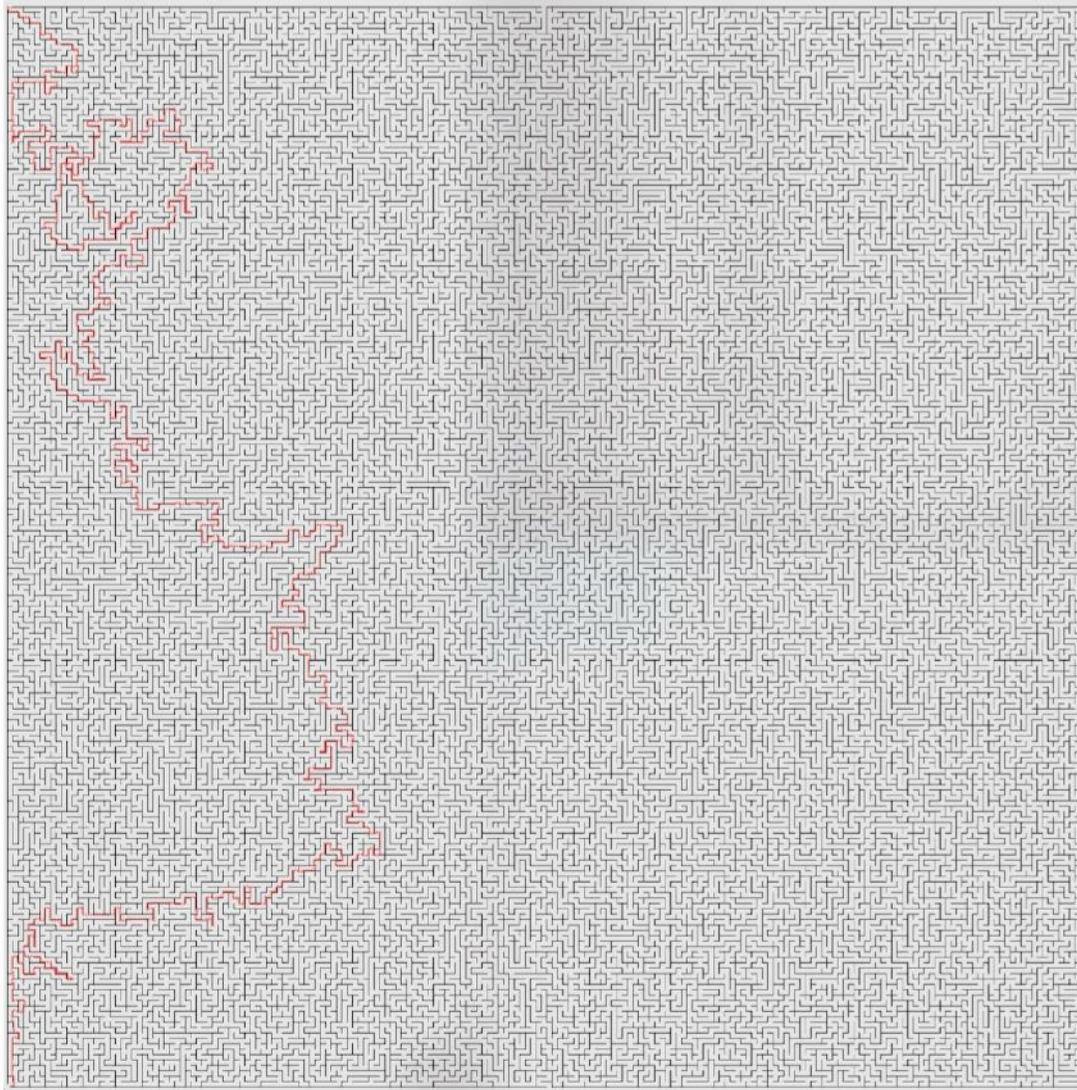
HFACS

Human Factors Analysis and Classification System

Progetto con SBB Cargo Italia



ALMA MATER STUDIORUM  
UNIVERSITÀ DI BOLOGNA



**Potenza computazionale dell'AI**  
Risoluzione di labirinti complessi in  
secondi

## Modelli di collaborazione umano-AI



Centaur, Greco-Roman mosaic from the Palace of Hadrian C2nd A.D.

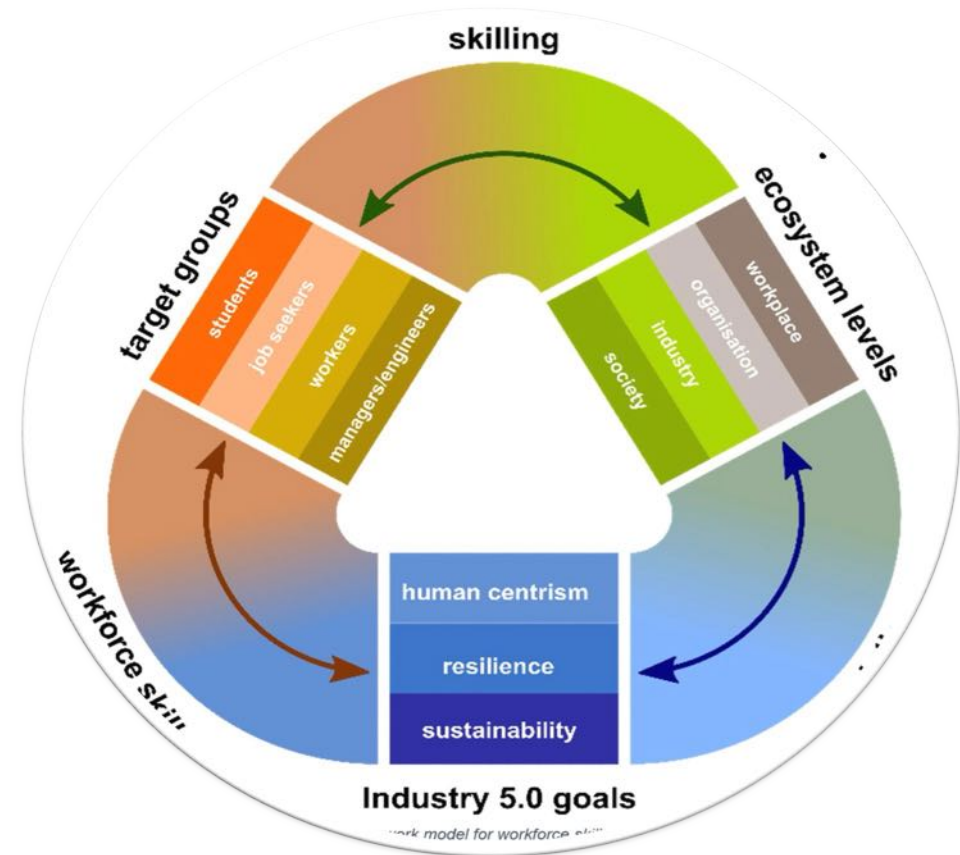
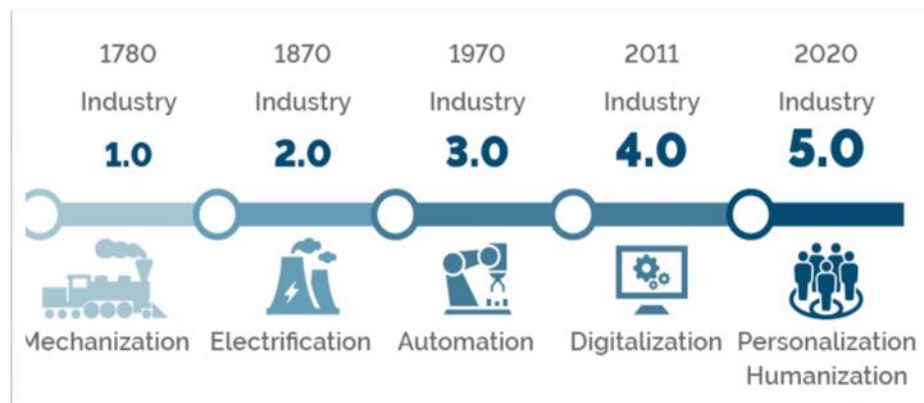
***Centaur*** are hybrid human-algorithm models combining both formal analytics and human intuition in a symbiotic manner within their learning and reasoning process.

Saghafian, S., & Idan, L., 2024



ALMA MATER STUDIORUM  
UNIVERSITÀ DI BOLOGNA

## Key aspects of Industry 5.0



EC, 2023

# TUPLES, l'intelligenza artificiale collabora con gli esseri umani

*L'obiettivo del progetto: creare soluzioni che combinino l'efficienza degli approcci basati sui dati con l'affidabilità dei metodi basati su modelli. Il tutto con un approccio human-centric*

In un contesto di rapida evoluzione tecnologica, l'uso dell'intelligenza artificiale si sta affermando come strategia organizzativa promettente per migliorare l'efficienza e l'ottimizzazione dei processi aziendali. La Commissione Europea ha investito in un progetto di ricerca e innovazione che intende trasformare il modo in cui le organizzazioni pianificano e programmano le loro attività.

Il progetto TUPLES (TrUstworthy Planning and scheduling with Learning and ExplanationS), finanziato dal programma Horizon Europe nel Cluster "Digital, Industry and Space", si propone di realizzare sistemi di Planning e Scheduling affidabili, sicuri, robusti, comprensibili ed efficienti.

In particolare, il sotto-programma sullo sviluppo "Human-centred" delle tecnologie digitali e industriali si focalizza sullo sviluppo di sistemi di Intelligenza Artificiale che supportino, piuttosto che sostituiscano, le capacità umane e migliorino l'interazione umano-macchina e la collaborazione tra esseri umani e sistemi AI. Il progetto TUPLES è coordinato da ANITI (Artificial and Natural Intelligence Toulouse Institute), un istituto di ricer-



BelugaXL First Flight. Credit: Airbus. Foto: JB. Accariez

ca di Tolosa, in Francia, specializzato in intelligenza artificiale. Il progetto riunisce le competenze di quattro partner universitari (ANITI, Università di Bologna, KU LEUVEN, Università del Saarland) e tre partner industriali: Airbus, azienda leader nel settore aeronautico, Optit, PMI innovativa nata come spin-off di UNIBO che sviluppa soluzioni a supporto delle

decisioni usando Artificial Intelligence, Data Science e Advanced analytics e SciSports, azienda olandese che valorizza i dati di performance dei giocatori per fornire strumenti innovativi per la gestione delle società sportive.

Avviato nell'ottobre del 2022 e con una durata prevista fino a settembre 2025, TUPLES persegue l'obiettivo di creare soluzioni che combinino l'efficienza e l'affidabilità degli approcci basati sui dati con l'affidabilità dei metodi basati su modelli. Infatti, le metodologie attuali di pianificazione e programmazione dei task nelle aziende, siano esse basate su modelli o guidate dai dati, non ispirano sufficiente fiducia per una loro adozione su larga scala e per ottenere l'impatto desiderato. I metodi basati su modelli peccano di efficienza e adattabilità in situazioni non previste, mentre quelli guidati dai dati mancano di trasparenza, robustezza e garanzie di sicurezza. TUPLES si propone di affrontare queste sfide sviluppando nuovi approcci ibridi, progettando metodi per verificarne la sicurezza e la robustezza, offrendo spiegazioni comprensibili delle soluzioni prodotte.

"TUPLES rappresenta un elemento di novità nel modo in cui affrontiamo la pianificazione e la programmazione delle attività nelle organizzazioni," afferma il prof. Michele Lombardi, coordinatore del progetto presso l'Università di Bologna. "Il nostro obiettivo è creare strumenti di AI controllabili e robusti, trasparenti in termini di capacità e limitazioni, ed applicabili a processi decisionali industriali su ampia scala: la combinazione di approcci basati su modelli e su dati offre potenzialità uniche da questo punto di vista".

Uno degli obiettivi principali che TUPLES si propone di affrontare è risolvere alcune sfide negli attuali metodi di intelligenza artificiale per la pianificazione e la programmazione che, nonostante il loro potenziale, non hanno ancora raggiunto un livello di adozione nelle organizzazioni.

"L'interpretabilità e la comprensibilità dei sistemi AI è fondamentale per aumentare la fiducia dell'utilizzatore - spiega Michele Lombardi - Stiamo lavorando per creare sistemi di intelligenza artificiale che non solo sapranno fornire soluzioni ottimali, ma che saranno anche in grado di spiegare il loro ragionamento in modo comprensibile agli utenti umani".

L'opacità degli algoritmi e l'effetto "scatola nera" rappresentano ostacoli significativi all'integrazione efficace dell'AI nei contesti organizzativi.

TUPLES si distingue quindi per il suo approccio integrato e human-centric. Nel panorama della Industria 5.0, il concetto di "human-centricity" rappresenta un framework multidimensionale che pone i bisogni, le caratteristiche, le motivazioni

e le esperienze umane al centro della progettazione, dello sviluppo e dell'implementazione di soluzioni tecnologiche e pratiche organizzative. Questo approccio non solo soddisfa i requisiti funzionali, ma migliora anche le capacità, le competenze e le condizioni di lavoro.

Il progetto non si limita a sviluppare algoritmi avanzati, ma si concentra anche su come questi possano essere integrati efficacemente nei processi aziendali esistenti, migliorando la collaborazione tra management e tecnologie.

"Non stiamo cercando di sostituire il decision-making umano," chiarisce il prof. Luca Pietrantoni dell'Università di Bologna, Professore ordinario di Psicologia delle organizzazioni. "Il nostro obiettivo è potenziare le competenze e capacità dei professionisti, fornendo loro strumenti che li aiutino a prendere decisioni più informate, veloci ed efficienti. La tecnologia è in grado di amplificare le prestazioni lavorative (augmented work) e possiamo insieme ridurre il rischio di deterioramento della abilità con programmi aziendali di formazione e upskilling".

Questo approccio si riflette nella composizione del consorzio del progetto TUPLES, che include non solo esperti dell'AI e informatica, ma anche esperti di fattori umani e organizzativi.

Per dimostrare la versatilità e l'efficacia delle soluzioni sviluppate, il team dell'Università di Bologna sta conducendo studi in collaborazione con Airbus, primo produttore al mondo di aerei civili, per ottimizzare il Planning & Scheduling nella gestione di situazioni complesse, ad

esempio quelle di scenari futuri con un assistente AI al servizio dei piloti, mentre con Optit vengono sviluppati modelli innovativi dedicati alla gestione delle raccolte dei rifiuti o di sistemi multi-energia da parte delle aziende multi-utility.

Gli esperti di fattori umani ed ergonomia cognitiva stanno esplorando la User Experience dei pianificatori nell'interazione con i sistemi AI, in particolare focalizzandosi su user requirements, carico di lavoro cognitivo, fiducia e accettazione, al fine di ridurre il rischio di "misuse" di modelli AI e promuovere una fiducia nei sistemi.

"Questi casi di studio ci permettono di testare le nostre soluzioni in contesti reali e diversificati," spiega Luca Pietrantoni. "Ci aspettiamo di vedere miglioramenti significativi in termini di efficienza operativa e qualità decisionale, in particolare sull'assegnazione dei task ai team di lavoro o la gestione dei task cosiddetti "preemptive", quelle attività critiche che hanno la priorità su altre e devono essere completate prima che il lavoro possa procedere in modo sicuro".

L'integrazione di tecnologie avanzate di AI in processi aziendali consolidati richiede non solo innovazione tecnologica, ma anche un cambiamento culturale all'interno delle organizzazioni.

Il progetto TUPLES è determinato a sostenere le industrie coinvolte nel ridefinire il ruolo dell'intelligenza artificiale nei processi decisionali organizzativi, aprendo la strada a nuove forme di collaborazione tra esseri umani e sistemi di AI.



**Scenari**

Finestra 121 - Via dell'Industria 1, 40139 Bologna  
Servizi editoriali e comunicazione  
al servizio del cliente - Sede 24 ORE  
COPPIRE

**Media Partner**

Stylus - Via dell'Industria 1, 40139 Bologna  
Servizi editoriali e comunicazione  
al servizio del cliente - Sede 24 ORE  
COPPIRE

**Contatto commerciale per la comunicazione su questo iniziativa**

Stylus - Via dell'Industria 1, 40139 Bologna  
Servizi editoriali e comunicazione  
al servizio del cliente - Sede 24 ORE  
COPPIRE



ALMA MATER STUDIORUM  
UNIVERSITÀ DI BOLOGNA

## Digital twin di umani e di interazioni operatori ambienti operativi

Repliche virtuali di lavoratori e ambienti di lavoro per simulare scenari rischiosi senza esporre persone reali.

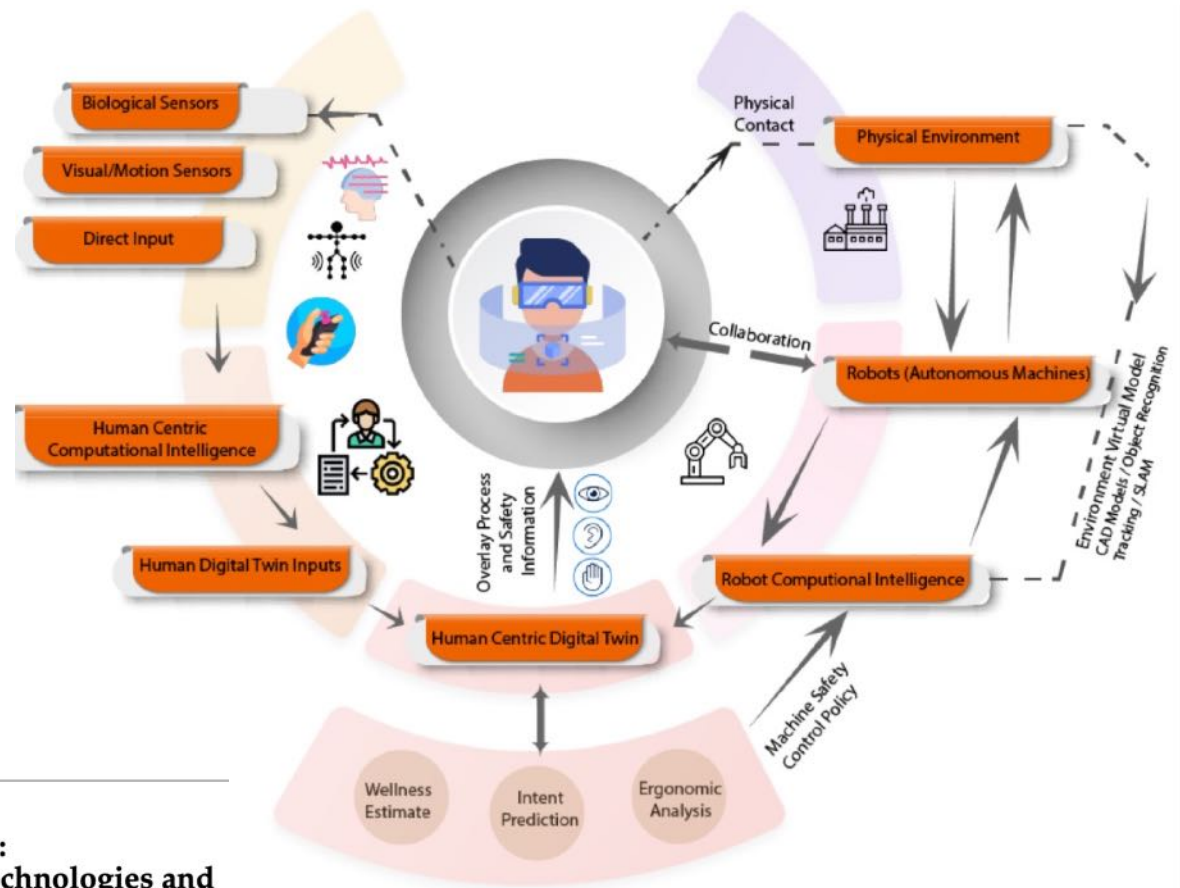
Possibile testare modifiche ai processi, nuovi layout o procedure prima dell'implementazione, identificando potenziali pericoli in fase di pianificazione.



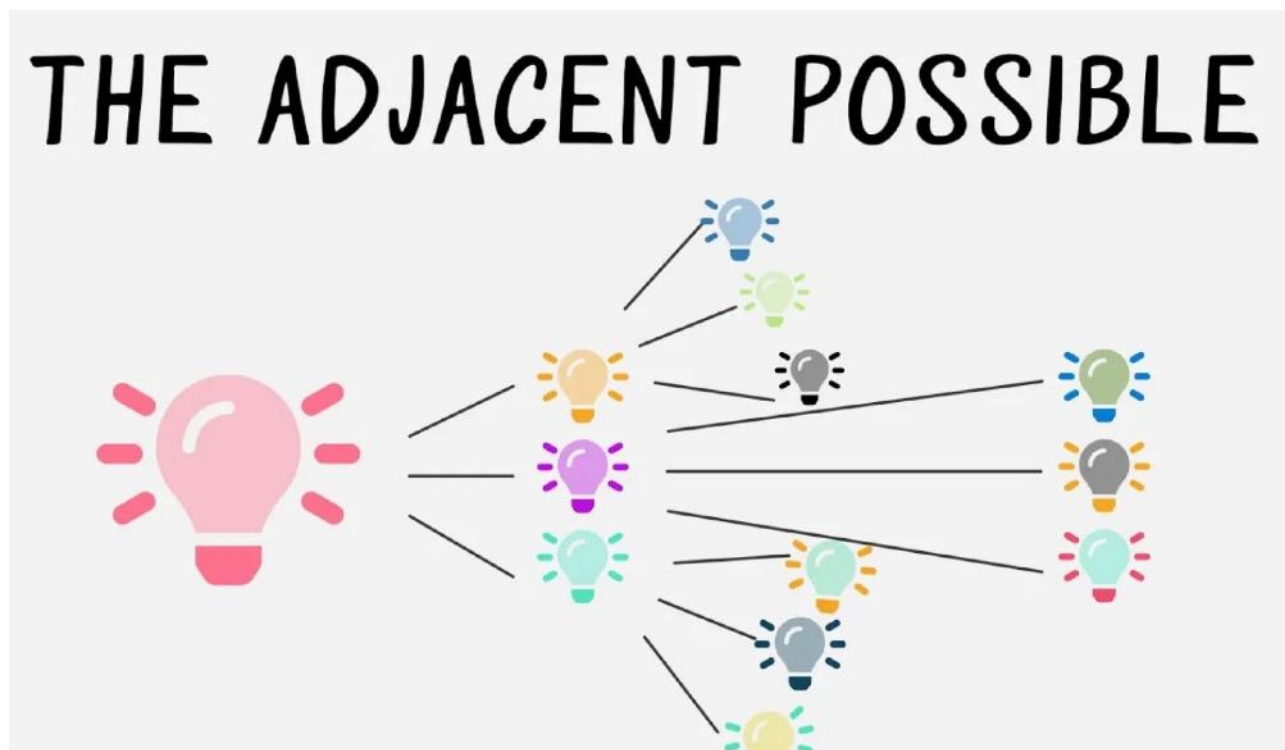
Review

### Human-Centric Digital Twins in Industry: A Comprehensive Review of Enabling Technologies and Implementation Strategies

Usman Asad <sup>1,2</sup>, Madeeha Khan <sup>3</sup>, Azfar Khalid <sup>3,\*</sup> and Waqas Akbar Lughmani <sup>1</sup>



## Innovazione organizzativa e teoria dell'adiacente possibile



**Innovation happens by recombining  
existing elements in new ways.**

**You can only open doors to spaces  
directly adjacent to where you are  
now.**



**Grazie per l'attenzione**

