



# KNOWLEDGEX

eXpert Knowledge formalization for a human-centered manufacturing



# AGENDA

## 15:30 Saluti e apertura lavori

Michele Monno, *direttore Laboratorio MUSP*

## 15:40 Panoramica di progetto

Paolo Albertelli, *laboratorio MUSP e Politecnico di Milano*

## 15:50 Istituto di Scienze e Tecnologie della Cognizione – CNR: attività e ruolo

Francesco Poggi, *ISTC - CNR*

## 16:05 Mister Smart Innovation: attività e ruolo

Alessio Giberti, *Mister Smart Innovation*

## 16:20 MUSP: attività, ruolo e casi studio

Mattia Torta, *laboratorio MUSP*

## 16:40 Project identity

Benedetta Cesare, *laboratorio MUSP*

## 16:45 Q&A

In an economy where the only certainty is uncertainty, the one sure source of lasting competitive advantage is knowledge.

## Ikujiro Nonaka

Professor Emeritus at the Hitotsubashi University, best known for his study of knowledge management.



# PANORAMICA DI PROGETTO

Paolo Albertelli

# IL PROBLEMA DELLA CONOSCENZA TACITA



Skill e competenze costituite nel tempo con la pratica e l'osservazione, tipicamente indicate come «know-how» e **difficilmente trasferibili con modalità tradizionali** (manuali, lezioni, ecc..).



Elemento chiave che permette agli operatori di **incrementare l'efficienza dei processi e identificare problematiche o difetti di processo migliorando la qualità dei prodotti.**



La conoscenza implicita porta con sé una serie di challenges quali la **ritenzione**, la **trasferibilità** e la **documentazione.**

# LA PARTNERSHIP DI RICERCA



Paolo Albertelli



Francesco Poggi



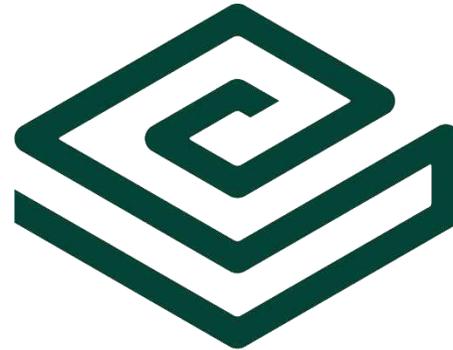
Alessio Giberti



# IL SUPPORTO DELLE IMPRESE



INTEGRATED MANUFACTURING SOLUTIONS



BLM GROUP

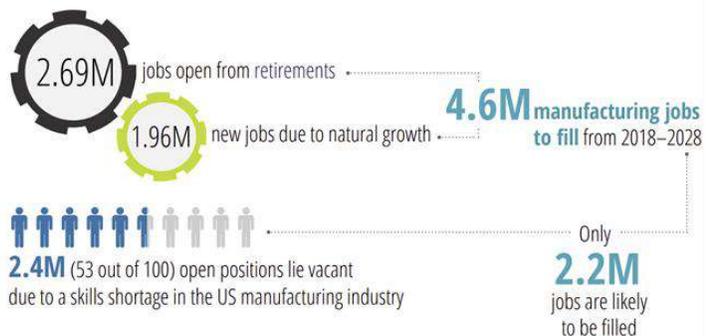


# MOTIVAZIONI, OBIETTIVI E RISULTATI ATTESI

Which of the following factors are likely to pose a significant risk to your business over the next 12 months?

	2022	2021	Change
Reduction in demand (domestic)	31%	52%	-22%
Reduction in demand (foreign)	20%	40%	-20%
<b>Shortage of skilled professionals</b>	<b>64%</b>	<b>33%</b>	<b>31%</b>
Increasing regulation	37%	22%	14%
Shortage of capital	11%	13%	-3%
Geopolitical risks	25%	18%	7%
Cyber Risk	13%	10%	4%
Economic outlook/growth	27%	42%	-15%
Currency fluctuations	17%	19%	-3%
IBOR Reform	1%	0%	1%
Other	11%	8%	6%

The skills gap may leave an estimated 2.4 million positions unfilled between 2018 and 2028

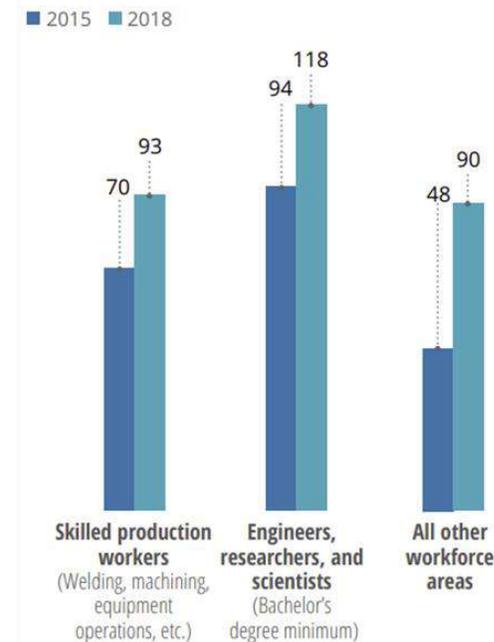


## Tapping the resources of the retiring, experienced workforce

One of the core assets that most manufacturing companies today still possess are workforces that have extremely seasoned workers, many of whom hold intrinsic knowledge of best practices and the nuances of their workplace. Even though these workers are staying longer—most recent data shows the retirement age rising to an average of 66 years<sup>24</sup>—the volume of retirements in the coming decade could be detrimental to the industry. Manufacturers should think carefully about the potential impact a wave of retirements could have on their organization and seize any opportunities to hold on to their proven, committed, and experienced workforce and leverage them as a competitive advantage. The 2018 *Global Human Capital Trends* study found that manufacturing companies in the United States are unprepared to leverage the aging workforce, with only 9.2 percent of manufacturing companies creating targeted roles for older workers.<sup>25</sup> However, some manufacturers are moving in the right direction and have launched specific programs to retain the value of their oldest employees.

## The average time to fill an open job position is on the rise

Number of days to fill a job position, by categories, 2015 and 2018



Source: 2018 Deloitte and Manufacturing Institute skills gap study.

# MOTIVAZIONI, OBIETTIVI E RISULTATI ATTESI



## PREVENZIONE KNOWLEDGE LOSS

Prevenzione del *knowledge loss* mediante l'estrazione, la gestione ed il trasferimento della conoscenza dagli operatori esperti verso opportuni utilizzatori.



## RUOLO CENTRALE DELLA PERSONA

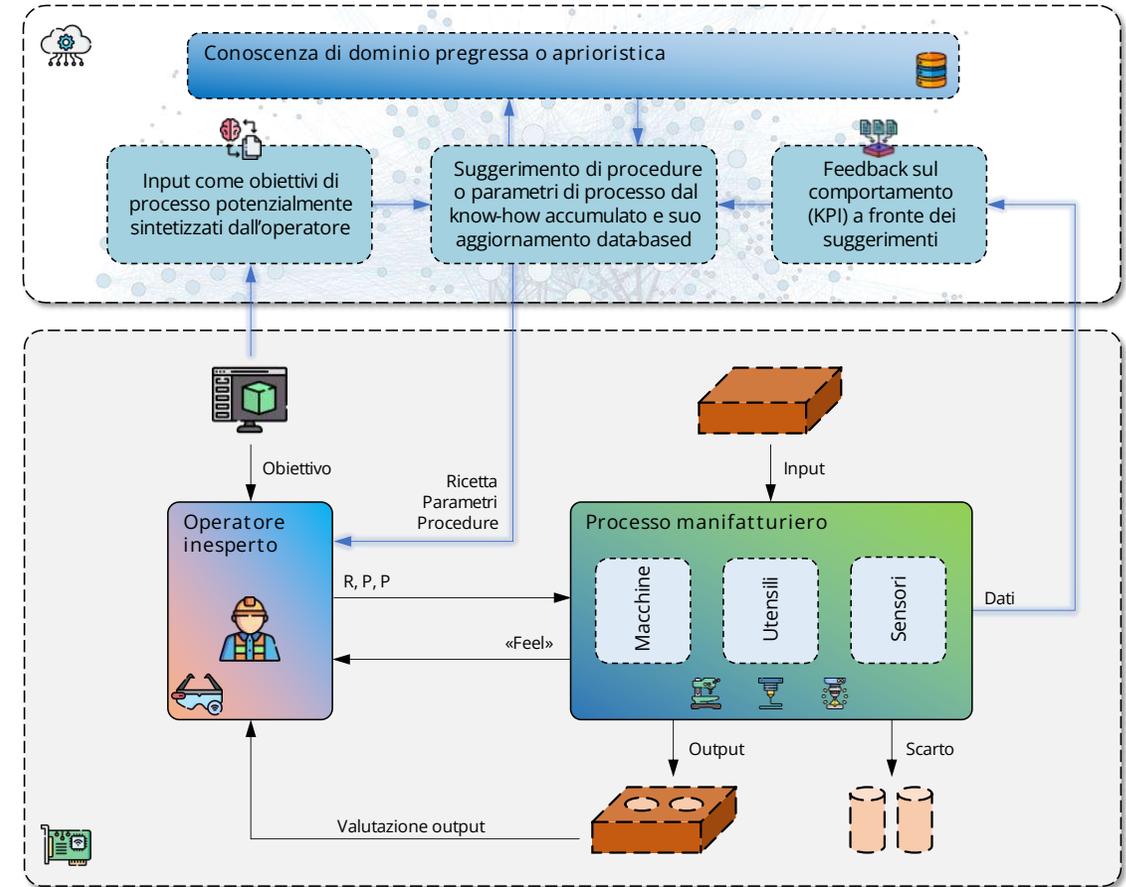
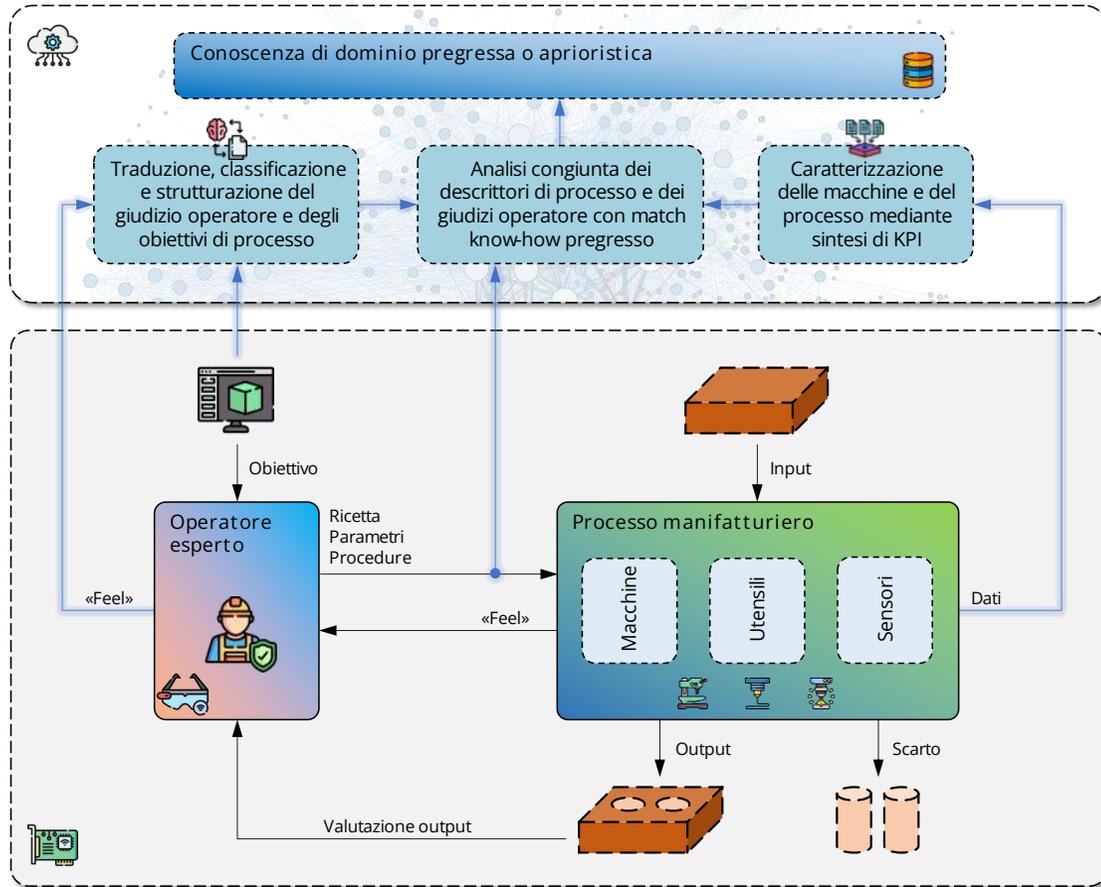
Attenzione al ruolo centrale della persona con la riduzione della complessità percepita dei sistemi di produzione attraverso approcci innovativi di interazione uomo-sistema, metodologie per il supporto agli operatori inesperti e per la loro formazione contestuale all'utilizzo dei sistemi.



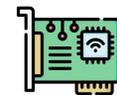
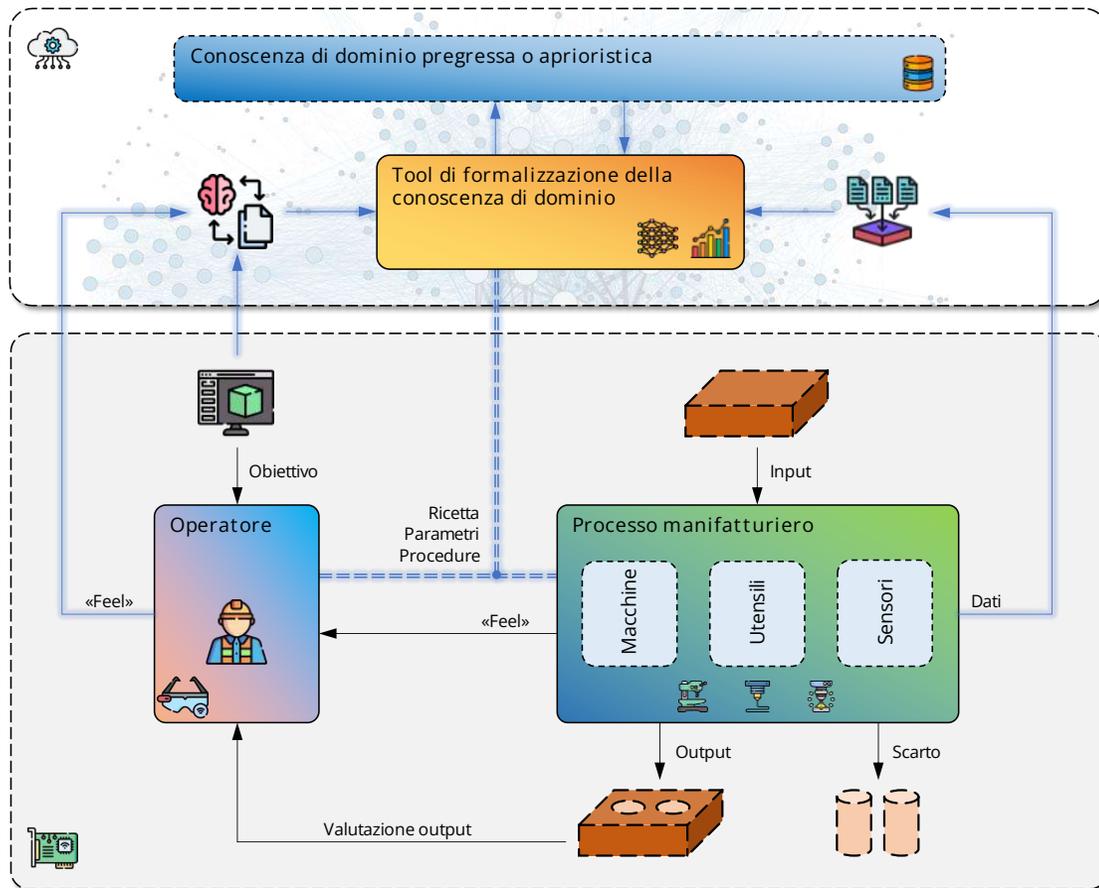
## ROBUSTEZZA E RESILIENZA

Incremento della robustezza e della resilienza dei sistemi di produzione mediante la velocizzazione dell'inserimento di nuove figure e della loro formazione.

# MOTIVAZIONI, OBIETTIVI E RISULTATI ATTESI



# MOTIVAZIONI, OBIETTIVI E RISULTATI ATTESI



Soluzione edge per l'interfacciamento con operatori e macchinari di produzione e l'estrazione sinergica di informazioni sui processi



Soluzione cloud modulare ed espandibile che integri componenti dedicate all'estrazione e rappresentazione della conoscenza, alla sua gestione e aggiornamento, alla sua fruizione da parte degli utenti della piattaforma e all'interazione con il layer edge per chiudere il canale con gli operatori di processo



Soluzione, integrata con il layer cloud, per l'interazione con le persone basata su tecnologia AR/VR che riporti all'utente informazioni utili al processo da eseguire

# MOTIVAZIONI, OBIETTIVI E RISULTATI ATTESI



# ISTC – CNR: ATTIVITÀ E RUOLO

Francesco Poggi

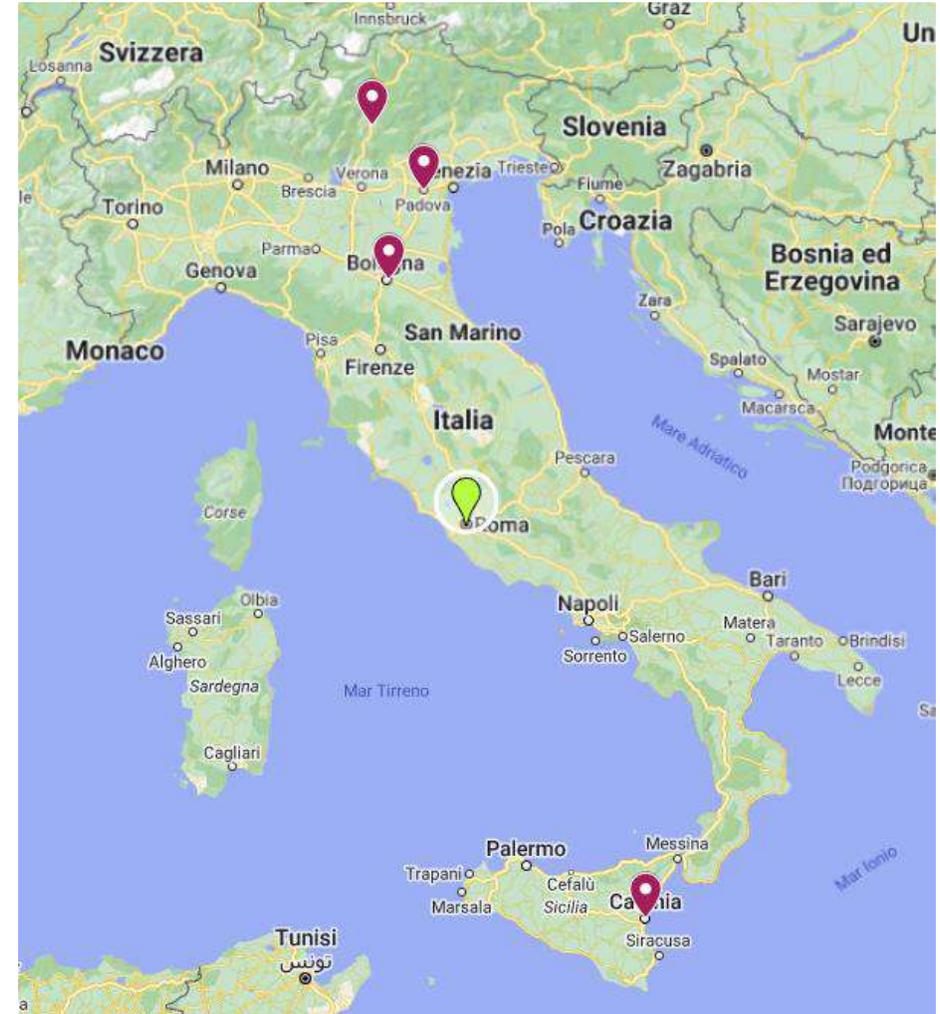
# ISTC-CNR

- L'**Istituto di Scienze e Tecnologie della Cognizione (ISTC)**, fa parte del Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR), e si configura come un centro di eccellenza dedicato all'indagine interdisciplinare nelle **scienze cognitive e computazionali**.
- Al suo interno, una squadra di 150 ricercatori collabora in 19 gruppi di ricerca, spaziando in ambiti che abbracciano le neuroscienze, la psicologia cognitiva, l'intelligenza artificiale e la robotica.
- L'ISTC si distingue per il suo rilevante impatto, attestato da un H-index>190.
- Gli **obiettivi chiave** dell'istituto si concentrano sulla comprensione dei meccanismi che sottendono alla cognizione umana, nonché lo sviluppo di applicazioni pratiche basate sulle conoscenze acquisite.
- Questa missione è sostenuta da approfondite analisi comportamentali, l'implementazione di modelli computazionali avanzati e soluzioni tecnologiche all'avanguardia.

# ISTC-CNR: SEDI

L'Istituto ha **sette sedi** sul territorio nazionale:

- Roma  
 sede centrale  
 presso la Fondazione Bioparco di Roma  
 presso l'Istituto Statale dei Sordi di Roma
- Catania
- Bologna (presso UniBo)
- Trento (presso FBK)
- Padova (presso UniPd)



# ISTC-CNR: GRUPPI DI RICERCA

- **Semantic Technology Laboratory (STLab)**
- Cognition in Action (CONAN)
- Goal-Oriented Agents Lab (GOAL)
- Laboratory for Applied Ontology (LOA)
- Language, Cognition, Emotion and mental health (LaCE)
- Planning and Scheduling Technology Laboratory (PST)
- Quality of social and educational contexts (QUSEC)
- Speech, Language, and Neural Computations (SLANC)
- Trust Theory and Technology Group (T3)
- Unit of Cognitive Primatology & Primate Center (UCP)
- Collective Intelligence in Natural and Artificial Systems Lab (CINARS)
- Laboratory for Agent-Based Social Simulation (LABSS)
- Laboratory of Autonomous Robotics and Artificial Life (LARAL)
- Laboratory of Computational Embodied Neuroscience (LOCEN)
- Computational and Translational Neuroscience Laboratory (CTNLab)
- Autonomy Research in Intelligent Systems and Ethics (ARISE)
- Laboratory of Electrophysiology for Translational neuroScience (LET'S)
- Laboratory of Embodied Natural and Artificial Intelligence (LENAI)
- Language and Communication Across Modalities Laboratory (LaCAM)

# SEMANTIC TECHNOLOGY LABORATORY (STLAB)

- All'interno di ISTC, un ruolo chiave spetta al **Semantic Technology Laboratory (STLab)** attivamente coinvolto nel progetto **KnowledgeX**.
- Il laboratorio, fondato nel 2008, è specializzato in tecnologie semantiche, ingegneria della conoscenza e soluzioni ibride di intelligenza artificiale, e ha svolto un ruolo essenziale nella diffusione dei dati aperti.



# SEMANTIC TECHNOLOGY LABORATORY (STLAB)

I principali **temi di ricerca** di STLab sono:

- Ontology Design and Engineering
- Knowledge and Data Integration
- Linked (Open) Data and Semantic Web
- Natural Language Understanding
- Social robotics
- Cognitive computing
- Adaptive eLearning
- Collaborative tools for ontology design
- Semantic sentiment analysis



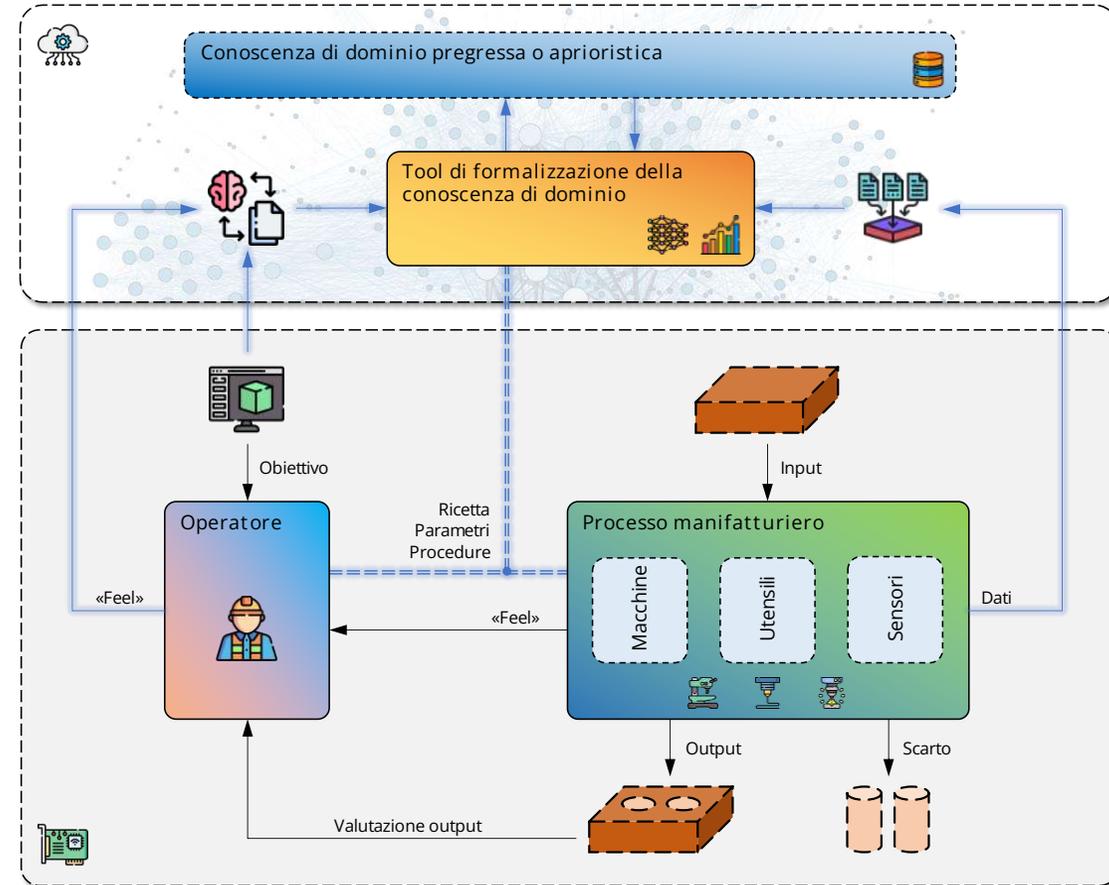


# APPROCCIO

- Metodologia di estrazione della conoscenza ibrida dove,
  - da un lato abbiamo KGs che vengono generati manualmente e curati con il coinvolgimento di esperti (top-down knowledge engineering),
  - dall'altro abbiamo KGs che emergono automaticamente attraverso Open Knowledge Extraction (bottom-up knowledge engineering)
- Definizione di un catalogo di Ontology Design Patterns (ODP) opportuni per risolvere i problemi di modellazione, e di metodologie per la modularizzazione e per testing ricorrenti. Queste attività garantiscono da un lato un alto livello di qualità complessiva dei KG generati, dall'altro ne favorisce il riuso (top-down)
- Analisi e definizione di metodi di ontology learning basati su tecniche di Open Knowledge Extraction da corpora testuali e dati di sistema e di processo (bottom-up)
- Tale ibridazione è estremamente complessa e passa attraverso una fase di riconciliazione della conoscenza volta ad omogeneizzare KGs risultanti dall'adozione di approcci diversi che introducono schemi eterogenei e potenzialmente incompatibili o incoerenti.

# ALTRE ATTIVITÀ

- WP2: supporto di MUSP per l'identificazione della conoscenza oggetto della formalizzazione
- WP3: supporto di MISTER nella definizione di metodologie per l'interazione uomo-macchina (WP3)
- WP5: supporto all'integrazione delle metodologie su layer cloud



# MISTER: ATTIVITÀ E RUOLO

Alessio Giberti

# LA STORIA



# I SOCI

**PUBBLICI**  
 44,55%



**PRIVATI**  
 55,45%



# COSA FACCIAMO

01 RESEARCH

02 INNOVATION

03 PUBLIC ENGAGEMENT

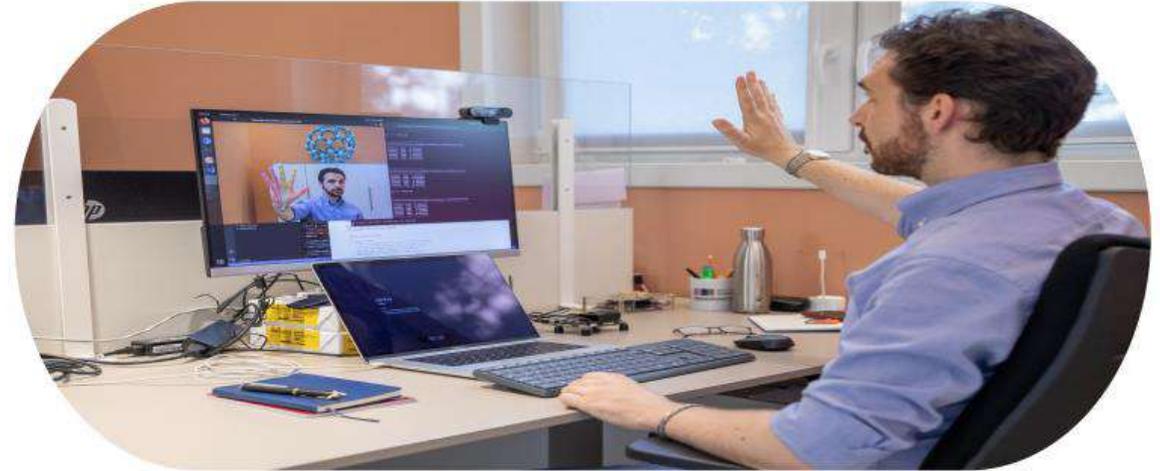
# 01 RESEARCH

## Innovazione per la competitività

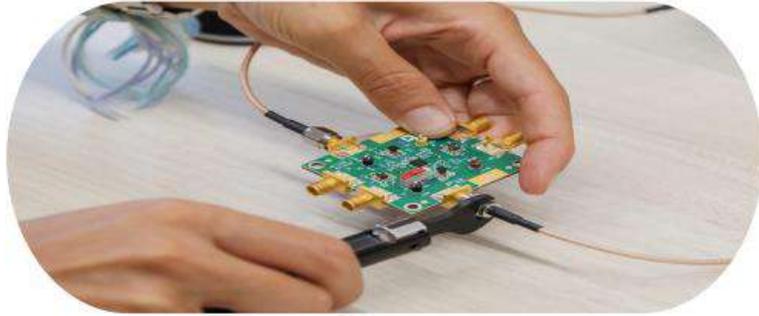
Siamo un laboratorio di **ricerca industriale e sviluppo tecnologico**. Sviluppiamo idee e facilitiamo l'incontro tra le imprese e il mondo della ricerca.

**Sviluppiamo tecnologie, studiamo soluzioni e realizziamo prototipi** pensati per l'industrializzazione e l'applicazione in azienda.

Lo facciamo principalmente in due modi: partecipando a **bandi pubblici** (regionali, nazionali, europei) e su **commissione privata** delle aziende che ci scelgono.



# ricerca è sviluppo



## Digital transformation

**Tecnologie abilitanti** e soluzioni digitali per la filiera manifatturiera

- Elettronica, microelettronica e microcontrollori
- Design for additive manufacturing
- Sensoristica, internet of things
- Intelligenza artificiale, sistemi data-driven



## Green transition

Approcci innovativi per una **crescita economica sostenibile**

- Materiali avanzati innovativi
- Sostenibilità
- Life Cycle Assessment (LCA)
- Smart agrifood



## Social development

L'innovazione a **supporto della comunità**

- Smart cities
- Logistica etica
- Wellbeing
- Social inclusion

# REALTÀ AUMENTATA, VIRTUALE E MISTA

Le **nostre attività** nel settore della VR, AR e XR riguardano:

- **Riprese immersive stereoscopiche** (3D 8K 360)
- Realizzazione di **esperienze interattive in VR**, sviluppando sulle piattaforme e i sistemi di fruizione più diffusi (Unreal Engine, Unity 3D, ecosistema Meta...)
- Soluzioni in **realtà aumentata** per l'industria, le istituzioni museali e l'artigianato
- **Digitalizzazione** di ambienti e oggetti, in ottica di fruizione remota, mantenimento e analisi
- Soluzioni per il **metaverso**
- Integrazione di **sensoristica in tempo reale**

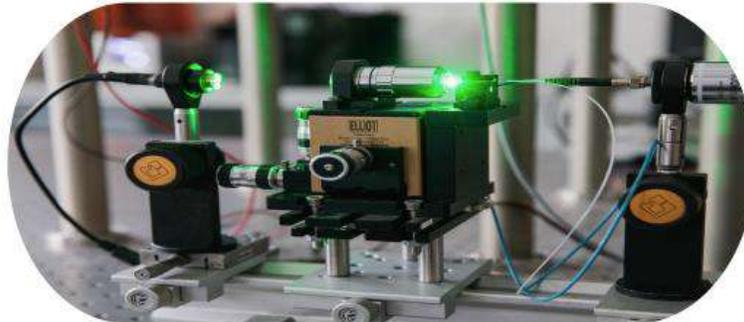


# LABORATORI DEL TECNOPOLO



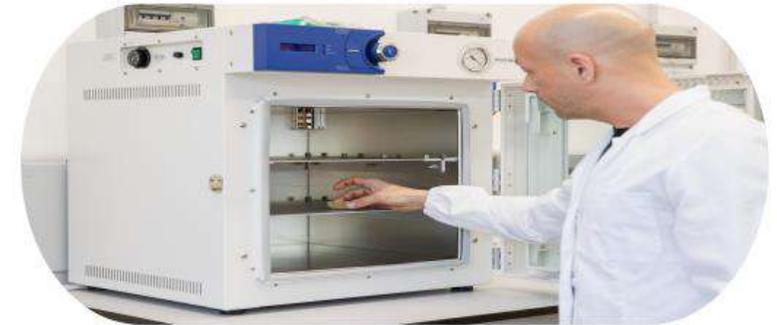
## 01 Prototipazione

In questo laboratorio ci occupiamo di progettazione CAD e realizzazione di particolari meccanici mediante due stampanti 3D: FDM e SLA.



## 02 Ottica

Utilizziamo il banco ottico polivalente per la messa a punto di setup sperimentali per caratterizzazioni ottiche e spettrometriche di dispositivi.



## 03 Chimica

Qui ci occupiamo della progettazione e sviluppo di materiali innovativi, e della fabbricazione di dispositivi in silicone trasparente ottenuti da stampi in resina.

# LABORATORI DEL TECNOPOLO



## 04 Elettronica

Nel laboratorio di elettronica vengono progettate, testate e assemblate le **schede con sensori e microcontrollori** e viene realizzato il loro **packaging** in manifattura additiva e/o sottrattiva.

Sono disponibili anche **strumentazioni di misura** certificate per il collaudo dei dispositivi.



## 05 Virtual Studio

Il nostro Virtual Studio è in linea con gli **standard broadcast** più attuali e comprende: un green screen panoramico (180°+), regia e camere 4k, microfono ambisonico, illuminazione led su travi, sistema di controllo luci e workstation per gestire flussi video fino a 8k.

# LABORATORI CNR

Grazie allo stretto rapporto di collaborazione con il CNR, il personale MISTER ha accesso ad alcuni **laboratori e attrezzature degli istituti presenti nell'Area di Bologna.**

## 01 Fabbricazione



- Clean room per sensori e microsistemi
- Clean room per elettronica organica
- Laboratori Biomed
- Laboratorio di design e sintesi di materiali funzionali a base organica
- Laboratorio di sistemi biodimensionali

## 02 Caratterizzazione



- Laboratorio NMR
- Laboratorio XPS
- Laboratorio di spettroscopia laser ultraveloce
- Laboratorio di caratterizzazione strutturale
- Laboratorio di caratterizzazione elettrica e funzionale

# RUOLO NEL PROGETTO

## MISTER Smart Innovation: ruolo principale nel progetto

Partner responsabile per:

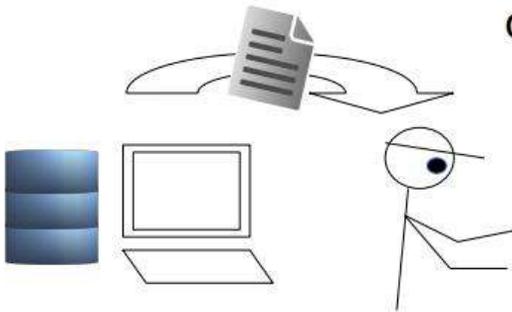
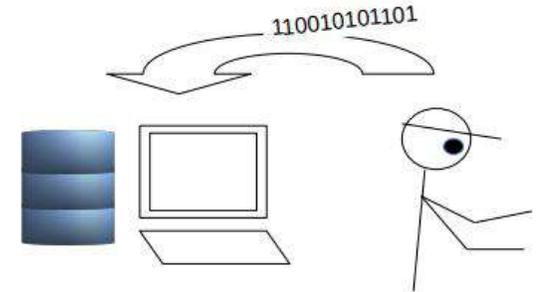
**WP 3:** Metodologie innovative per l'interazione uomo macchina

Estensione temporale: mese 3 → mese 24

# RUOLO NEL PROGETTO

## Focus WP3:

- Estrazione delle informazioni sulla conoscenza di dominio da un operatore esperto;
- Erogazione delle informazioni sulla conoscenza verso operatori meno esperti.



# RUOLO NEL PROGETTO

## Interazione fra sistema e operatore esperto

Tecnologia di supporto preferita:

**Realtà aumentata**

Vantaggi:

- libertà totale di movimento;
- visione del normale spazio reale;
- interazione con oggetti virtuali



Image credits: flickr

AR training fortemente in crescita negli ultimi anni

# RUOLO NEL PROGETTO

## Applicazione per l'estrazione della conoscenza (esecuzione di una procedura)

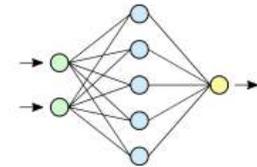
Verrà progettata e realizzata un'applicazione che possa:

- seguire i passi della procedura;
- identificare oggetti, parti di macchina, azioni... ;
- costruire uno schema strutturato del processo;
- inviare le informazioni verso lo step di rappresentazione e archiviazione della conoscenza.



### Possibili tecnologie abilitanti

Augmented Reality - Deep Learning per visione artificiale -  
 Natural Language Processing - 3D modelling



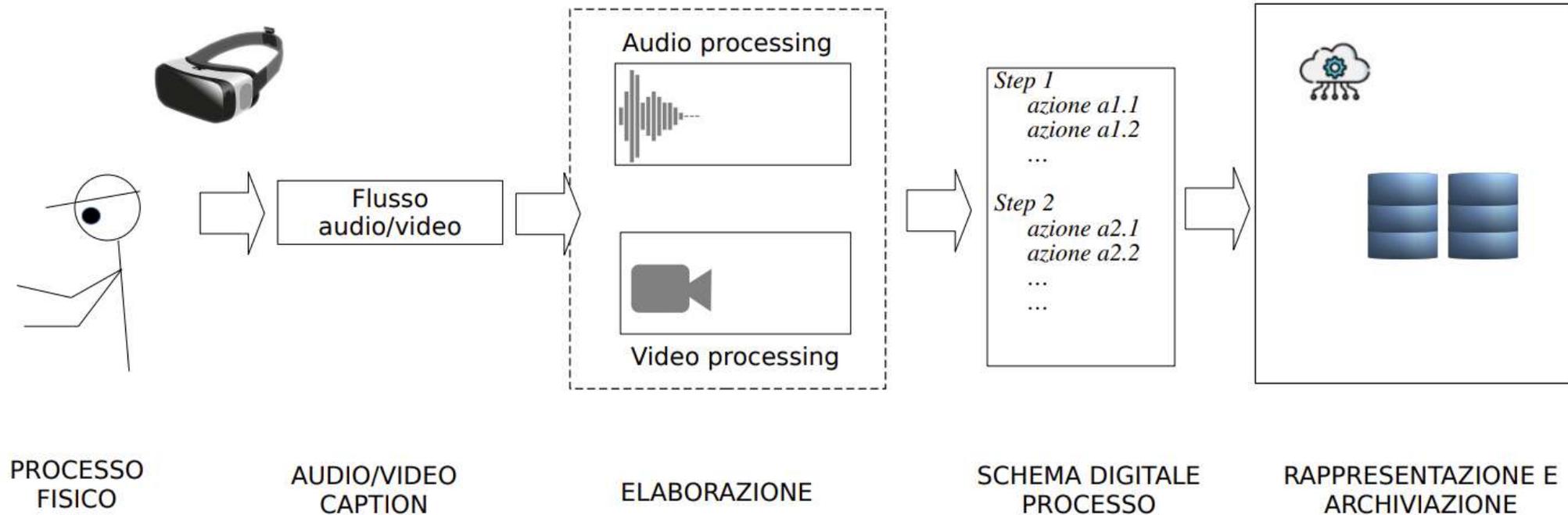
Credits: Wikimedia Commons



Credits: Flickr

# RUOLO NEL PROGETTO

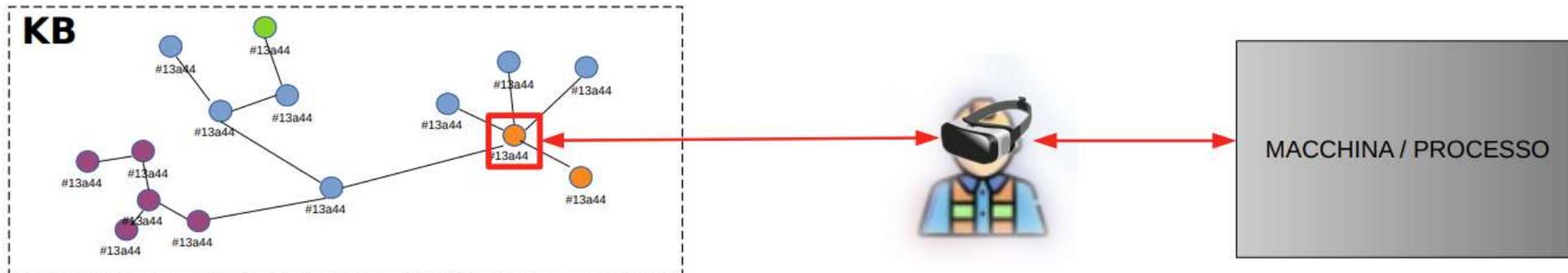
## Applicazione per l'estrazione della conoscenza



# RUOLO NEL PROGETTO

## Possibili applicazioni che coinvolgano l'erogazione della conoscenza

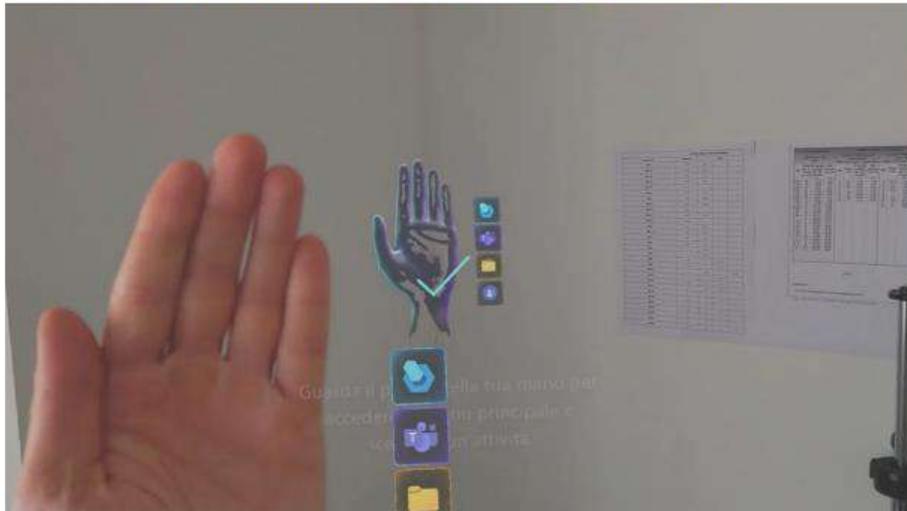
- Generazione di procedure di training indirizzate ad operatori non esperti per quanto concerne un processo, utilizzo di una macchina, ecc.
- Programmi “sentinella” che possano monitorare la corretta esecuzione dei vari passi, fare verifiche sull'apprendimento, ecc.
- Fruizione del database di conoscenza attraverso tecnologie “amiche” dei movimenti naturali umani (potenzialmente utile ad ogni livello di expertise)



# RUOLO NEL PROGETTO

## Caratteristiche di possibili applicazioni sull'erogazione della conoscenza

Menu 3D intuitivi per navigazione, set delle impostazioni e interazione col sistema



Finestre interattive

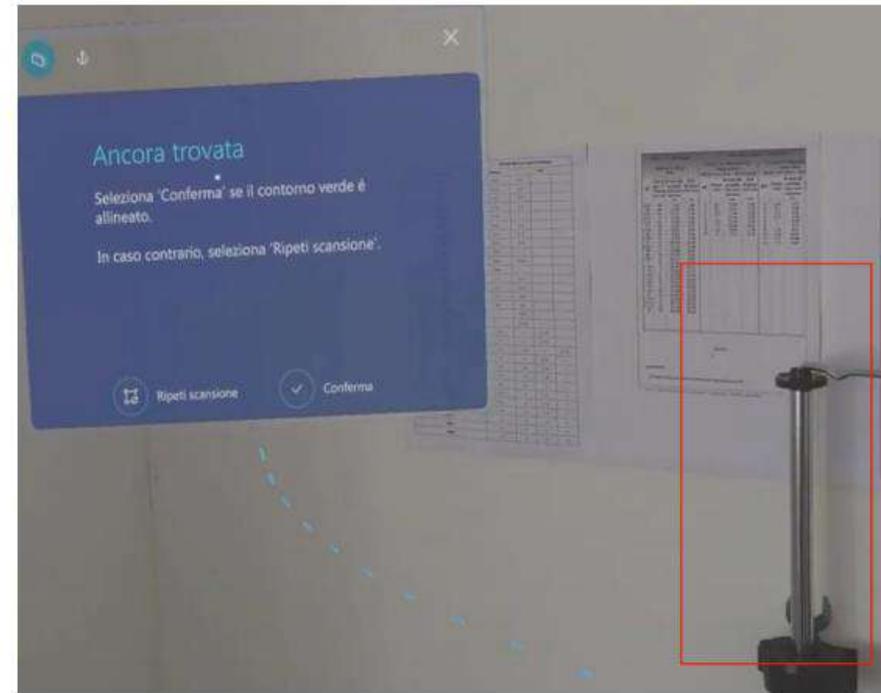


Erogazione per punti/step separati (con navigazione avanti / indietro)

# RUOLO NEL PROGETTO



Frecce / indicatori per le azioni



Computer vision su visore per evidenziare gli strumenti/parti oggetto dell'azione corrente

# RUOLO NEL PROGETTO

Suggerimenti tramite oggetti 3D



Indicazioni virtuali per i movimenti



# MUSP: ATTIVITÀ, RUOLO E CASI STUDIO

Mattia Torta

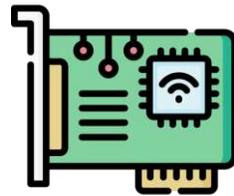
# RUOLO E ATTIVITÀ

- **MUSP** è **capofila** di progetto
- **MUSP** è responsabile per il **coordinamento scientifico, amministrativo** e delle attività di **diffusione** di progetto
- **MUSP** è partner **responsabile** di **WP2, WP4, WP5** e **WP6**



## WP2

Identificazione degli scenari applicativi e della conoscenza oggetto della formalizzazione



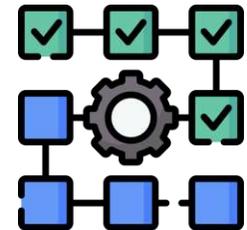
## WP4

Analisi e sviluppo della piattaforma KnowledgeX: layer edge



## WP5

Analisi e sviluppo della piattaforma KnowledgeX: layer cloud



## WP6

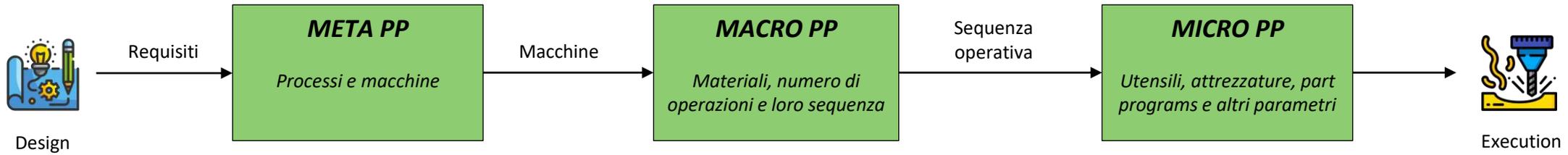
Implementazione e validazione della piattaforma KnowledgeX nei casi studio

# CASO STUDIO LAVORAZIONI MECCANICHE

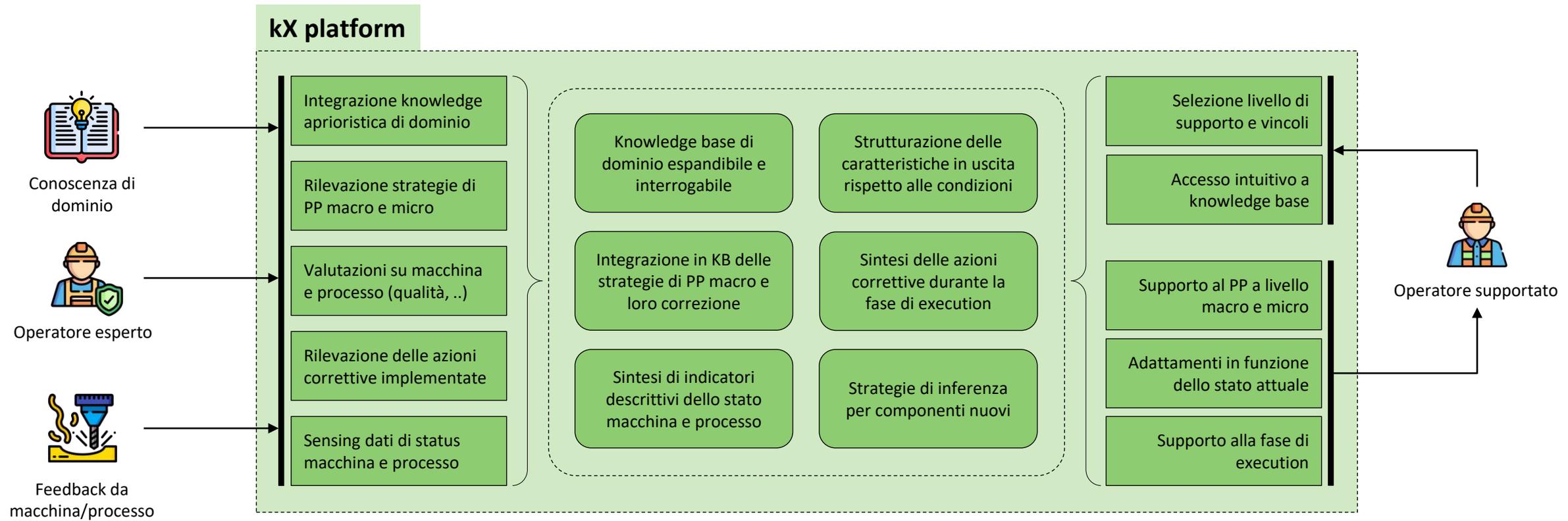


## Contesto

Processo di produzione di componenti complessi mediante lavorazioni meccaniche (asportazione di truciolo) su macchine multi-pallet e multi-tool potenzialmente integrate in un sistema integrato multi-macchina. La visione è estesa alla pianificazione della produzione (PP), dal concepimento della sequenza operativa all'esecuzione in macchina.



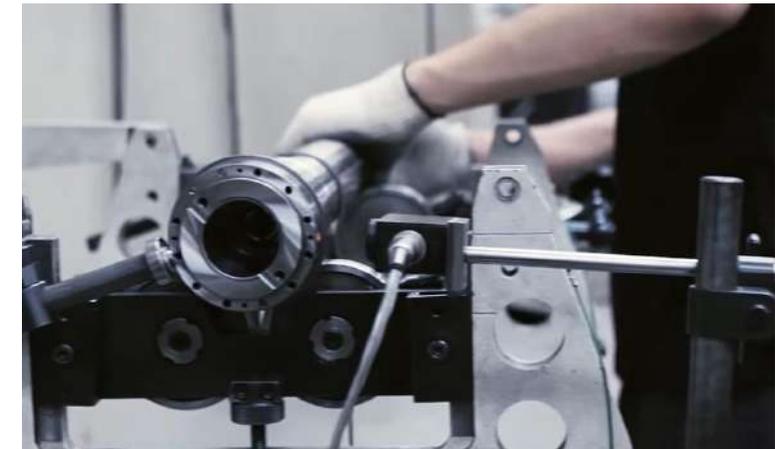
# CASO STUDIO LAVORAZIONI MECCANICHE



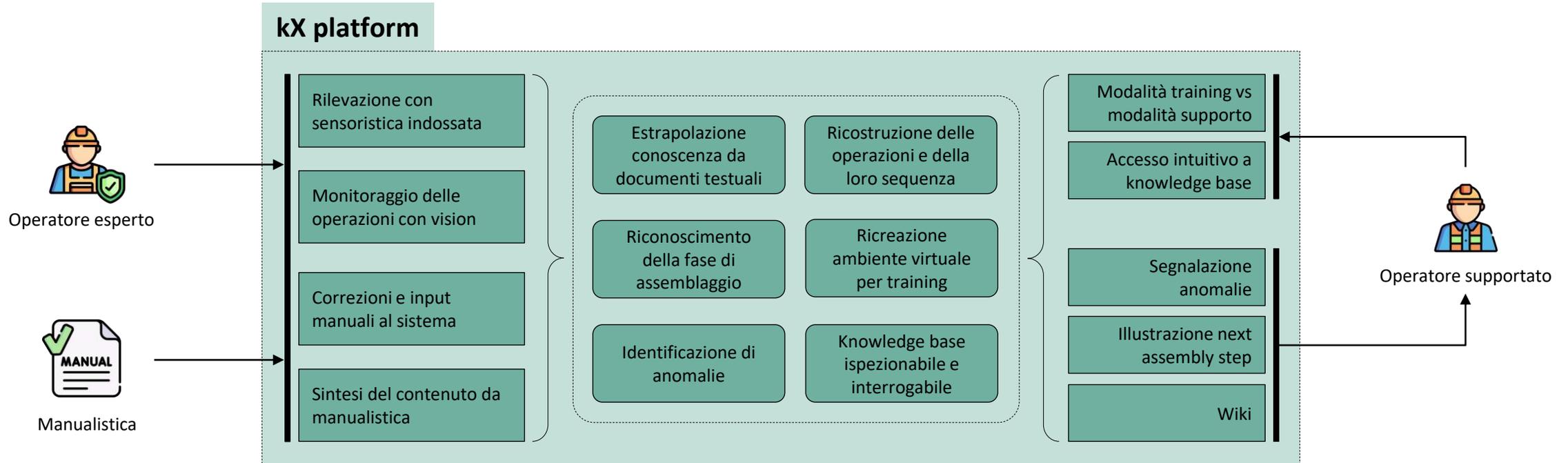
# CASO STUDIO ASSEMBLAGGIO

## Contesto

Operazioni manuali di assemblaggio nella produzione di elettromandrini per tornitura, fresatura e rettifica. Nel caso particolare della Capellini si tratta di prodotti complessi e personalizzati che richiedono elevate competenze e know-how dalla fase di progettazione a quella di assemblaggio e collaudo. Il ciclo produttivo è completamente interno all'azienda.



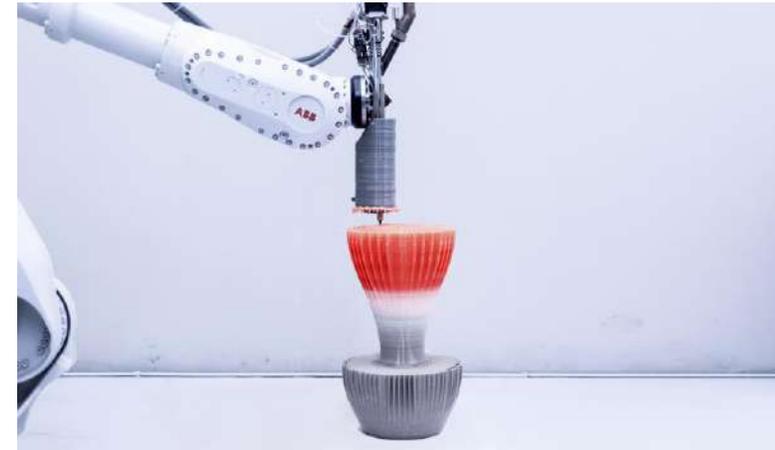
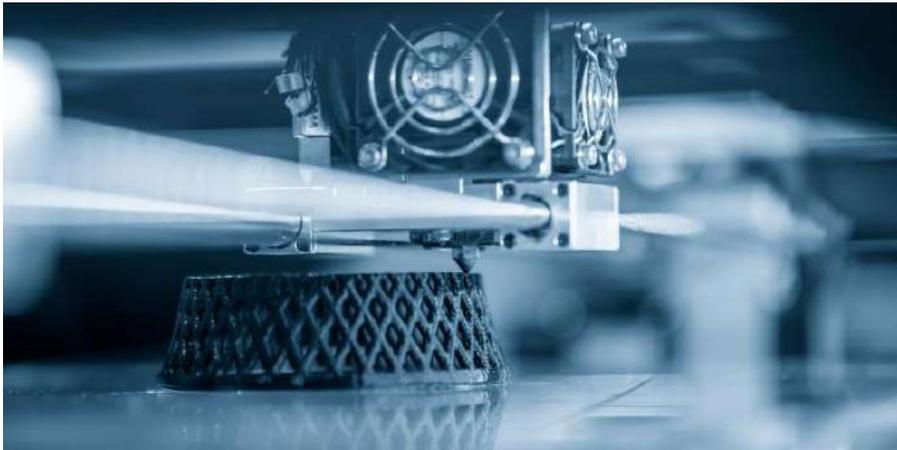
# CASO STUDIO ASSEMBLAGGIO



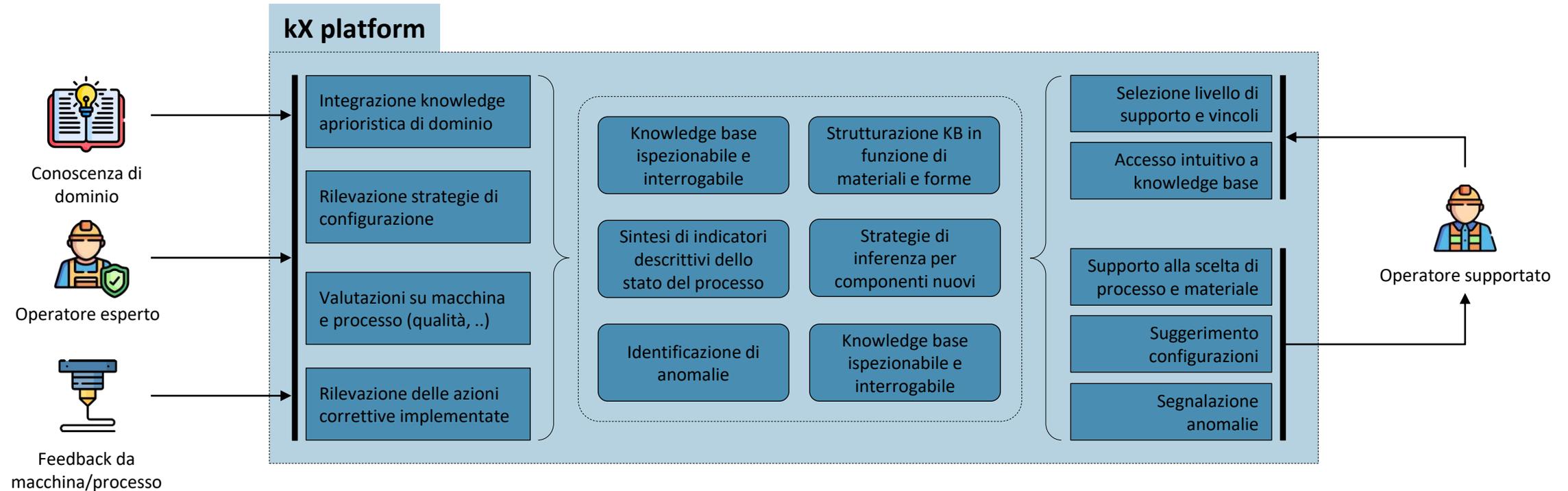
# CASO STUDIO LAVORAZIONI ADDITIVE

## Contesto

Realizzazione di componenti attraverso processo di manifattura additiva. Le geometrie, i materiali e i requisiti con cui produrre le parti definiscono condizioni al contorno con cui il personale esperto seleziona il processo di stampa più adatto, le modalità di posizionamento della geometria, i parametri e le strategie di processo, effettuando correzioni durante la sua esecuzione.



# CASO STUDIO LAVORAZIONI ADDITIVE



# PROJECT IDENTITY

Benedetta Cesare

knowledge disappears

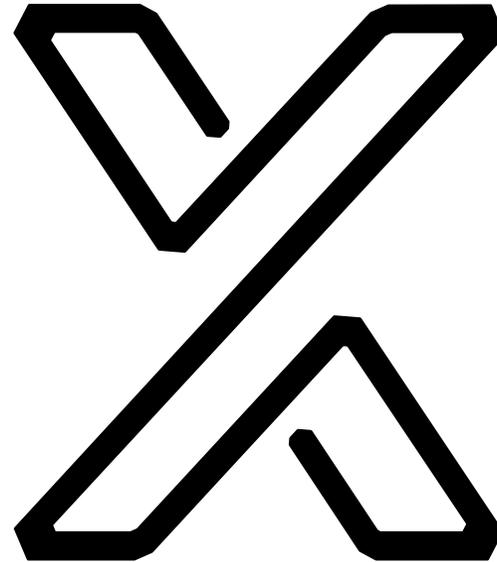
# KNOWLEDGE

knowledge fix

# KNOW X LEDGE

Logo vettoriale

# KNOWLEDGE



# KNOW X LEDGE



# KNOWLEDGE



# KNOWLEDGE

**Il progetto ha come tema la formalizzazione della conoscenza ed intende sviluppare uno strumento modulare e configurabile che valorizzi sinergicamente l'interazione tra operatori umani e sistemi di produzione nel manifatturiero digitale.**

*Il comparto manifatturiero si trova di fronte ad un periodo storico che, se da un lato offre nuove tecnologie per facilitare la transizione digitale, dall'altro è minacciato da una perdita progressiva di competenza da parte degli addetti, aspetto che è sempre stato strategico per il successo dell'industria del settore.*

*La scarsa attrattività nei confronti delle nuove generazioni, le difficoltà legate alla formazione di nuovi profili congiuntamente all'imminente ritiro di oltre il 20% dell'attuale forza lavoro, preannunciano una grossa criticità in termini di perdita di know-how ed expertise in un contesto sempre più caratterizzato da shock repentini e instabilità strutturali. In tale scenario si inserisce il progetto **KnowledgeX**.*

*L'obiettivo è quello di sviluppare uno strumento (piattaforma) modulare e configurabile che sfrutti sinergicamente l'interazione con operatori esperti ed informazioni provenienti dai macchinari allo scopo di formalizzare e strutturare in ambiente digitale le competenze delle persone.*

*Il know-how formalizzato sarà disponibile per velocizzare la formazione di nuovi operatori e per supportare la gestione della produzione.*

*La piattaforma sarà validata in 3 scenari: **manifattura additiva e sottrattiva, assemblaggio.***

<https://www.knowledgex.it/>



# CONTATTI

## TECNOPOLO DI PIACENZA SEDE CASINO MANDELLI

gestita dal Laboratorio MUSP  
Strada Torre della Razza snc  
29122 Piacenza

Tel: +39 0523 623190  
portale@tecnopolopiacenza.musp.it

[www.tecnopolo.piacenza.it](http://www.tecnopolo.piacenza.it) • [www.tecnopoli.emilia-romagna.it](http://www.tecnopoli.emilia-romagna.it)

