

FORUMECCATRONICA

OMRON

Verso una produzione flessibile: Concetti, idee e strumenti per l'operatore del domani

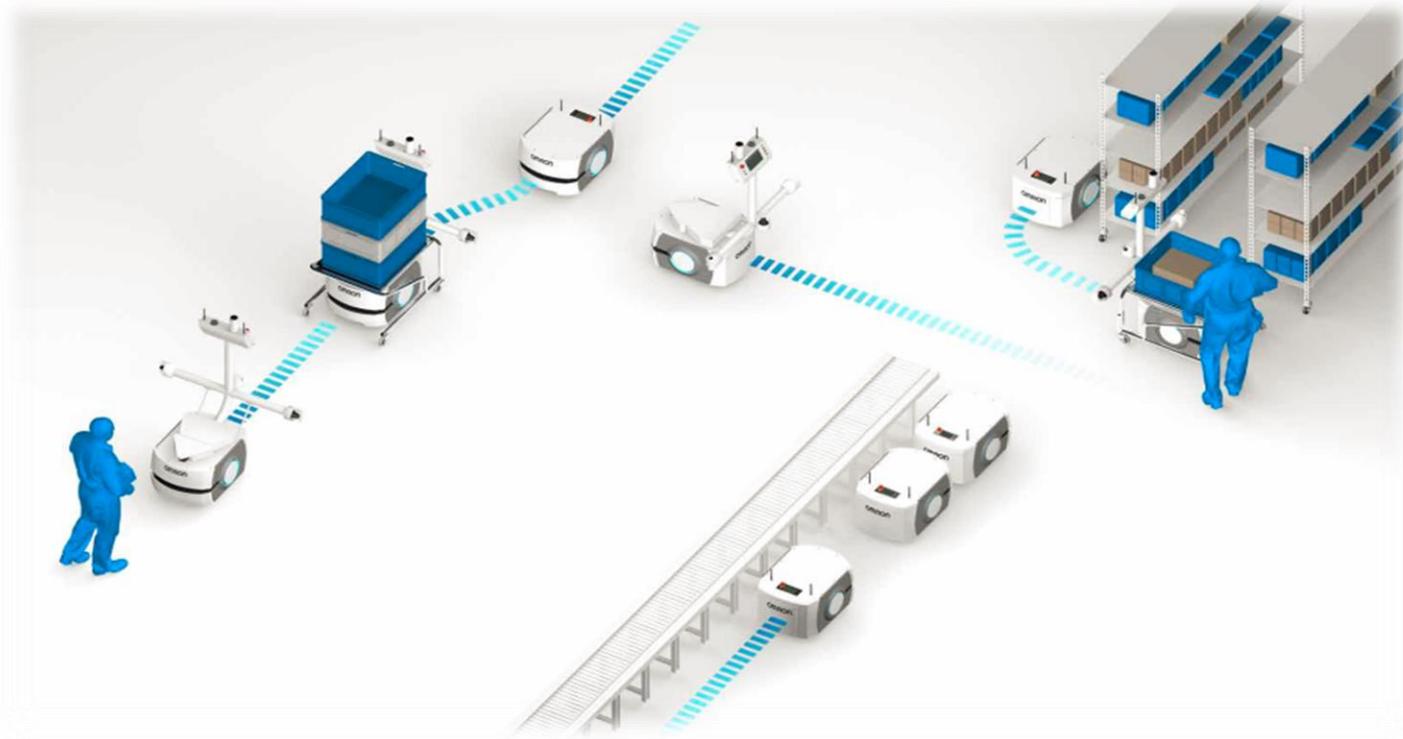
OMRON Electronics

Giacomo Pallucca – Marco Zangrandi

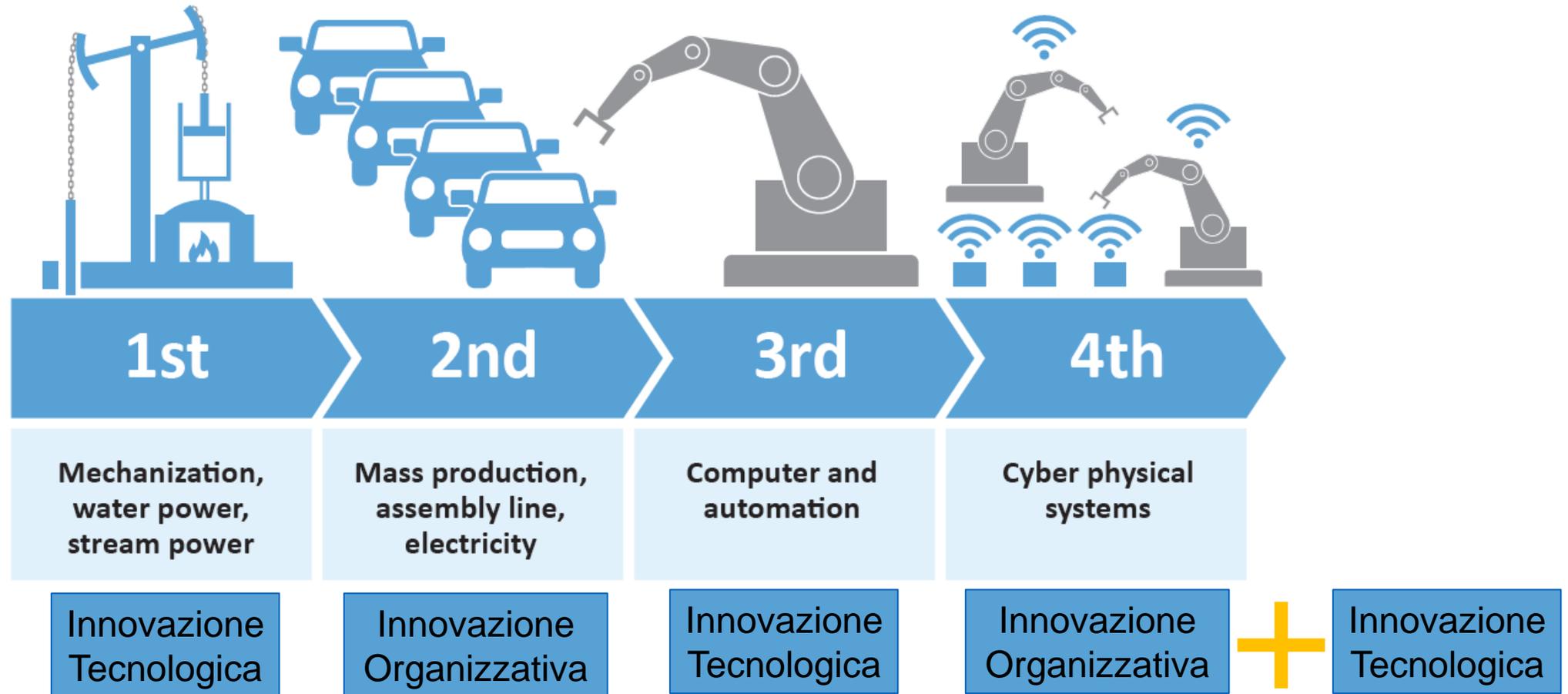
AMR, Cobot and Automation Specialist

Agenda

- Le quattro rivoluzioni industriali
- Analisi delle necessità dei sistemi produttivi
- Transfer Line vs Job-Shop
- Ottimizzazione dei processi Job-shop
- AMR, Cobot ed Intelligenza Artificiale: Game changer 4.0
- Operatore 4.0



L'evoluzione dei sistemi produttivi



Analisi dei processi produttivi

Sistemi produttivi

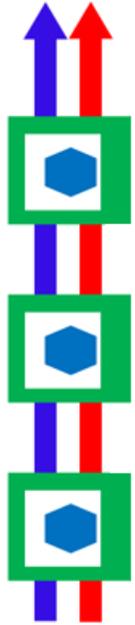
Partendo dall'analisi delle principali tipologie di sistemi produttivi, ponendo in rilievo i seguenti punti:

- ✓ Numero di attività ripetitive
- ✓ Tempi di attesa / down time
- ✓ Routing complicato dei codici
- ✓ Importanza della serializzazione
- ✓ Rispetto di schedule real-time
- ✓ Task semplici e ripetitive per l'operatore

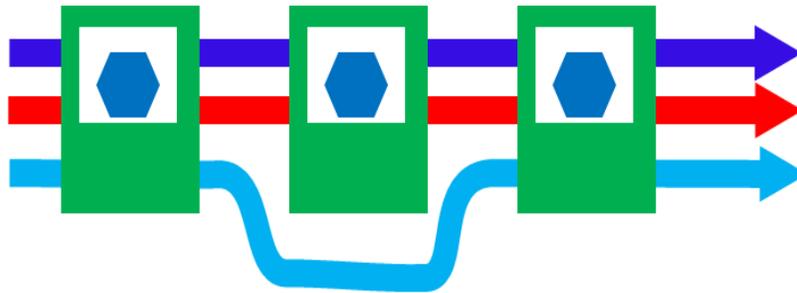


Organizzazione dei sistemi produttivi

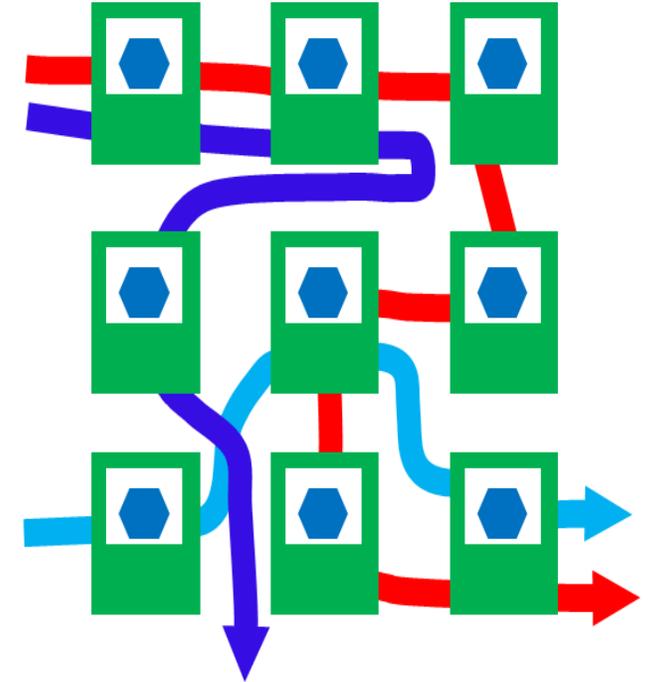
Transfer Line



Flow shop



Job Shop



Flessibilità

Produttività

Transfer Line

Linee di assemblaggio

Una **linea di montaggio** "è un processo di assemblaggio utilizzato nelle moderne industrie e introdotto da **Henry Ford** nei primi anni del '900, teso a

- **ottimizzare** il lavoro degli operai
- a **ridurre i tempi** necessari per il montaggio di un manufatto complesso".

Alta Produttività
Bassa Flessibilità



Sostituzione 1 ad 1 dell'operatore



Job Shop

Officina organizzata a settori

Un Job Shop è un processo di assemblaggio utilizzato nelle moderne industrie teso ad ottimizzare il routing dei semi-lavorati all'interno dell'impianto per **minimizzarne il tempo di attraverso medio di tutto il mix produttivo**.

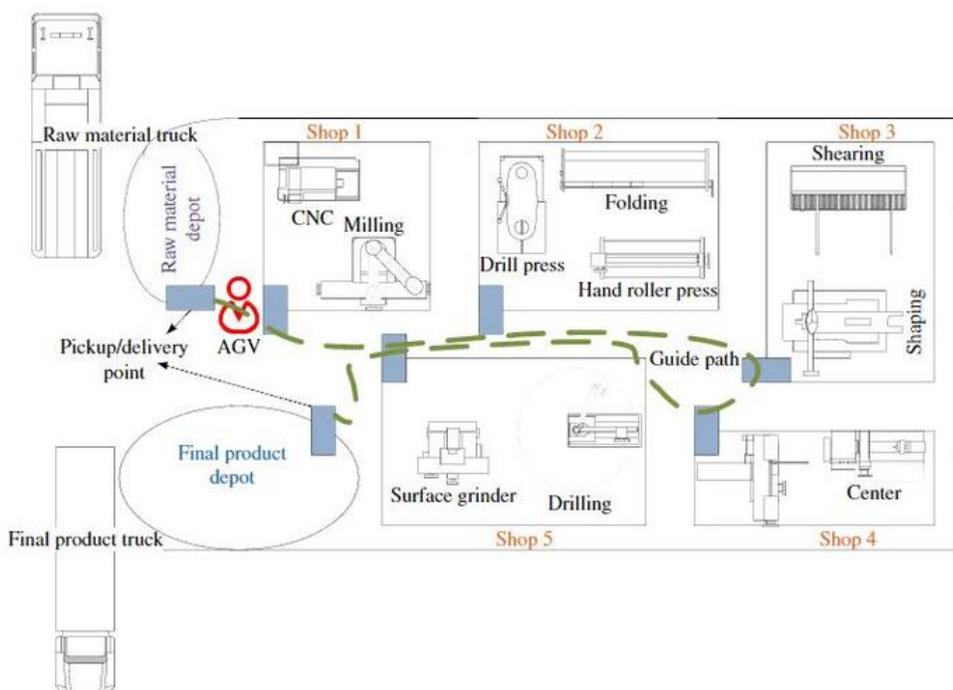


Fig. 1 A configuration of AGV-based jobshop manufacturing system

M machine suddivise in **N** gruppi di machine simili che devono lavorare **P** prodotti.

Le criticità possono essere:

- Difficoltà di trovare una sequenza ottima
- Routing complesso
- WIP a bordo macchina
- Evidenziazione dei colli di bottiglia
- Tracciabilità dei prodotti complessa

Alta Flessibilità
Bassa Produttività

Job Shop

Tecniche di ottimizzazione del mix produttivo

Esistono numerose tecniche di ottimizzazione per questa tipologia di processo produttivo. Queste tecniche devono tener conto di **numerose variabili** e possono richiedere ingenti capacità di calcolo per la loro soluzione.

Solitamente si affronta il problema come un'ottimizzazione di un problema misto-intero

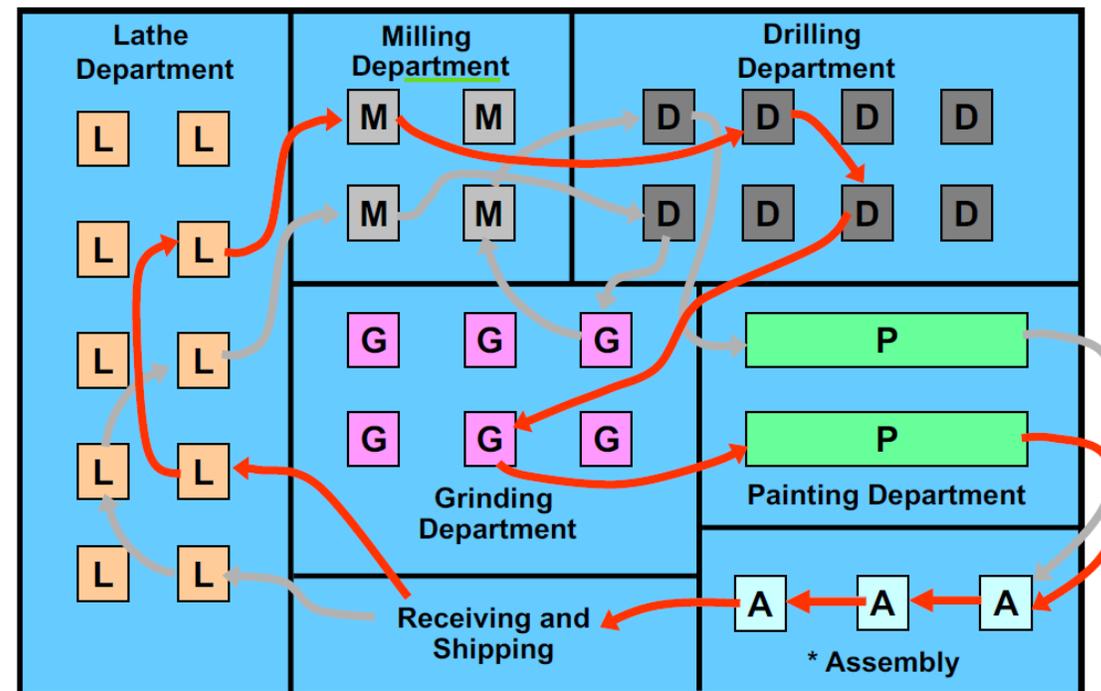
Funzione obiettivo:

$$\min \sum_{k=1}^N \sum_{m=1}^M t_{k,m} \cdot x_{k,j,m}$$

Viene minimizzato solo il tempo totale

soggetta ai seguenti vincoli:

$$\begin{cases} \sum_{m=1}^M (t_{k,m} + p_{k,m}) \cdot x_{k,j,m} \leq \sum_{m=1}^M t_{k,m} \cdot x_{k,j+1,m} \\ t_{i,m} + p_{i,m} \geq t_{j,m} + L \cdot (1 - y_{i,j,m}) \\ t_{j,m} + p_{j,m} \geq t_{i,m} + L \cdot y_{i,j,m} \\ t_{i,m} \geq 0 \forall i, m \\ y_{i,j,m} \in \{0; 1\} \forall i, j, m \end{cases}$$



Job Shop

Tecniche di ottimizzazione del mix produttivo

Esistono numerose tecniche di ottimizzazione per questa tipologia di processo produttivo. Queste tecniche devono tener conto di **numerose variabili** e possono richiedere ingenti capacità di calcolo per la loro soluzione.

Solitamente si affronta il problema come un'ottimizzazione di un problema misto-intero

Funzione obiettivo:

$$\min \sum_{k=1}^N \sum_{m=1}^M t_{k,m} \cdot x_{k,j,m}$$

Viene minimizzato solo il tempo totale

soggetta ai seguenti vincoli:

$$\left\{ \begin{array}{l} \sum_{m=1}^M (t_{k,m} + p_{k,m}) \cdot x_{k,j,m} \leq \sum_{m=1}^M t_{k,m} \cdot x_{k,j+1,m} \\ t_{i,m} + p_{i,m} \geq t_{j,m} + L \cdot (1 - y_{i,j,m}) \\ t_{j,m} + p_{j,m} \geq t_{i,m} + L \cdot y_{i,j,m} \\ t_{i,m} \geq 0 \forall i, m \\ y_{i,j,m} \in \{0; 1\} \forall i, j, m \end{array} \right.$$



Job Shop

Criticità applicative

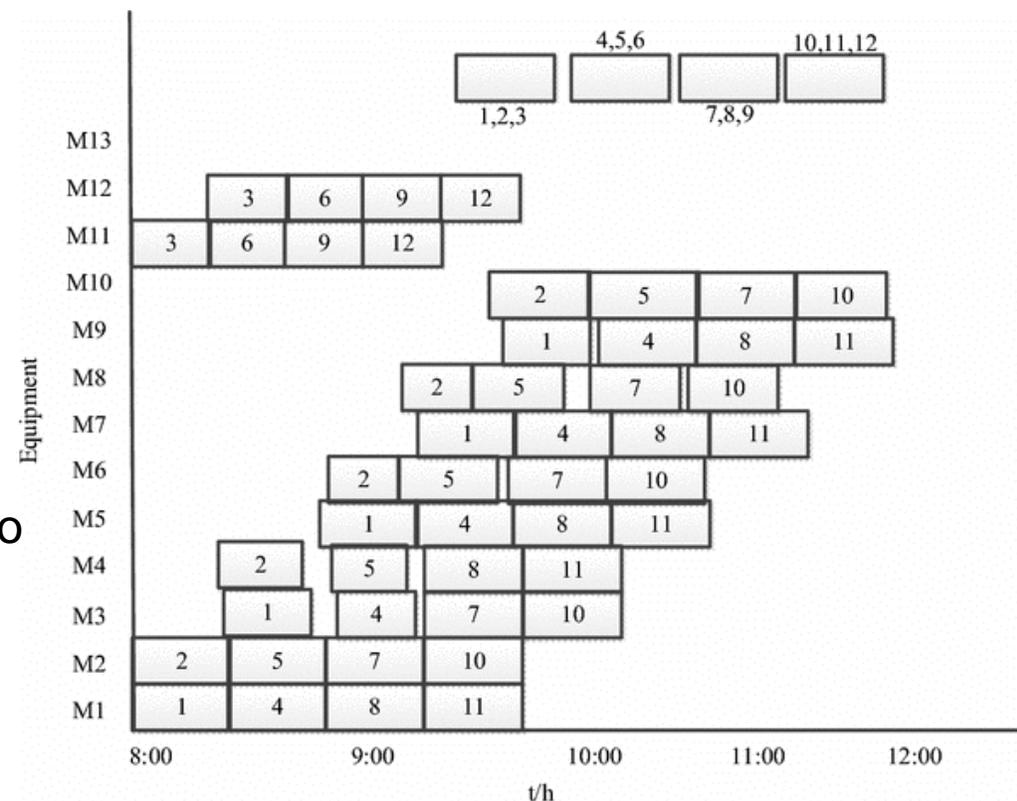
La criticità principale è il **rispetto dello scheduling** da parte degli Operatori.

A volte il **routing** è molto **complesso** ed il mix produttivo può confondere l'operatore.

Inoltre, la **sensibilità a guasti inattesi e scarti di produzione** è altissima, questi possono causare ritardi importanti sui tempi di consegna con conseguente aumento dei **costi di produzione**.

Le funzionalità di modifica **real-time** del planning è un'attività molto difficile da implementare, ma può rendere il sistema più **robusto**.

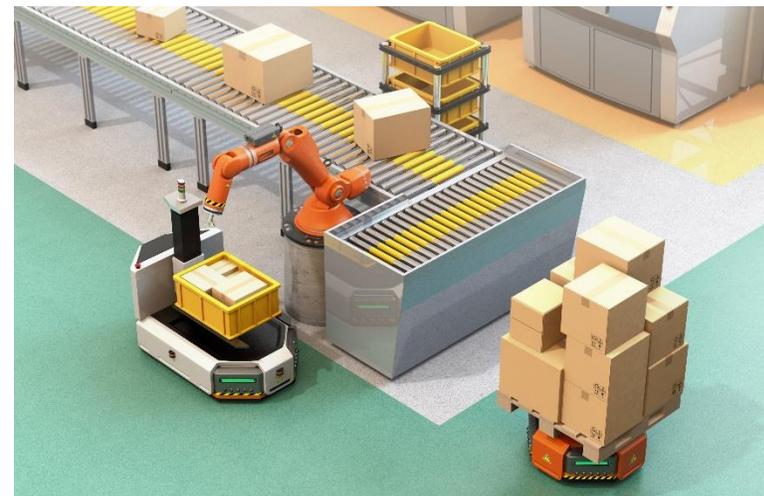
Per queste ragioni, la robotica collaborativa può diventare una tecnologia **ABILITANTE**.



Job Shop Operatore 4.0

I Vantaggi:

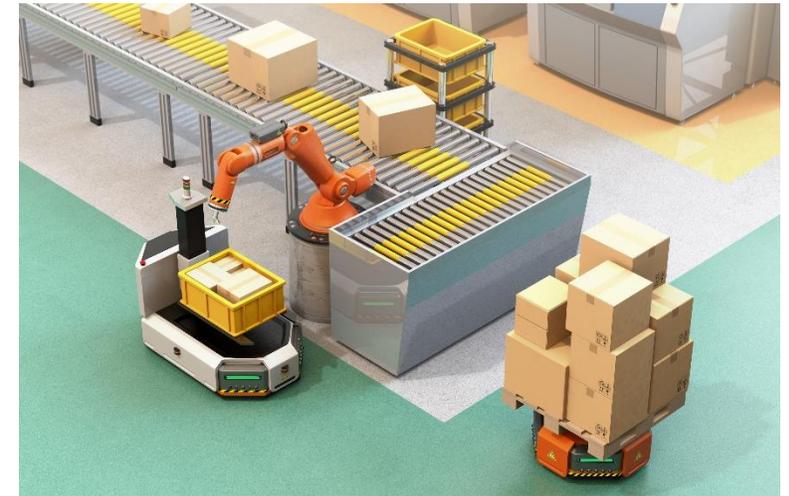
- Operatore svincolato dalla **singola lavorazione** sulla macchina
- **Trasporto** del materiale demandato al robot mobile
- **Tracciabilità real-time** dei semi-lavorati (WIP)
- Semplificazione della **raccolta dati**
- Possibilità di usare algoritmi avanzati di **pianificazione** della produzione
- Potenziale incremento del **mix produttivo**
- Diminuzione dei costi marginali per la produzione di **lotti più piccolo**
- **Riqualifica** del personale



Sviluppo Tecnologico nell'Industry 4.0

- Il sistema produttivo **Job Shop** *non nasce nella modernità*, la teoria di ottimizzazione **Flow Shop** si sviluppa tra gli anni '50 e '70.
- Anche la tecnologia dei **veicoli a movimentazione automatica** (AGV) si sviluppa soprattutto a partire dagli anni '90.

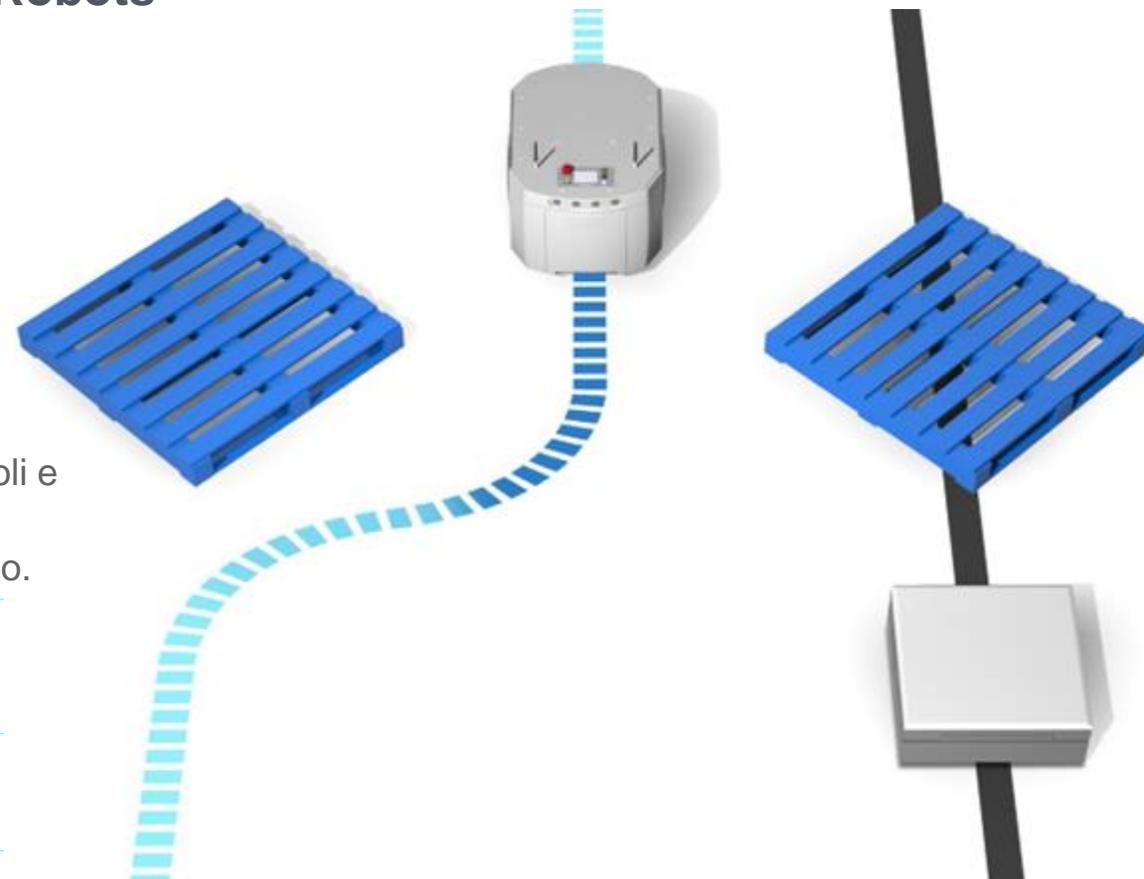
Dove sta l'innovazione
tecnologica nell'industria 4.0?



AGV vs. AMR

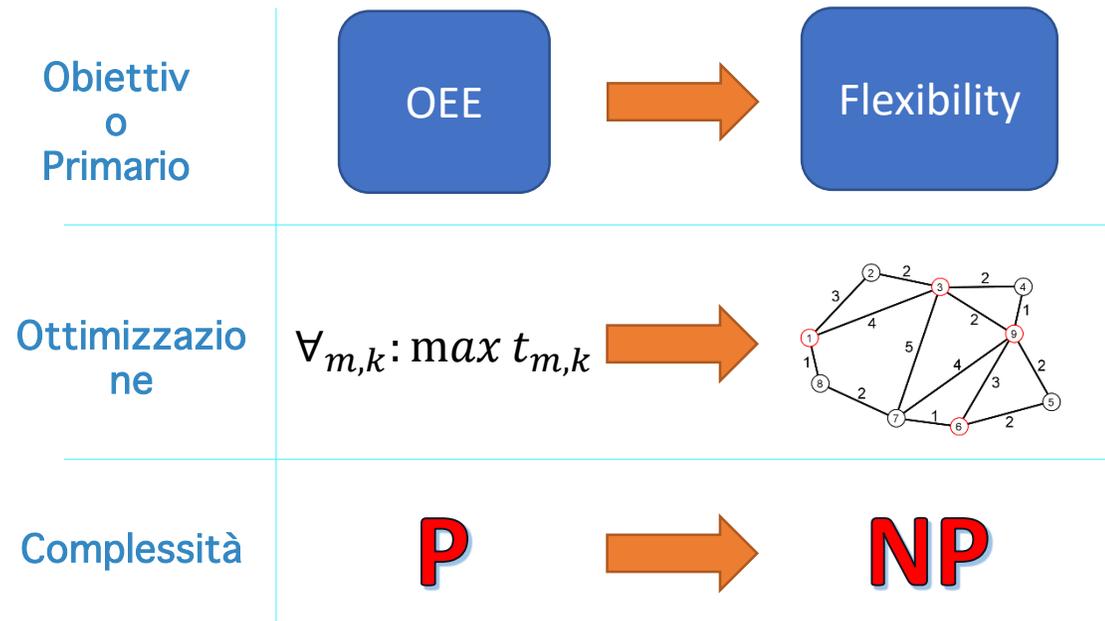
Automatic Guided Vehicles vs. Autonomous Mobile Robots

	AMR	AGV
Set Up	Pronto all'uso dopo una semplice mappatura.	Richiede guide di navigazione.
Navigazione	Naviga autonomamente ed in sicurezza senza necessità di guide fisiche o segnalatori.	Necessità di guide. E.g. Nel pavimento.
Ostacoli	Supera gli ostacoli in sicurezza e senza fermarsi.	Si ferma davanti agli ostacoli e rimane fermo fino a che l'ostacolo non viene rimosso.
Plant Exchange	Semplice	Necessarie modifiche all'impianto.
Cambio Destinazione	Semplice	Necessarie modifiche all'impianto.
Scalabilità	Semplice	Necessarie modifiche all'impianto.



Il Nuovo Problema Produttivo

L'inversione di tendenza che cavalca l'industry 4.0 è il rovesciamento dell'obiettivo di ottimizzazione:





Evoluzione del Lavoro 4.0

Sfruttare i Punti di Forza



Ad ognuno il lavoro che gratifica meglio le proprie capacità



- **Vera intelligenza adattiva**
- Capacità di **apprendere velocemente** ed accumulare esperienza
- Capacità di **visione d'insieme** e possibilità di prendere **scelte strategiche**

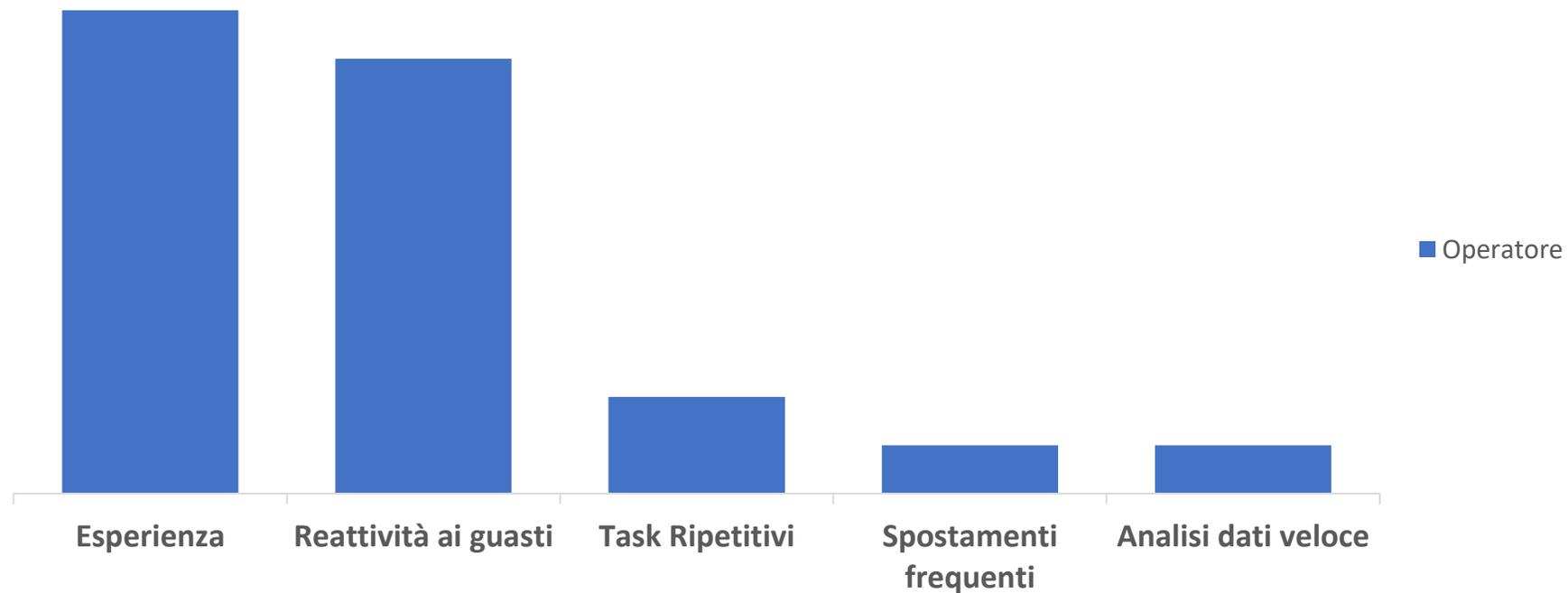
- **Difficoltà con task ripetitivi (alienazione)**
- **Difficoltà nella gestione della tracciabilità**

- **Adattabilità** a situazioni impreviste
- Sostituzione delle **attività a valore aggiunto nullo**, non sostituzione dell'**operatore**
- Capacità di **lavorare in sicurezza** con operatori ed altre macchine

- **Ottimo per task ripetitivi (scopo della robotica)**
- **Tracciabilità viene gestita in autonomia dalla macchina**

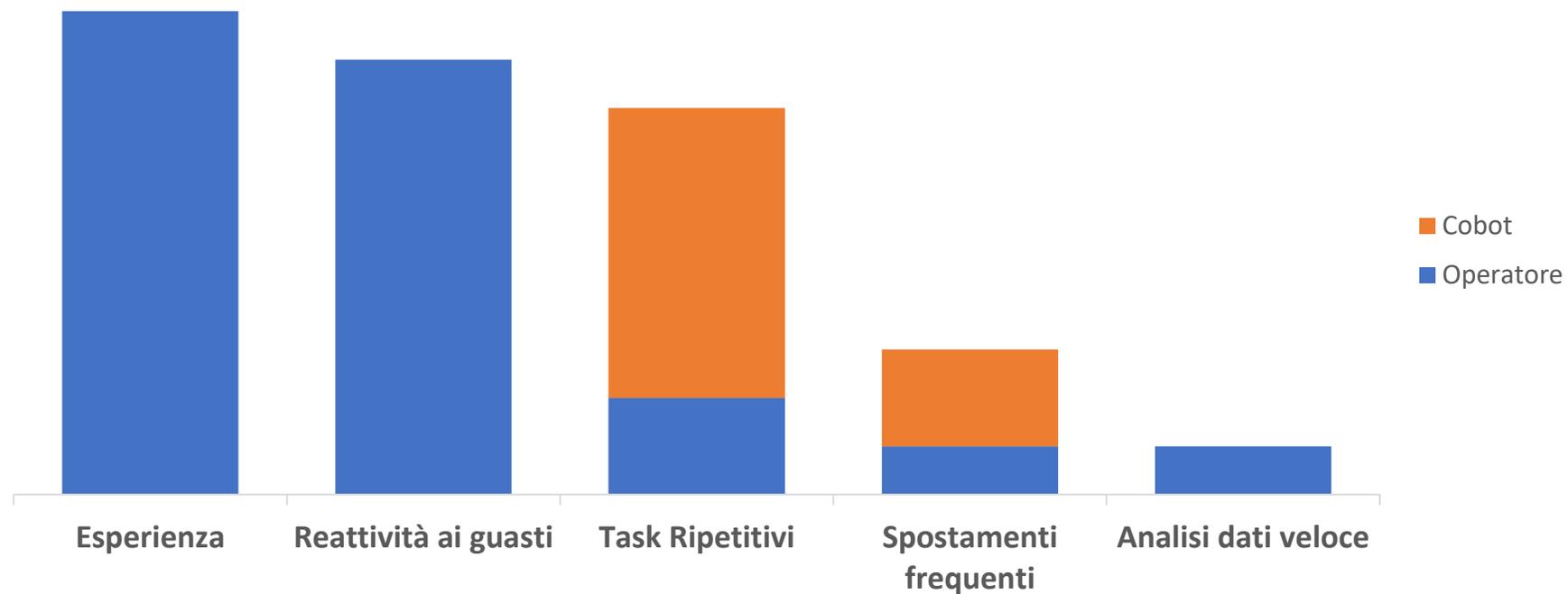
Operatore 4.0

Tecnologie abilitanti



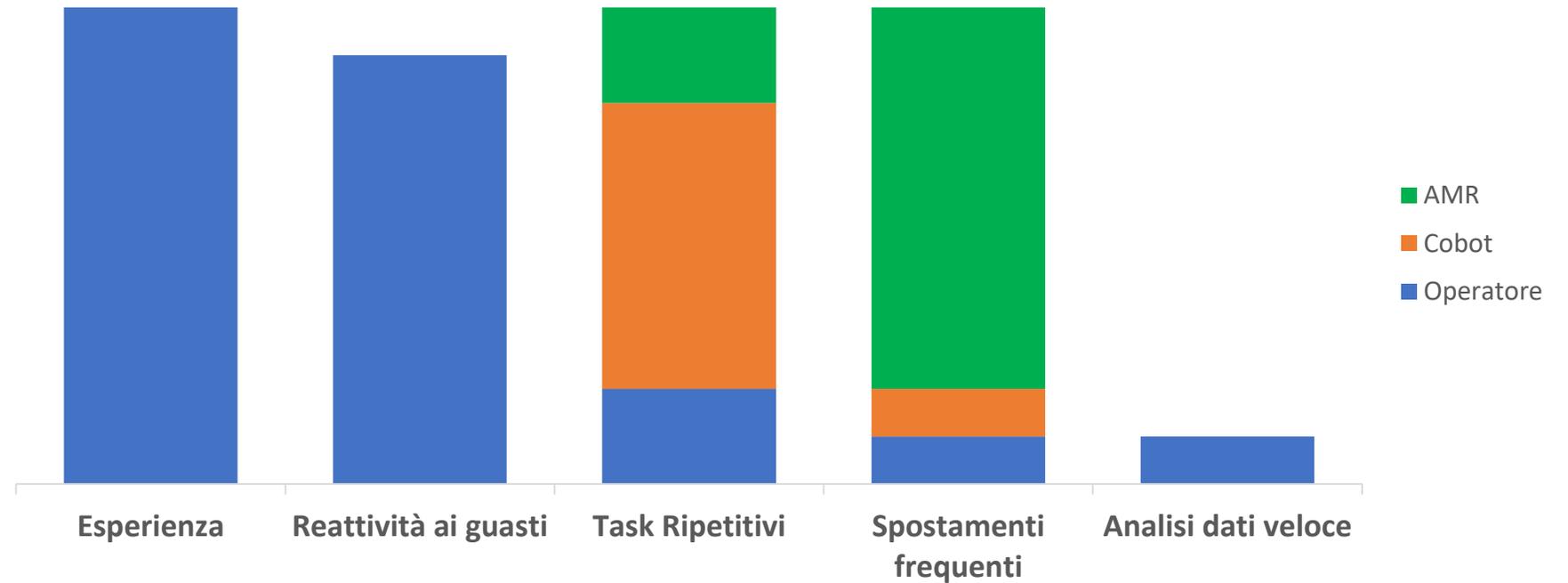
Operatore 4.0

Tecnologie abilitanti



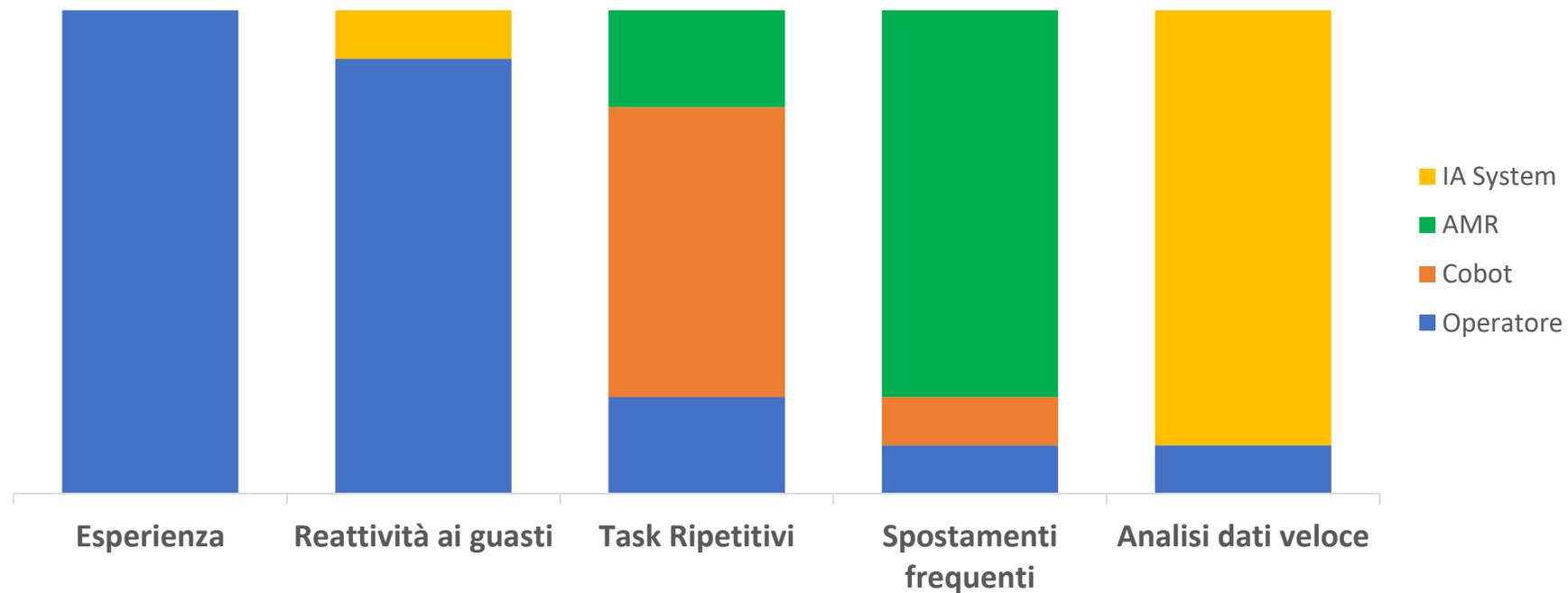
Operatore 4.0

Tecnologie abilitanti



Operatore 4.0

Tecnologie abilitanti



Come sfruttare i dati

In Italia, abbiamo operatori altamente specializzati che, con l'aiuto delle nuove tecnologie, possono dare un valore aggiunto incredibile.

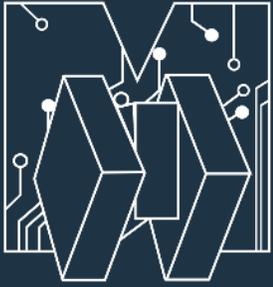
Completamente liberi da mansioni ripetitive ed alienanti, possono essere il sistema reattivo per migliorare i processi produttivi nei quali sono coinvolti.

Analisi → Valutazione → Decisione → Reazione

Per creare un efficace ciclo sempre più ottimizzato ed efficace

4.0





FORUMECCATRONICA

OMRON

GRAZIE PER L'ATTENZIONE!