

XVI GIORNATA

SICUREZZA CANTIERI

IL FUTURO DEL CANTIERE È DIGITALE

Sala Conferenze ANCE Cremona, venerdì 24 ottobre 2025

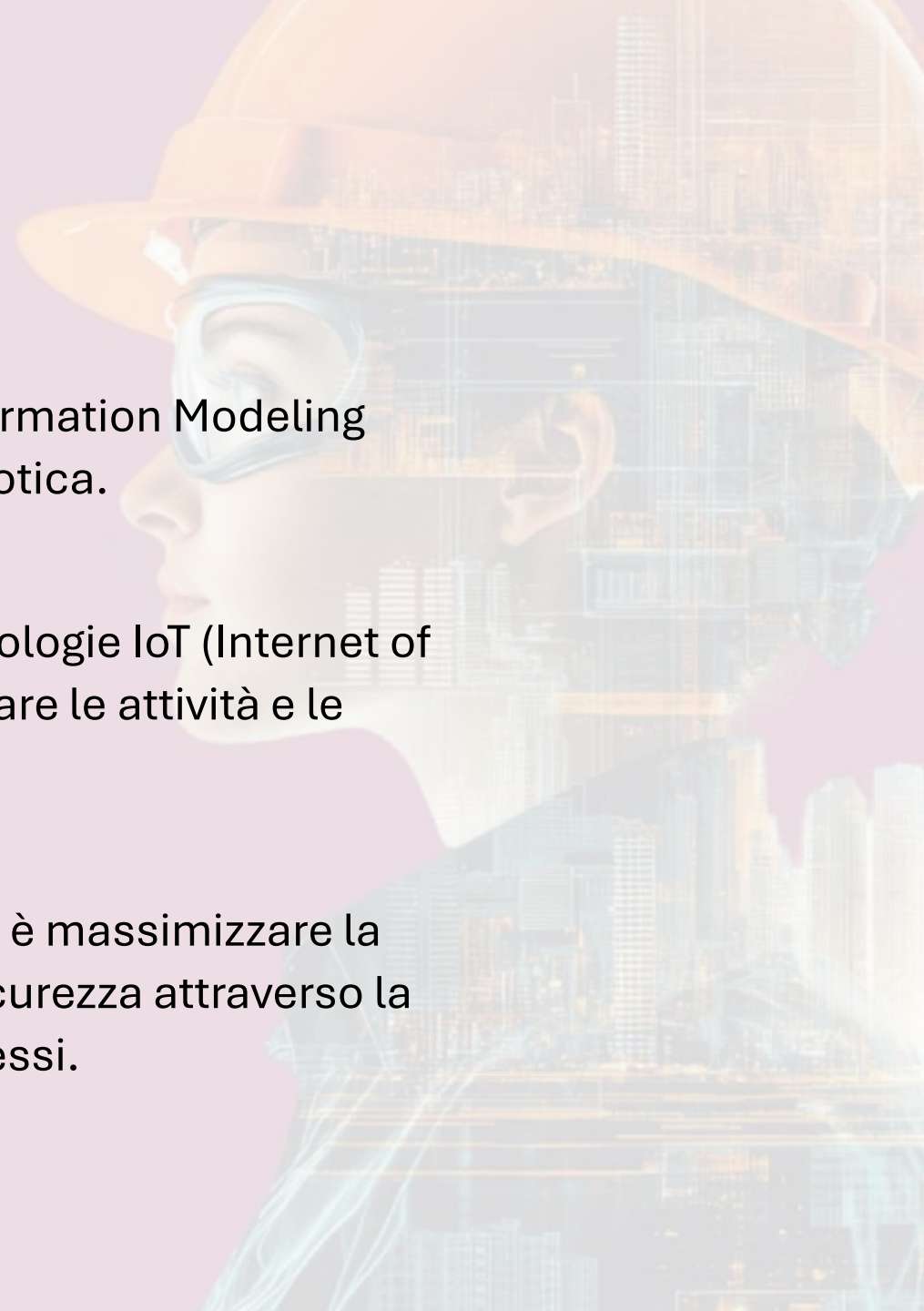
IL CANTIERE 4.0: LA DIGITALIZZAZIONE AL SERVIZIO DELLA SICUREZZA

Elisabetta Bondioni, Ente Scuola Edile Cremonese - CPT



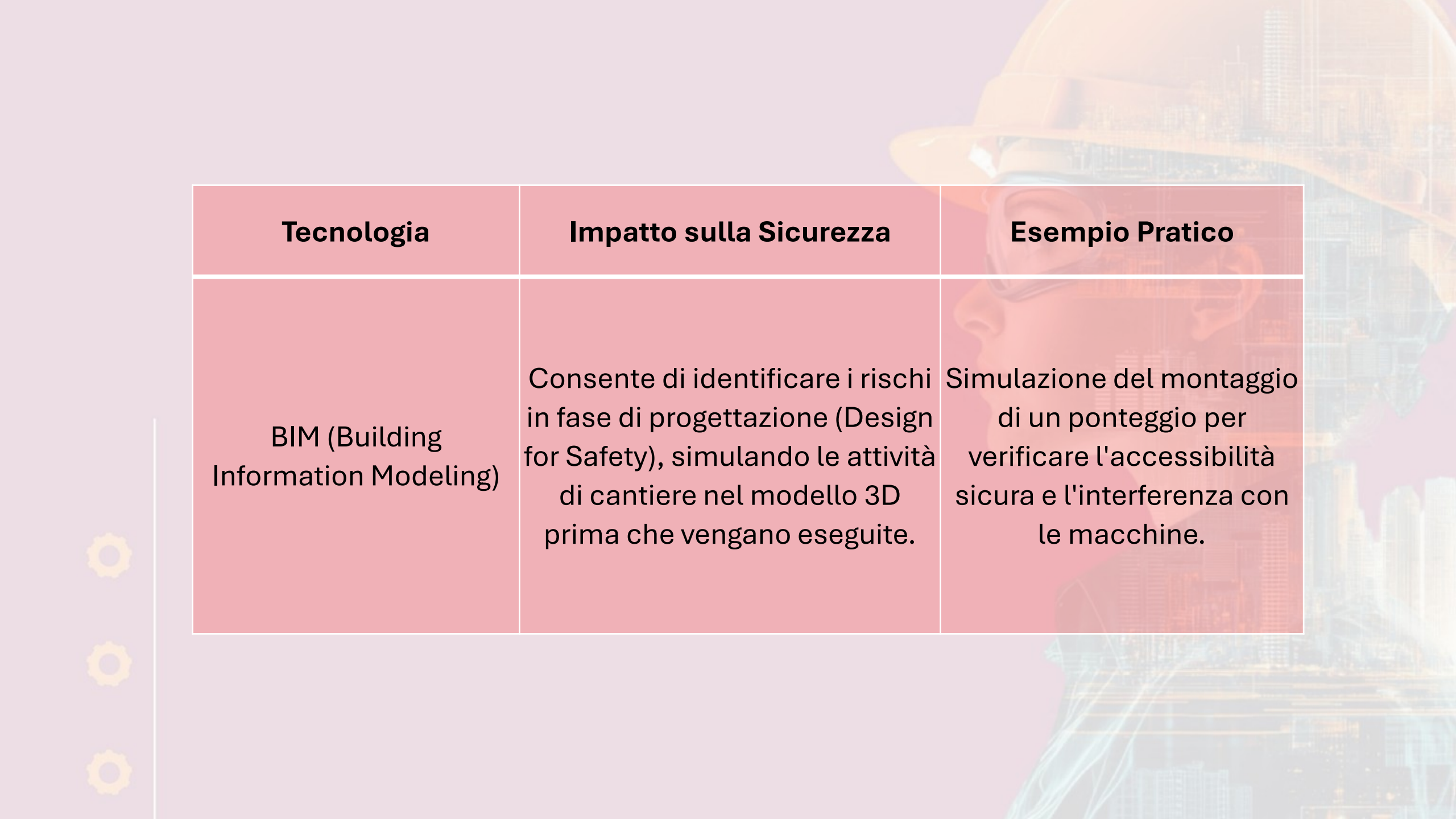
Cantiere 4.0 (La Rivoluzione Digitale)

- **Tecnologie avanzate:** Integrazione di Building Information Modeling (BIM), droni per rilievi, realtà aumentata (AR) e robotica.
- **Digitalizzazione e interconnessione:** Uso di tecnologie IoT (Internet of Things), sensori e dispositivi connessi per monitorare le attività e le attrezzature in tempo reale.
- **Efficienza e ottimizzazione:** L'obiettivo principale è massimizzare la produttività, ridurre i tempi morti e migliorare la sicurezza attraverso la gestione digitale dei dati e l'automazione dei processi.



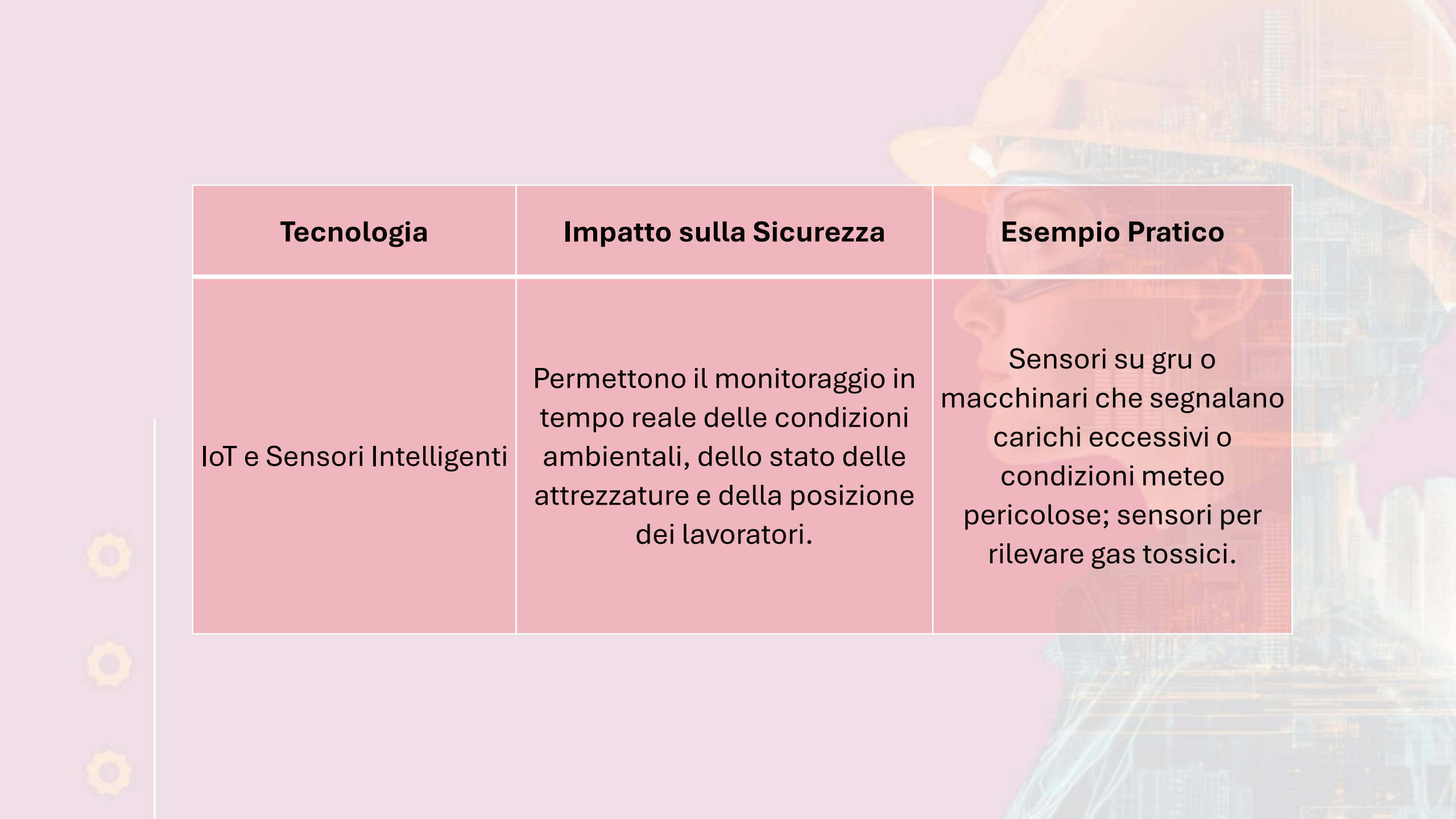
Il Cantiere 4.0 può rappresentare una vera e propria rivoluzione per la **sicurezza sul lavoro** grazie alla digitalizzazione e all'integrazione tecnologica.



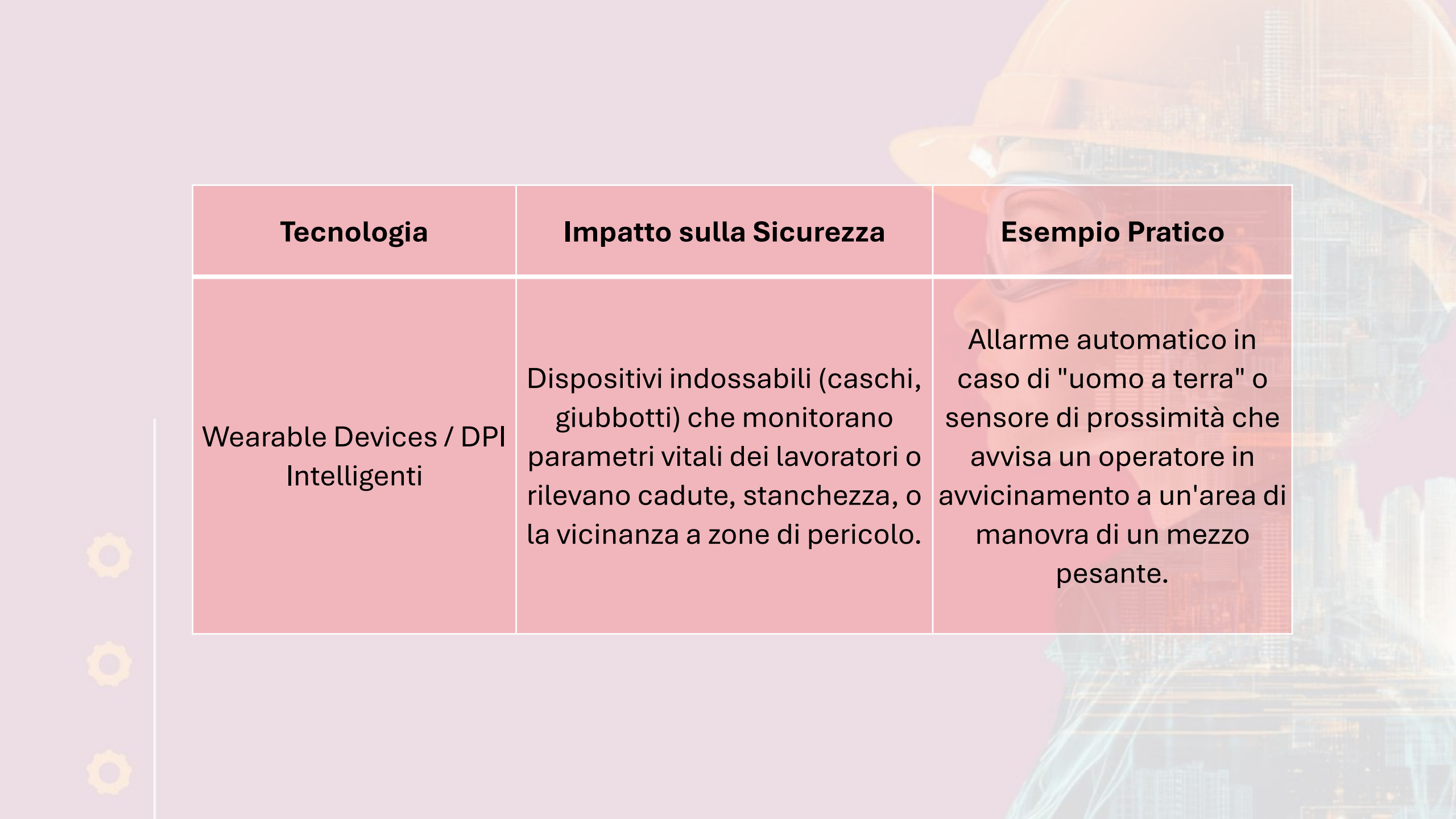


Tecnologia	Impatto sulla Sicurezza	Esempio Pratico
BIM (Building Information Modeling)	Consente di identificare i rischi in fase di progettazione (Design for Safety), simulando le attività di cantiere nel modello 3D prima che vengano eseguite.	Simulazione del montaggio di un ponteggio per verificare l'accessibilità sicura e l'interferenza con le macchine.



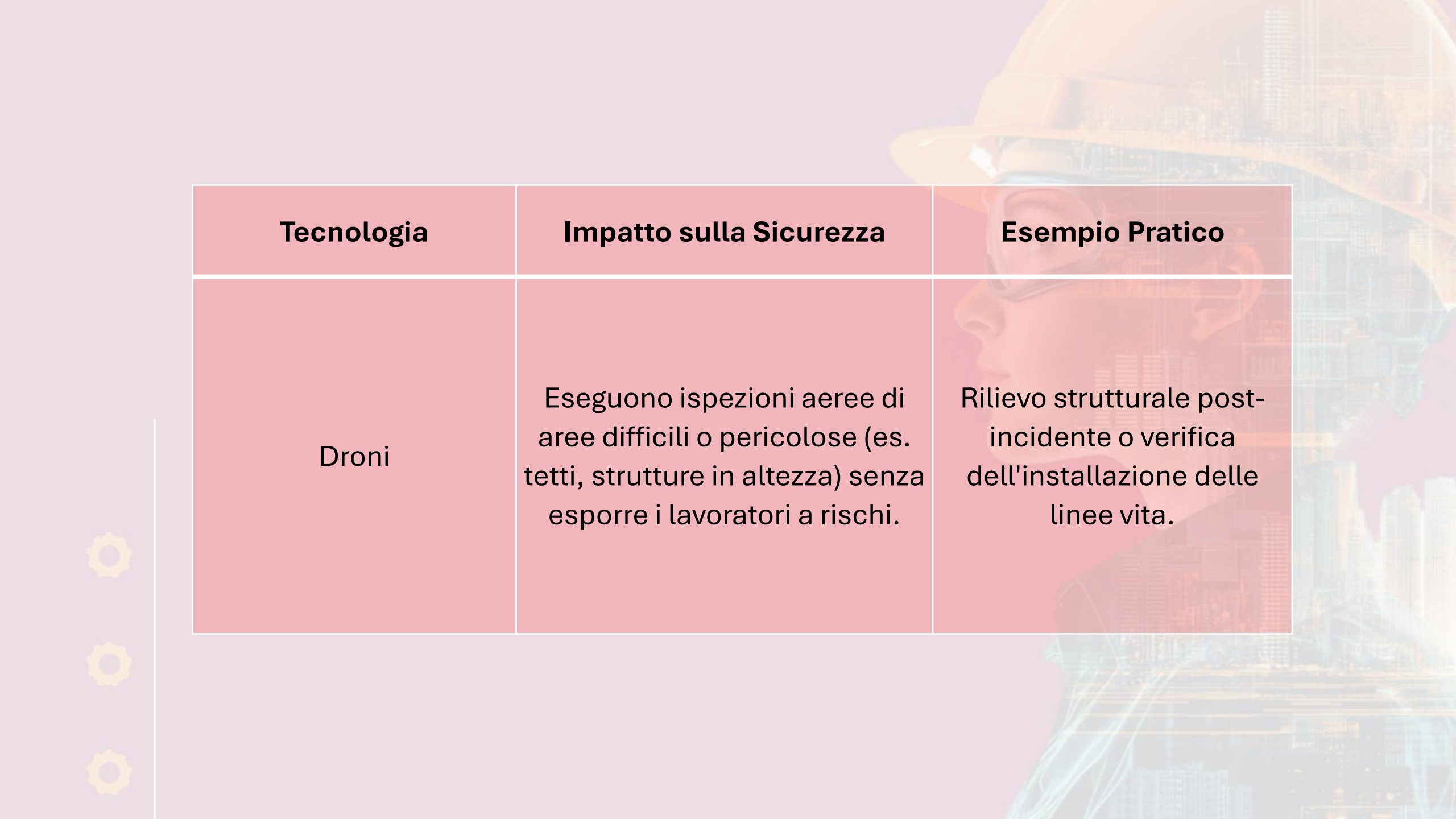


Tecnologia	Impatto sulla Sicurezza	Esempio Pratico
IoT e Sensori Intelligenti	Permettono il monitoraggio in tempo reale delle condizioni ambientali, dello stato delle attrezzature e della posizione dei lavoratori.	Sensori su gru o macchinari che segnalano carichi eccessivi o condizioni meteo pericolose; sensori per rilevare gas tossici.



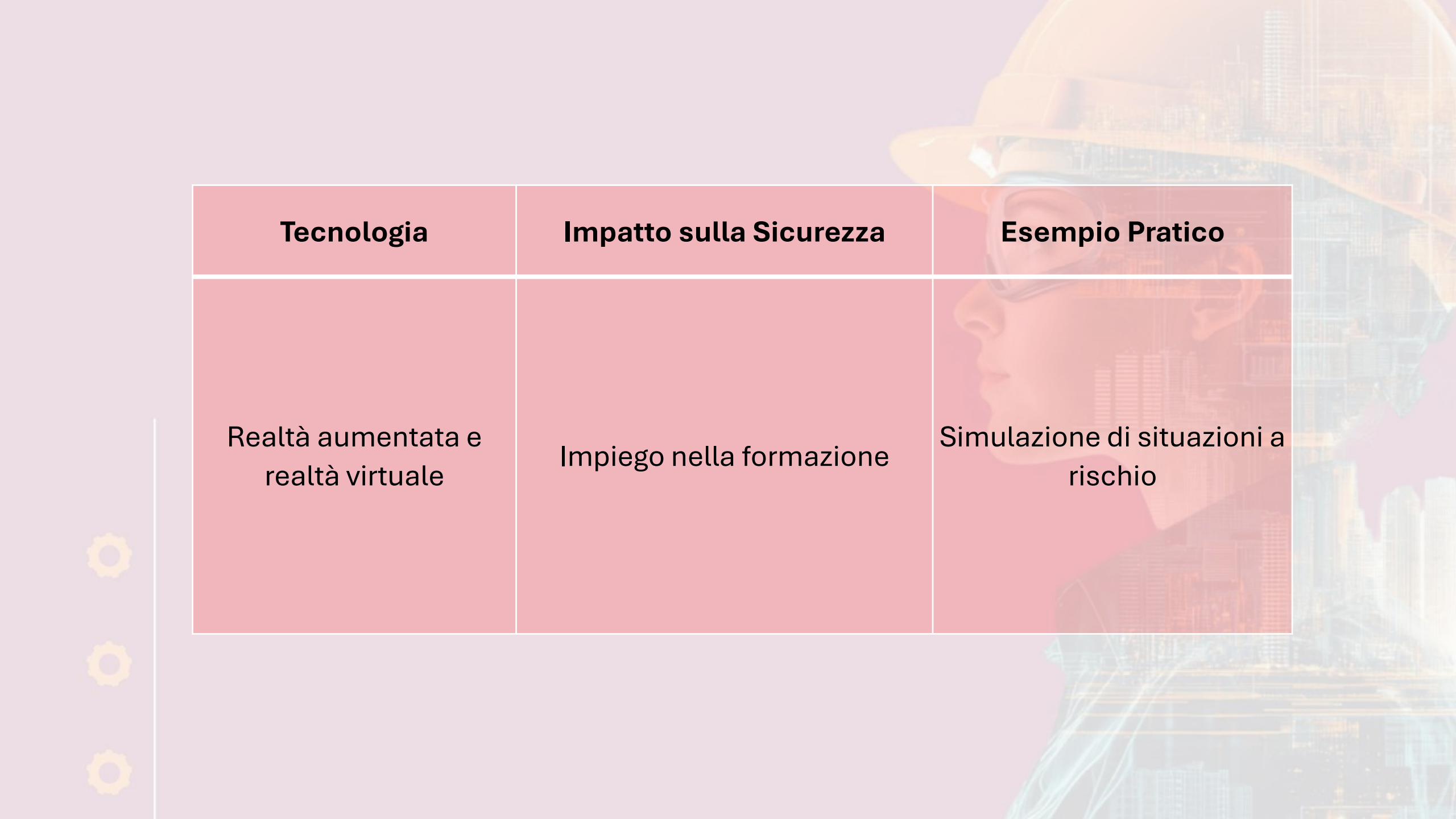
Tecnologia	Impatto sulla Sicurezza	Esempio Pratico
Wearable Devices / DPI Intelligenti	Dispositivi indossabili (caschi, giubbotti) che monitorano parametri vitali dei lavoratori o rilevano cadute, stanchezza, o la vicinanza a zone di pericolo.	Allarme automatico in caso di "uomo a terra" o sensore di prossimità che avvisa un operatore in avvicinamento a un'area di manovra di un mezzo pesante.





Tecnologia	Impatto sulla Sicurezza	Esempio Pratico
Droni	Eseguono ispezioni aeree di aree difficili o pericolose (es. tetti, strutture in altezza) senza esporre i lavoratori a rischi.	Rilievo strutturale post-incidente o verifica dell'installazione delle linee vita.





Tecnologia	Impatto sulla Sicurezza	Esempio Pratico
Realtà aumentata e realtà virtuale	Impiego nella formazione	Simulazione di situazioni a rischio



Intelligenza Artificiale (IA) e Prevenzione dei Rischi 🧠

L'**Intelligenza Artificiale** sfrutta i dati digitali per analisi complesse e per automatizzare i processi di controllo, portando la sicurezza a un livello predittivo.

- **Analisi Predittiva degli Incidenti:**

- L'IA analizza i **dati storici** (incidenti, quasi-incidenti, non conformità, condizioni meteo) per identificare **modelli di rischio** e prevedere le aree o le attività con maggiore probabilità di infortunio.
- Fornisce **allerta** in tempo utile per l'adozione di misure preventive specifiche.



- **Visione Artificiale (Computer Vision):**

- Utilizzo di telecamere (fisse, su droni) e IA per **monitorare automaticamente** il cantiere.
- **Rilevamento in tempo reale** di comportamenti pericolosi (mancato uso del DPI come caschi o imbracature).
- Verifica che i **macchinari** operino entro i parametri di sicurezza stabiliti e che le aree di accesso siano conformi.
- Riconoscimento di **persone non autorizzate** o che si avvicinano troppo a zone a rischio (es. aree di sollevamento carichi).

- **Robotica e Automazione:**

- Impiego di droni per l'**ispezione** di aree ad alto rischio (strutture in altezza, luoghi difficilmente accessibili), riducendo l'esposizione umana al pericolo.
- Robot per attività pericolose o ripetitive, come la demolizione o la saldatura, minimizzando il rischio per l'uomo.

- **Formazione Avanzata (VR/AR):**

- L'IA può personalizzare i **programmi di formazione** in Realtà Virtuale (VR) e Aumentata (AR) in base ai profili di rischio individuali e alle specificità del cantiere, simulando scenari pericolosi in un ambiente sicuro.





I vantaggi dell'applicazione dell'IA nel settore delle costruzioni, ed in particolare per quanto riguarda il miglioramento delle condizioni di sicurezza del cantiere, possono essere sintetizzati in **5 macro-ambiti operativi**:

Prevenzione o riduzione degli incidenti

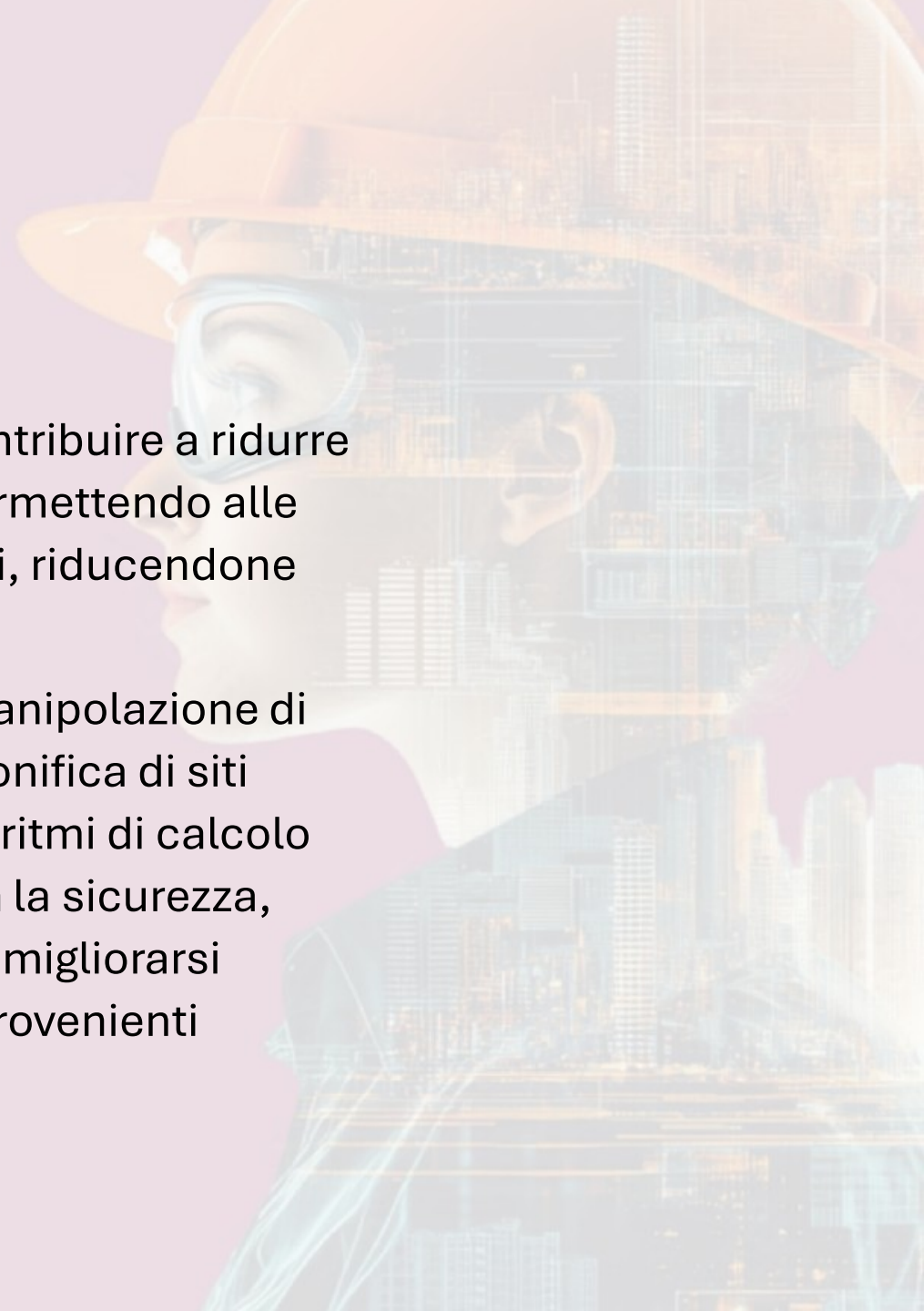
L'IA può essere adoperata per monitorare e supervisionare le condizioni generali di sicurezza del cantiere, nonché i lavoratori stessi, monitorandone l'**idoneità e la capacità di giudizio**. Basti pensare all'integrazione nei sistemi di videosorveglianza di sistemi a riconoscimento facciale in grado di monitorare le espressioni del lavoratore, rilevandone indicatori di stanchezza, come sbadigli, palpebre pesanti, disattenzione, etc. Gli algoritmi possono analizzare una vasta quantità di **dati storici su incidenti, *near miss* e modelli comportamentali**, interpolandoli con vari fattori come condizioni metereologiche, tipo di lavorazione in corso, orario e comportamento dei lavoratori, per identificare correlazioni che potrebbero essere indice di un potenziale incremento del rischio in un determinato momento della giornata o in un'area specifica del cantiere.



Automazione delle attività più pericolose

L'automazione di alcuni processi ed attività può contribuire a ridurre drasticamente alcuni rischi presenti in cantiere, permettendo alle maestranze di concentrarsi su lavori meno rischiosi, riducendone l'esposizione.

Si pensi ad esempio ad attività che prevedono la manipolazione di sostanze pericolose, come vernici o collanti, o la bonifica di siti contaminati. Utilizzando la machine learning e algoritmi di calcolo predittivo, si elimina l'errore umano e si incrementa la sicurezza, permettendo al contempo all'intelligenza stessa di migliorarsi continuamente apprendendo nuove informazioni provenienti dall'ambiente esterno.



Identificazione dei pericoli e delle falle nella sicurezza

Riconoscimento facciale e sensoristica indossabile possono monitorare l'idoneità del lavoratore a determinati compiti e garantirne il benessere. Integrando **sensoristica indossabile** (es smartwatch) con l'IA è possibile, ad esempio, monitorare lo **stato di salute del lavoratore** remoto o isolato, avvisando il suo preposto quando i parametri vitali mutano o superano una determinata soglia di attenzione, oppure possono rilevare variazioni di temperatura, differenze comportamentali, errori nelle macchine ed attrezzature, potenziali pericoli o fonti di rischio, permettendo un intervento tempestivo ed efficace. L'IA potrebbe inoltre prevedere **minacce di intrusione, aumentando automaticamente la sorveglianza in alcune aree più a rischio.**



Monitoraggio della sicurezza del cantiere

Combinando le potenzialità dell'IA alla sensoristica e all'IoT, è possibile creare una rete intelligente di monitoraggio continuativo e costante del cantiere, rilevando parametri ambientali come il livello di rumore, la qualità dell'aria, la temperatura e la posizione dei lavoratori. Utilizzando una tecnologia di mappatura avanzata è possibile rilevare se i lavoratori indossano i DPI richiesti per la specifica attività/mansione che stanno svolgendo o se sono muniti dello specifico **DPI** previsto in una determinata area del cantiere. È possibile, inoltre, **monitorare costantemente le condizioni delle macchine e delle infrastrutture**, per rilevare anomalie e segni di deterioramento e programmare la manutenzione periodica prima che si verifichino guasti o eventi critici. L'IA può analizzare dati meteorologici in tempo reale e prevedere **condizioni meteorologiche** avverse come tempeste, forti venti o intense nevicate; quando viene rilevata una minaccia, il sistema può attivare allarmi per sospendere temporaneamente le attività in cantiere, proteggendo così i lavoratori dalle condizioni pericolose.

Formazione, informazione ed addestramento dei lavoratori

L'IA offre strumenti preziosi per la formazione dei lavoratori. La **realtà virtuale (VR)** e la **realtà aumentata (AR)**, alimentate dall'IA, possono fornire simulazioni realistiche delle condizioni di cantiere, consentendo ai lavoratori di acquisire esperienza pratica del luogo e delle attività senza esporsi al rischio, ma migliorandone sensibilmente la consapevolezza. Queste simulazioni possono coprire una vasta gamma di situazioni, dalla gestione delle attrezzature alla risposta agli incidenti ed alle situazioni di emergenza come incendi, terremoti, fughe di gas o evacuazioni.



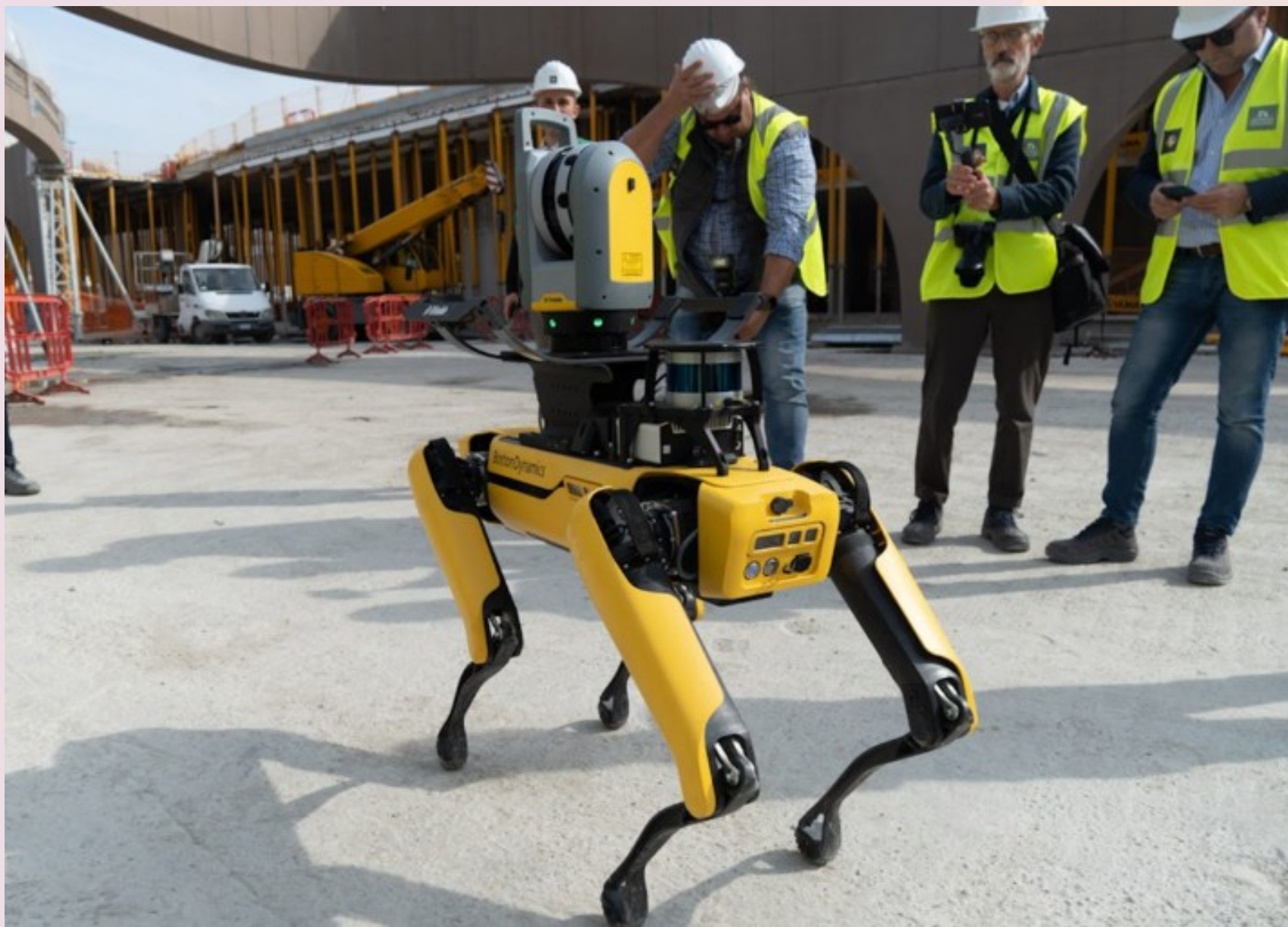




















https://youtu.be/-e1_QhJ1EhQ?si=m_2fgMlkdT8gDV00



Cantiere 5.0 (L'Era dell'Uomo e della Sostenibilità)

Il "Cantiere 5.0" rappresenta l'evoluzione del 4.0, spostando il focus dalla sola efficienza tecnologica a una visione più olistica, che integra la **sostenibilità ambientale** e il **benessere umano** al centro del processo produttivo. È in linea con i nuovi incentivi del Piano Transizione 5.0. I pilastri includono:

Sostenibilità: Adozione di pratiche di economia circolare, utilizzo di materiali a basso impatto ambientale e miglioramento dell'efficienza energetica del cantiere stesso e dell'edificio finale.

Centralità dell'uomo: La tecnologia viene utilizzata per supportare e valorizzare il lavoro umano, non solo per sostituirlo. Si punta a migliorare la sicurezza, l'ergonomia e le condizioni lavorative degli operatori.

Resilienza e personalizzazione: Capacità di adattarsi rapidamente ai cambiamenti e di soddisfare esigenze sempre più specifiche, superando la logica della produzione di massa.





GRAZIE

