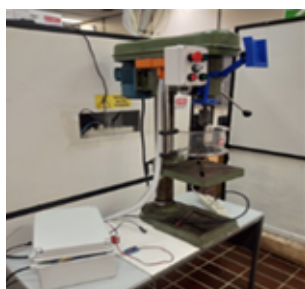


## MACHINE LEARNING PER MACCHINE DA OFFICINA

### Finalità del progetto

L'obiettivo del modello di machine learning realizzato è quello di dimostrare come l'implementazione di tali sistemi possa incrementare i livelli di sicurezza in una macchina o impianto e garantirli "just in time" riuscendo a prevedere situazioni di pericolo e possibili incidenti attraverso il monitoraggio continuo dei parametri di lavorazione significativi dell'attrezzatura di lavoro.



### Descrizione della soluzione tecnologica

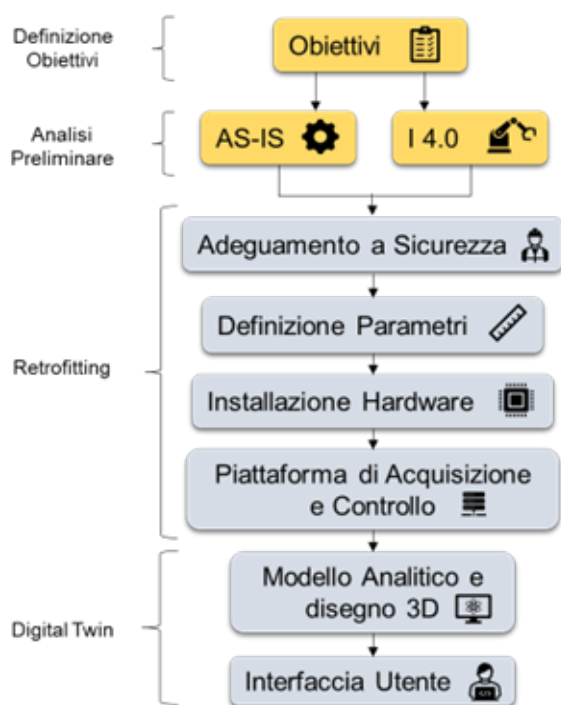
La soluzione consiste nella realizzazione di un modello digital twin di una macchina diffusa nella quasi totalità delle officine meccaniche, il trapano a colonna, e della relativa implementazione di strumenti di *visual analytics* e delle necessarie interfacce utente (*dashboard*) per consentire la consultazione immediata dello stato dell'impianto e il rilevamento di anomalie, migliorando così i livelli di sicurezza per l'operatore durante la lavorazione.

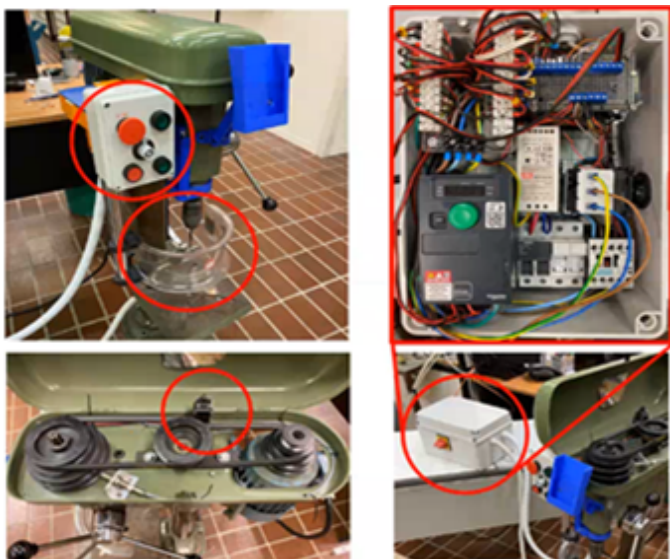
Il trapano a colonna oggetto d'intervento monta un motore asincrono trifase da 750 watt e un mandrino che può alloggiare punte di diametro massimo di 18 mm. La velocità di rotazione del mandrino è modificabile grazie al gruppo di trasmissione composto da pulegge e cinghie. È presente il comando di accensione e spegnimento manuale, ma la macchina non è dotata di alcun sistema di monitoraggio e controllo e necessita d'interventi di adeguamento alla normativa cogente in materia di sicurezza. Infatti, la macchina oggetto dell'applicazione è un trapano a colonna non marcato CE (ovvero immesso sul mercato antecedentemente all'emanazione della direttiva di prodotto applicabile - direttiva macchine).

Proprio in virtù di tale condizione è stata condotta un'analisi preliminare mediante il *software* Inail "Valutazione macchine non CE" volta a focalizzare gli eventuali interventi correttivi sul trapano a colonna oggetto di intervento, in relazione ai pertinenti requisiti di sicurezza, che il suddetto software permette di individuare, di cui all'allegato V al d.lgs. 81/08.

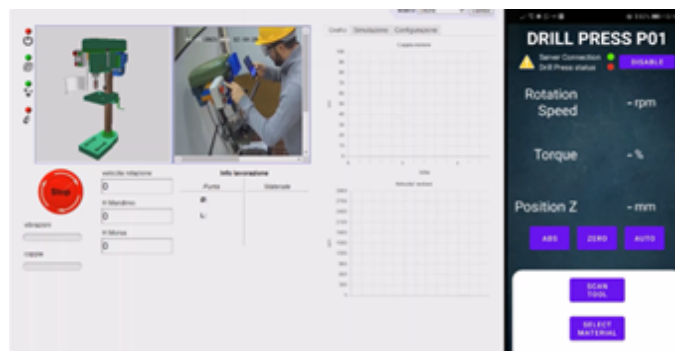


La macchina è stata quindi sensorizzata per poter monitorare in continuo i parametri funzionali e acquisire così i dati relativi al suo comportamento. Nello specifico si è realizzato un pannello di comando installato frontalmente all'operatore che, oltre al pulsante di avvio e arresto, è provvisto di uno stop di emergenza collegato ad un circuito di auto ritenuta con riarmo manuale. L'intero pannello dei comandi, tramite un trasformatore, è stato portato alla bassa tensione di 24 volt. Per prevenire i pericoli di natura meccanica e di proiezione è stata installata una paratia mobile, collegata al circuito di alimentazione che consente di far partire la macchina solo quando essa è chiusa. Lo stesso principio è stato utilizzato per il carter delle pulegge dove è stato inserito un interruttore normalmente chiuso che stacca l'alimentazione se viene aperto. Successivamente sono stati individuati tutti quei parametri funzionali direttamente coinvolti nelle fasi di lavorazione e per i quali un'eventuale anomalia può comportare l'insorgere di condizioni di rischio per la sicurezza dell'operatore. La scelta di questi parametri è ricaduta su: coppia erogata dal motore; abbassamento del mandrino; posizione ed inclinazione della tavola portapezzo; vibrazioni della tavola; velocità di rotazione del motore e del mandrino. Sono stati quindi installati: un potenziometro lineare a slitta per l'abbassamento del mandrino; un sensore di distanza ad ultrasuoni per "leggere" la posizione della tavola; un sensore induttivo "pnp" per rilevare la velocità di rotazione





Ogni macchina è dotata di un codice identificativo il quale è riportato anche su un *barcode* posto in prossimità di quest'ultima. Una volta autenticato l'operatore può scansionare il *barcode* della macchina che ha intenzione di utilizzare. Se dotato dei permessi di utilizzo l'operatore può oltre che attivare la macchina anche accedere ad un'interfaccia specifica per la macchina in oggetto. L'interfaccia permette di monitorare tutti i principali parametri di lavorazione, consigliare parametri di lavorazione adeguati recuperandoli dal database aziendale ed allertare l'operatore in caso di malfunzionamento.



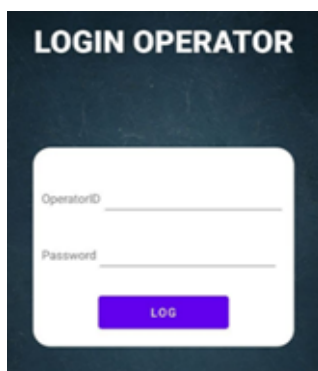
La pagina html serve a visualizzare lo stato del trapano e dell'inverter. Vengono mostrati dei led a sinistra che indicano lo stato on/off della connessione all'inverter, e dell'apertura di carter e ripari. In basso vengono mostrati i parametri di funzionamento del trapano come la velocità e alcune info relative alla punta del trapano e al materiale lavorato. Nella parte destra sono indicate in grafico la coppia e la velocità del motore.

### Scenari applicativi

Il sistema realizzato ha come ambito applicativo principalmente il settore delle officine meccaniche e quindi delle piccole e medie imprese del settore metal meccanico. Tuttavia, il modello di machine learning realizzato, che si sviluppa attraverso una serie di attività che possono essere raccolte in 4 macro-step: preparazione dei dati, selezione degli algoritmi che garantiscono migliori performance in termini di sicurezza dell'operatore, miglioramento dei parametri utilizzati negli algoritmi, valutazione dei risultati, può essere esportato in tutti i settori dove sono presenti macchine per le quali vi è la necessità di adeguamento in termini di sicurezza operativa.

del mandrino; un giroscopio e un accelerometro integrati in un "mems" per conoscere l'inclinazione e le vibrazioni della tavola. Infine la coppia e la velocità del motore è possibile leggerli tramite una funzione dell'inverter che permette anche di impostare la stessa velocità del motore.

È stata poi implementata una piattaforma hardware e software per il controllo, l'acquisizione di tutte le informazioni e la loro trasmissione alla rete locale. Per l'interfaccia con il web il sistema comunica attraverso un protocollo di comunicazione chiamato *web socket* che permette una trasmissione delle informazioni bidirezionale multiutente. L'applicazione sviluppata può essere utilizzata per gestire sia i permessi di utilizzo che le fasi operative di un parco macchine eterogeneo. All'avvio ogni operatore deve identificarsi attraverso una specifica interfaccia di Login per gestire sia i permessi di utilizzo che le fasi operative di un parco macchine eterogeneo.



### PER ULTERIORI INFORMAZIONI

Contatti: dit@inail.it

### PAROLE CHIAVE

Adeguamento; Digital twin; Sicurezza macchine; Trapano