



UNIVERSITÀ
degli STUDI
di CATANIA



Dipartimento di Ingegneria Elettrica, Elettronica e Informatica

A Predictive Maintenance model based on Industry 4.0 Asset Administration Shell

Salvatore Cavalieri
Marco Giuseppe Salafia

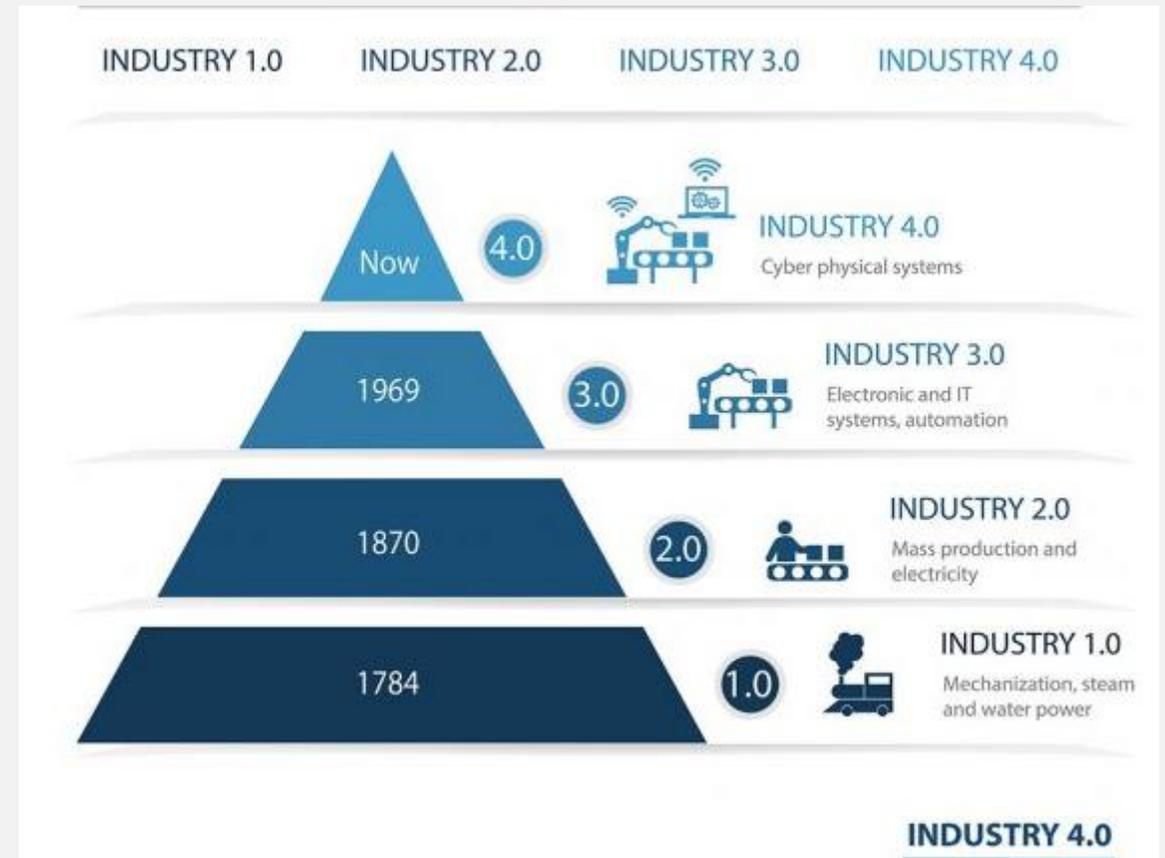
Università degli studi di Catania
Dipartimento di Ingegneria Elettrica, Elettronica
e Informatica (DIEEI)

5th Italian Workshop on Embedded Systems (IWES)
8-9 February 2021



Industria 4,0

- La quarta rivoluzione industriale è incentrata sulla creazione di nuovi modelli di business sfruttando le informazioni esistenti nella catena di valore.
 - Processi di produzione **flessibili** e innovativi che apportano un valore.
 - Connettere i processi di business superando i limiti fisici delle compagnie.



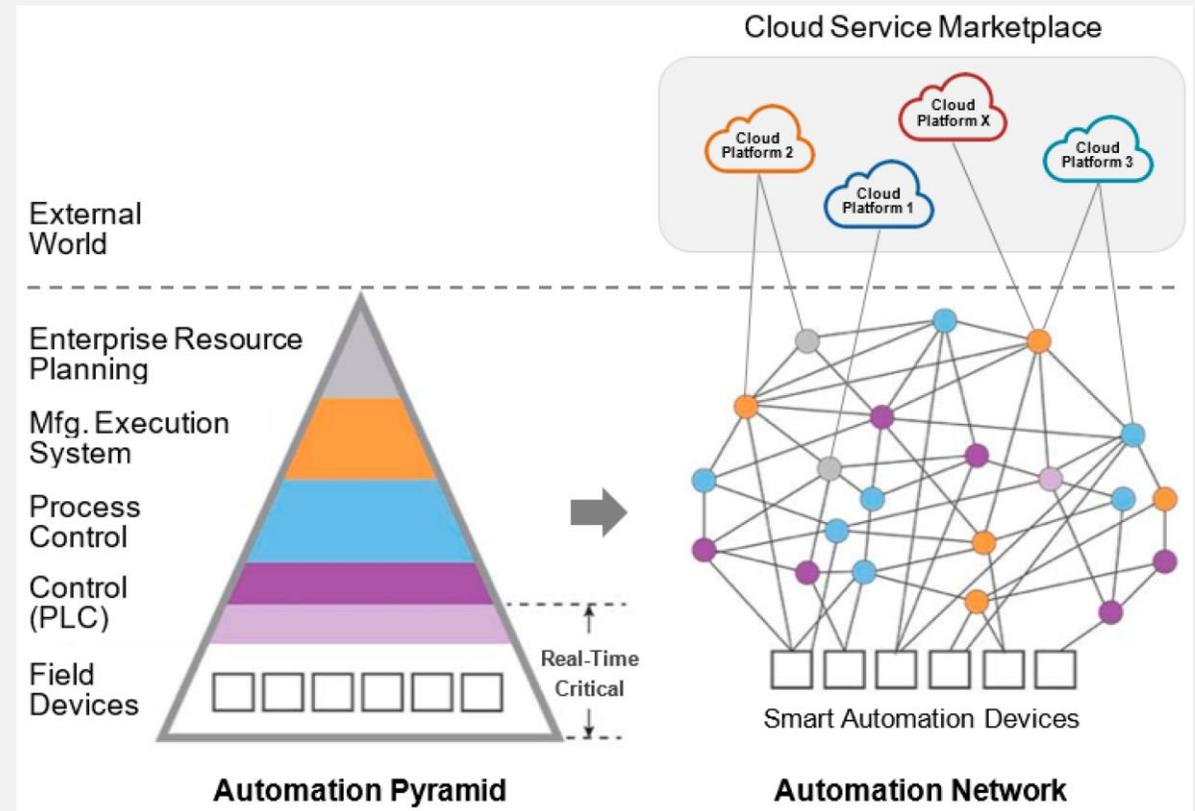
Industria 4,0

L'integrazione di Internet Technology (IT) e Operational Technology (OT) permettono:

- Flessibilità produttiva
- Riduzione dei tempi per lo sviluppo di nuovi prodotti
- Aumento dell'efficienza produttiva

Some technologies:

- Internet of Things
- Cloud Manufacturing
- Industrial Analytics
- **Cyber-Physical Systems**



Plug'n'Produce



- Una tecnologia basata che permette di integrare, scambiare o rimuovere facilmente apparecchiature di produzione senza avere la necessità di una persona specializzata per la riconfigurazione del sistema.
- Fronteggia un mercato che richiede un'alta «customizzazione» dei prodotti.

Manutenzione

- Lo scopo principale della manutenzione è massimizzare la produzione riducendo i costi il più possibile
- I costi di manutenzione possono rappresentare **dal 15 al 60%** del costo del bene prodotto.
- **Un terzo** dei costi per la manutenzione è sprecato per manutenzioni non necessarie o impropriamente effettuate.
- Diversi approcci:
 - Run-to-failure
 - Preventive Maintenance (PM)
 - **Predictive Maintenance (PdM)**

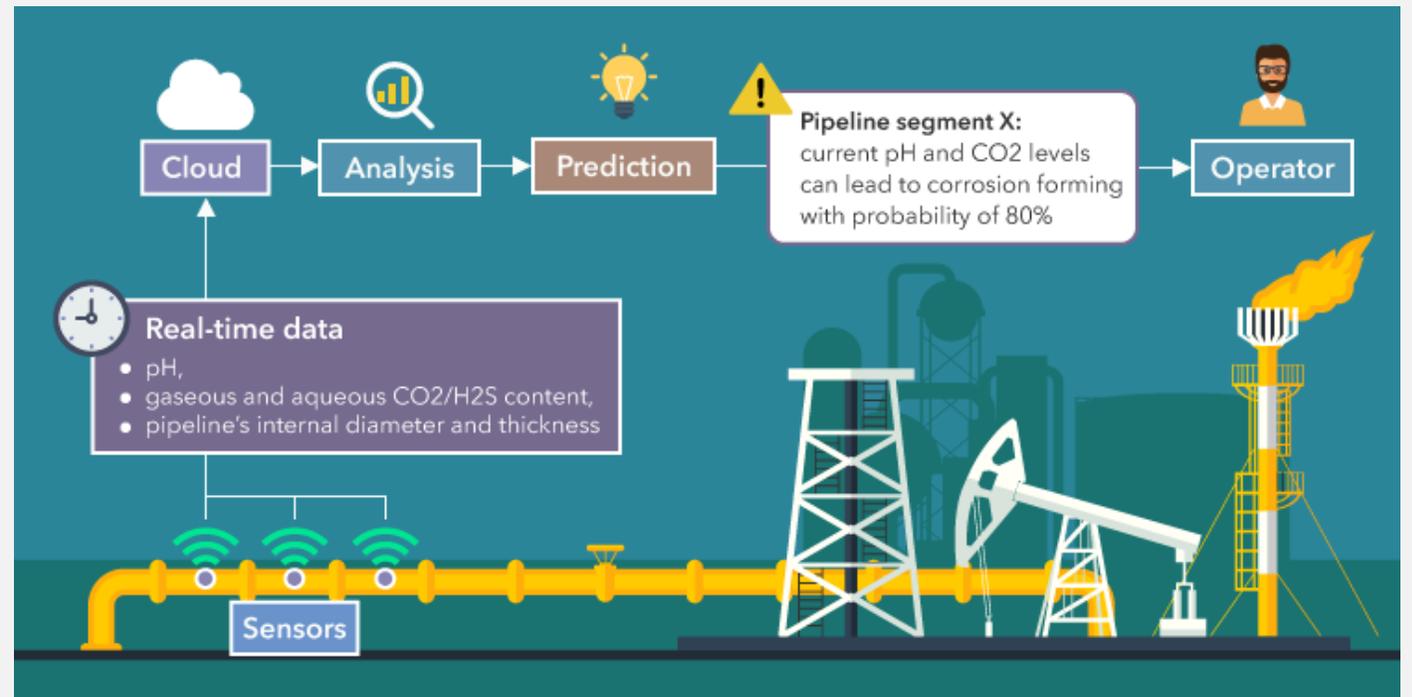


Predictive Maintenance

Usa indici di valutazione delle prestazioni di una macchina per predire il tempo operativo rimanente fino al prossimo guasto.

Esistono diverse tecniche e soluzioni dipendenti dal caso in esame:

- Modelli di predizione statistici, matematici o basati su AI
- Metodologie per l'acquisizione dati
- Metodologie per la manipolazione dei dati



Problematiche della PdM in Industria 4.0

Come realizzare una soluzione PdM ad una produzione flessibile?

Due obiettivi devono essere raggiunti:

1. **Definire funzionalità generiche** per la descrizione di una soluzione PdM indipendente dalle tecnologie
2. **Nascondere l'eterogeneità e la complessità** del livello OT



Obiettivo 1

Blocchi Logici (LB) contenenti funzionalità generiche legate agli step fondamentali comuni a tutte le soluzioni PdM.

Ogni soluzione PdM si divide nelle fasi:

1. Data Acquisition
2. Data Manipulation
3. Prediction and Decision Making

Data Acquisition

- Get measured values
- Convert analog value
- Set measure unit
- Set sensitivity
- ...

Data Manipulation

- Filter values
- Apply FFT
- Remove noise
- Transform values
- ...

Aggregation

- Calculate mean, rms, etc
- Interpolate values
- Set aggregation params
- ...

Maintenance Decision-making

- Set decision algorithm
- Create maintenance task
- Commit technician
- Get decisions history
- ...

Prediction Model

- Manage model
- Train model (AI)
- Get forecasts
- Set model parameters
- ...

Schedule

- Set maintenance task
- Get task information
- Get maintenance history
- ...

Status

- Set operating mode
- Set maintenance mode
- Get status log
- ...

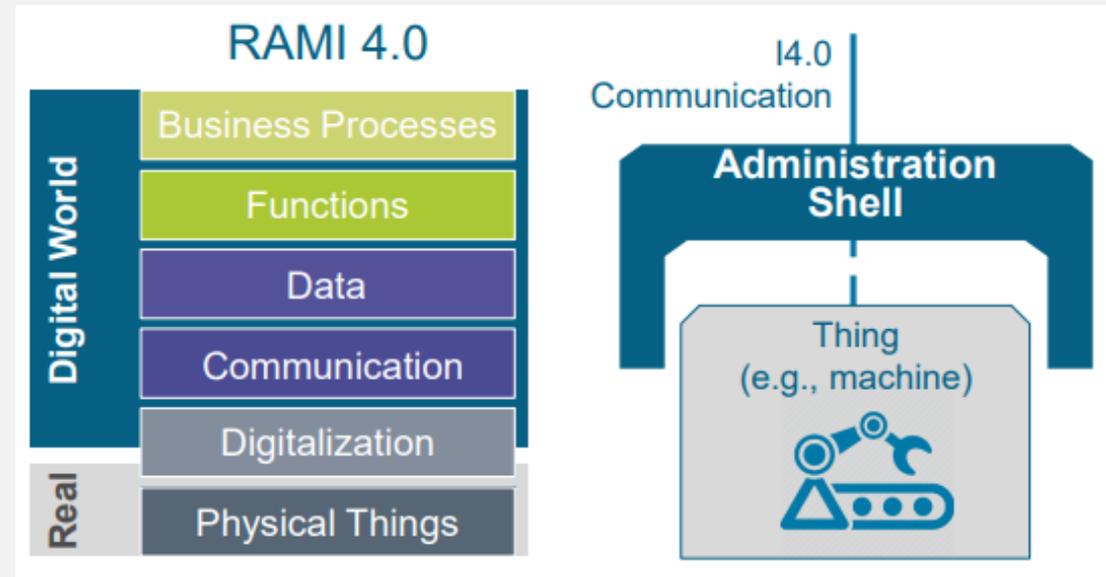
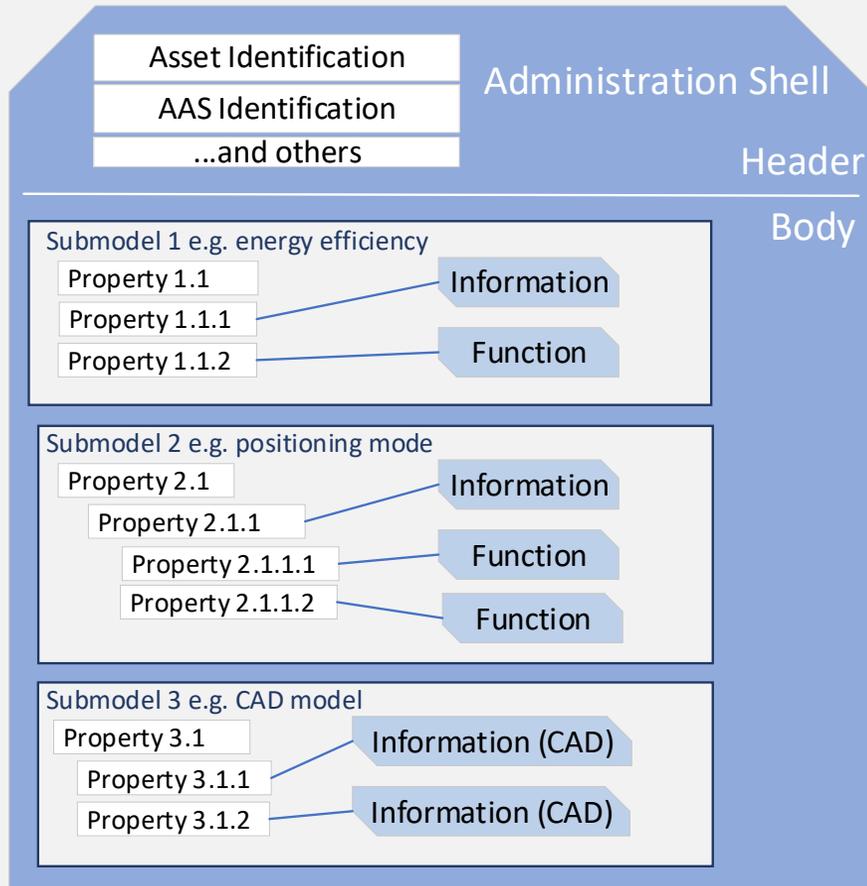
Configuration

- Set LBs parameters
- Call LB's operations
- Save/load configurations
- ...

Obiettivo 2

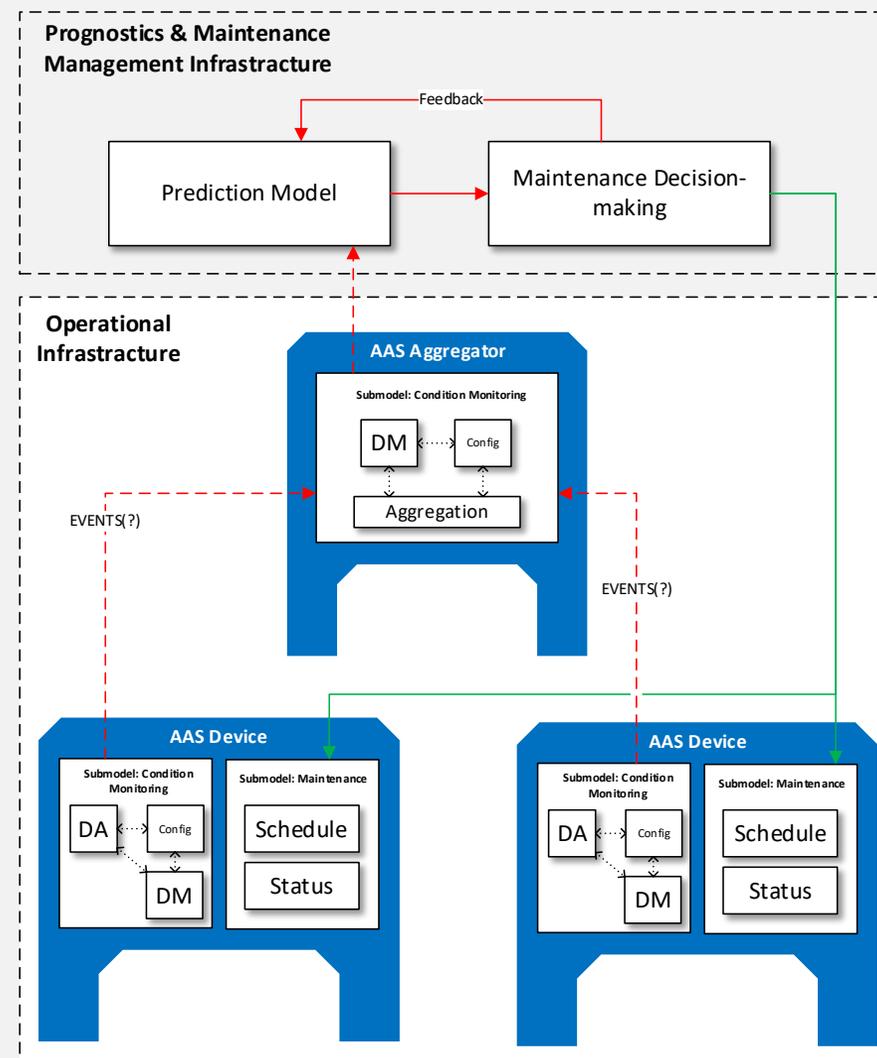
Usare il concetto di **Asset Administration Shell (AAS)** come clone digitale di ogni asset a livello OT.

$$\text{Asset} + \text{AAS} = \text{CPS}$$



Modello per PdM basato su AAS

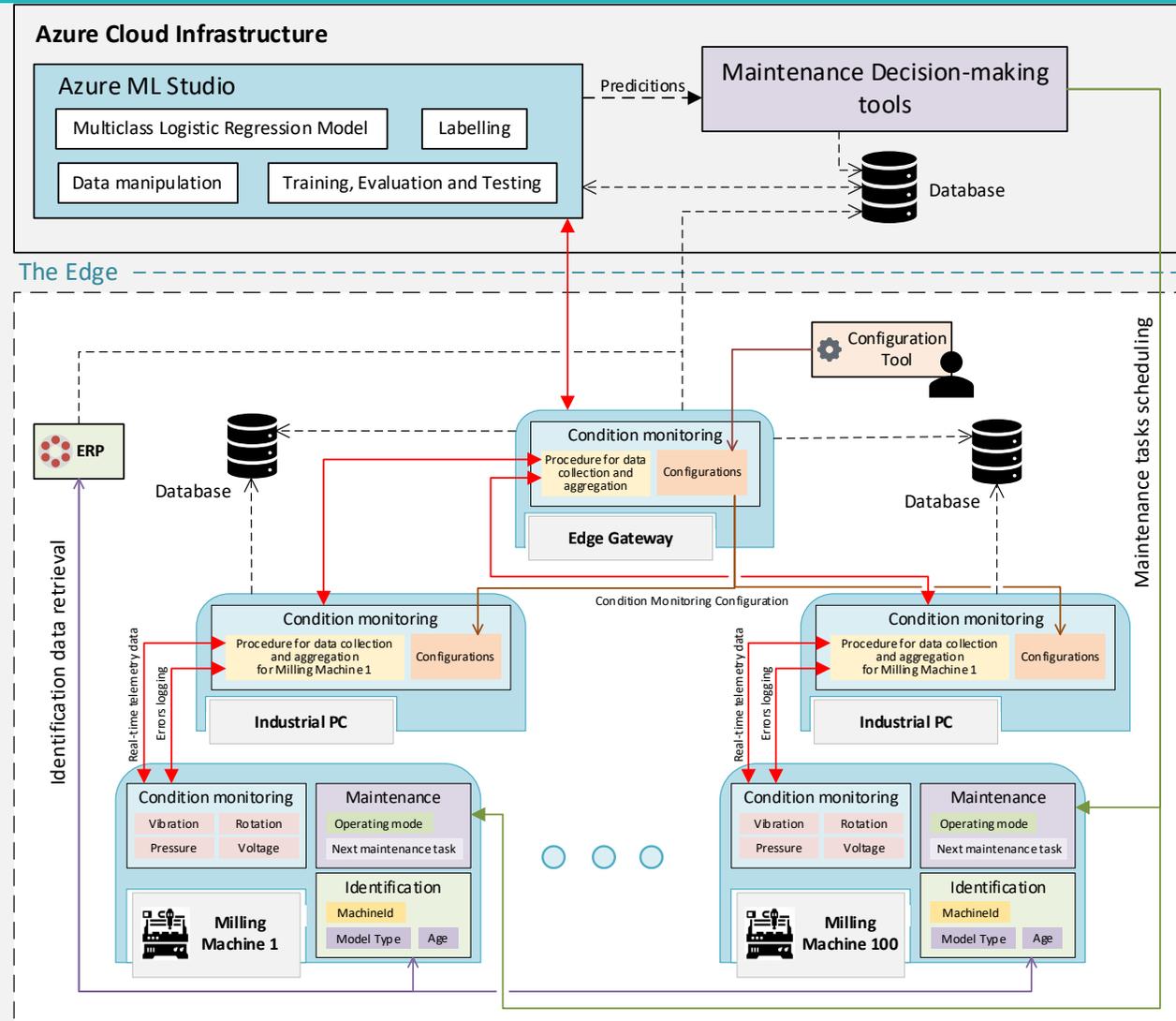
- Due livelli principali:
 - **Operational Infrastructure**
 - **Prognostics & Maintenance management Infrastructure**
- Le funzionalità dei blocchi logici sono implementate lungo le componenti di entrambi i due livelli.
- Le AASs permettono l'integrazione delle componenti in OI
- L'uso di Blocchi Logici consente la definizione di **ruoli** per le componenti della soluzione PdM
 - Componenti diverse che implementano lo stesso ruolo **possono essere intercambiabili**
 - Es. Aggregator, Device, Configurator, ecc.



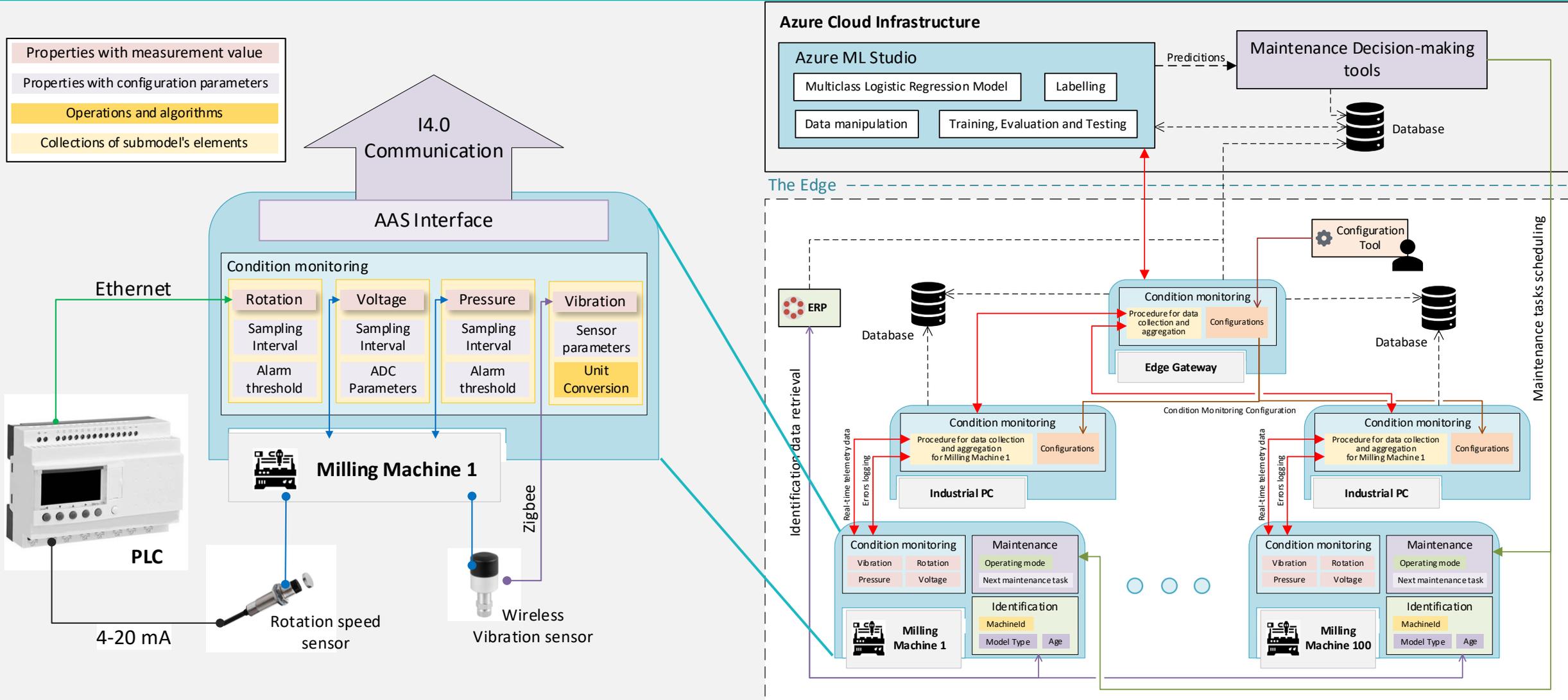
Caso d'uso: PdM per 100 frese industriali

Soluzione PdM Cloud di 100 frese industriali.

- Dati usati per allenare il modello:
 - **Dati telemetrici real-time** (vibrazioni, rotazione, pressione, tensione)
 - **Error logs** (errori non gravi)
 - **Storico delle manutenzioni**
 - **Informazioni della macchina** (modello, età)
- Modello di predizione e Strumento di Decision-making gestito da Azure
- Industrial PCs e Edge Gateway aggregano i dati delle frese opportunamente e sono configurati a cascata da uno strumento esterno.



Caso d'uso: PdM per 100 fresse industriali



Grazie per
l'attenzione