

CONVEGNO

“Intelligenza artificiale: opportunità e limiti
per la sicurezza dei lavoratori”

AMBIENTE LAVORO - Bologna, 12 giugno 2025

INAIL

Near miss e intelligenza artificiale: un contributo alla cultura della sicurezza sul lavoro

Patrizia Agnello, *Silvia Maria Ansaldi*

INAIL - Dipartimento di Innovazioni Tecnologiche e Sicurezza
degli Impianti, Prodotti e Insediamenti Antropici

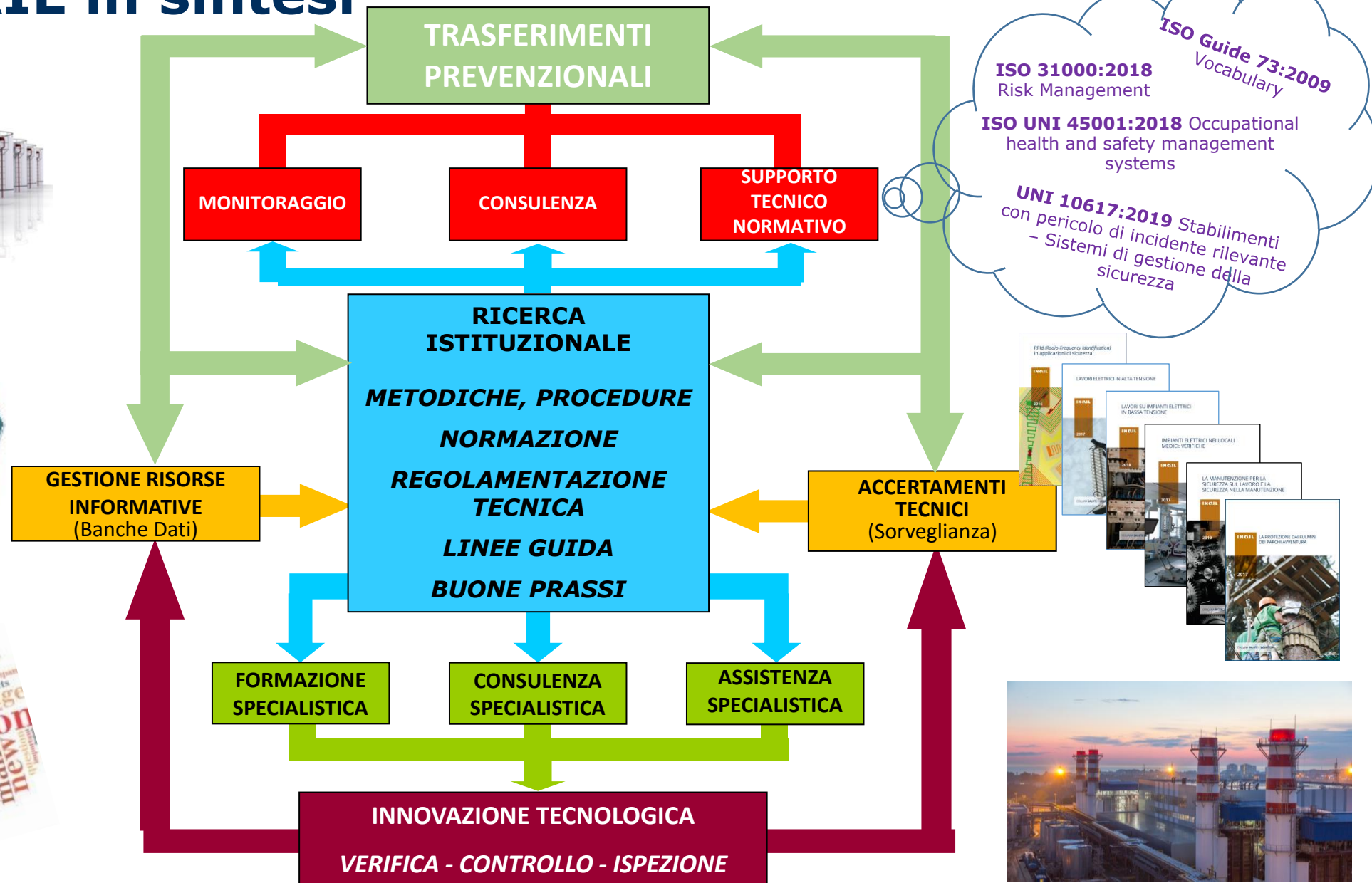
ROADMAP

- **La Ricerca Inail e l'Intelligenza Artificiale (IA)**
 - Esperienza in ambito industriale con l'avvento dell'Industria 4.0 e poi dell'Industria 5.0 (Human Centric)
- **Approccio Inail all'utilizzo della IA**
 - Utilizzo di **modelli di analisi sistemica**
- **IA.....vantaggi?.....criticità?**
 - Per il lavoratore e per l'azienda

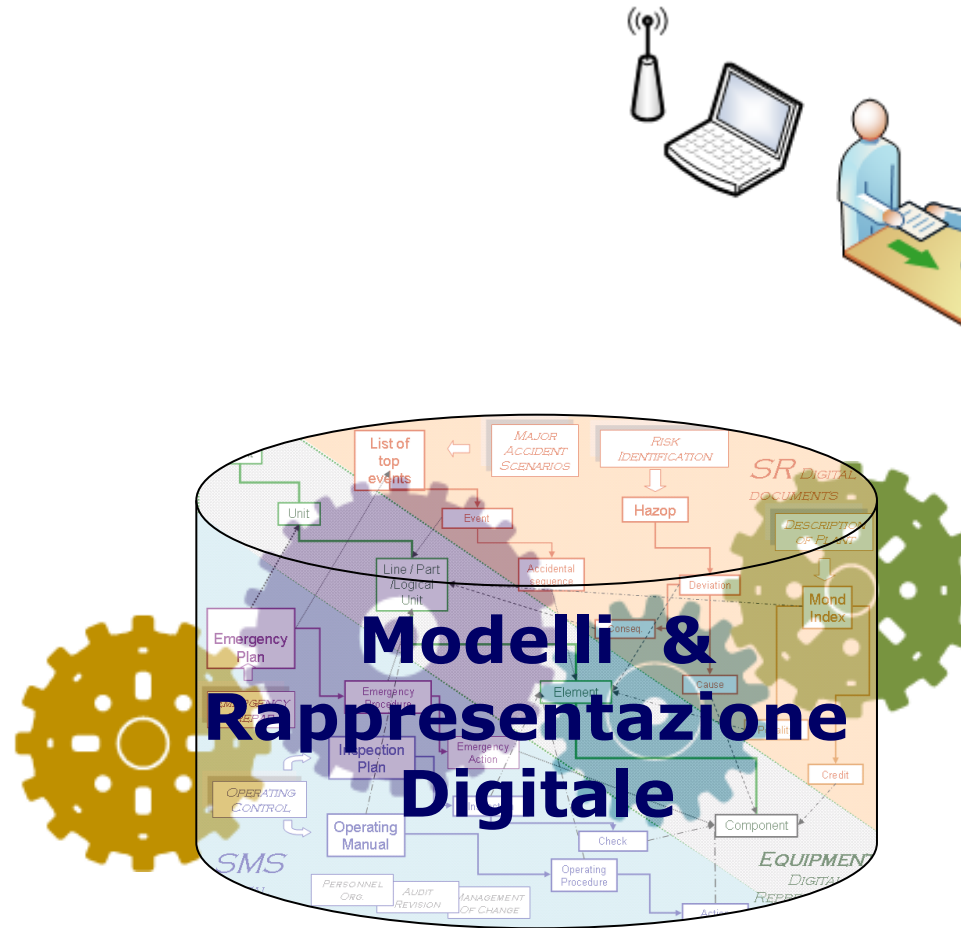
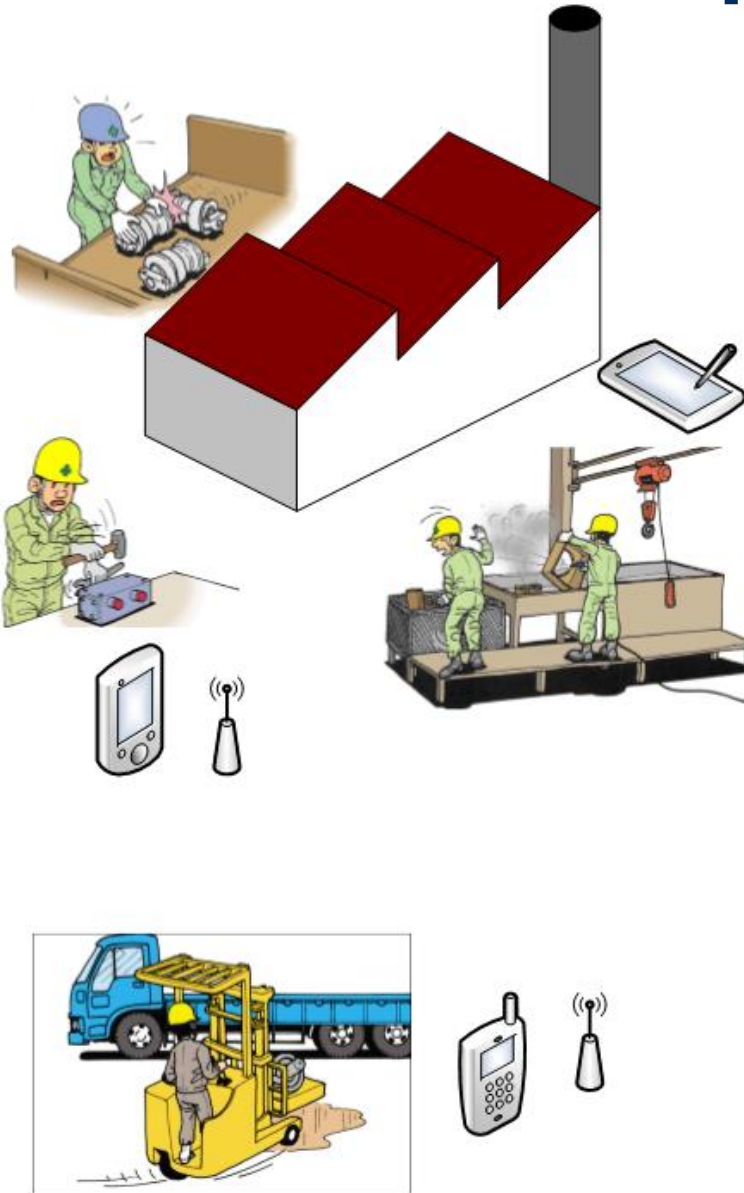
RICERCA INAIL in sintesi



INAIL



Necessità di una rappresentazione digitale della sicurezza



Tecnologie SMART: opportunità e sfide

Smart watch



Smart Glasses



3D Printer



Drone



Sensori di contatto,
posizione,
Spostamento
Temperatura, ecc.



RFID



Beacon



Digitalizzazione e Tecnologie SMART

Da Tecnologie
nate per

Fitness

Antifurto

SPORT

Divertimento

Commercio

Logistica

Trasporti



...a Soluzioni
per

Sicurezza del
Lavoro

Sicurezza
Industriale

*Sicurezza dei
Processi*

*Sicurezza
Dati*

*Sicurezza
Individuale*



Approccio **SISTEMICO** alla sicurezza?

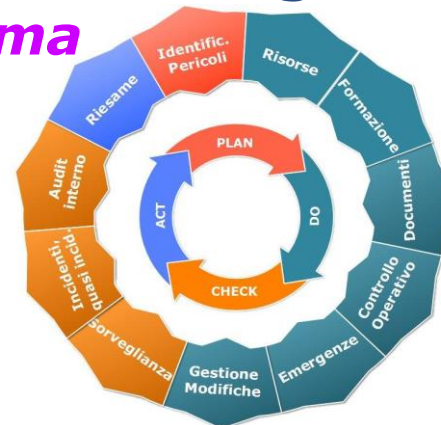
La **SICUREZZA** è una **proprietà “emergente”** nei sistemi complessi

In ambito Seveso, il sistema di Gestione della Sicurezza (SGS-PIR) è **integrato** con gli altri sistemi di gestione (SGS-L,...)

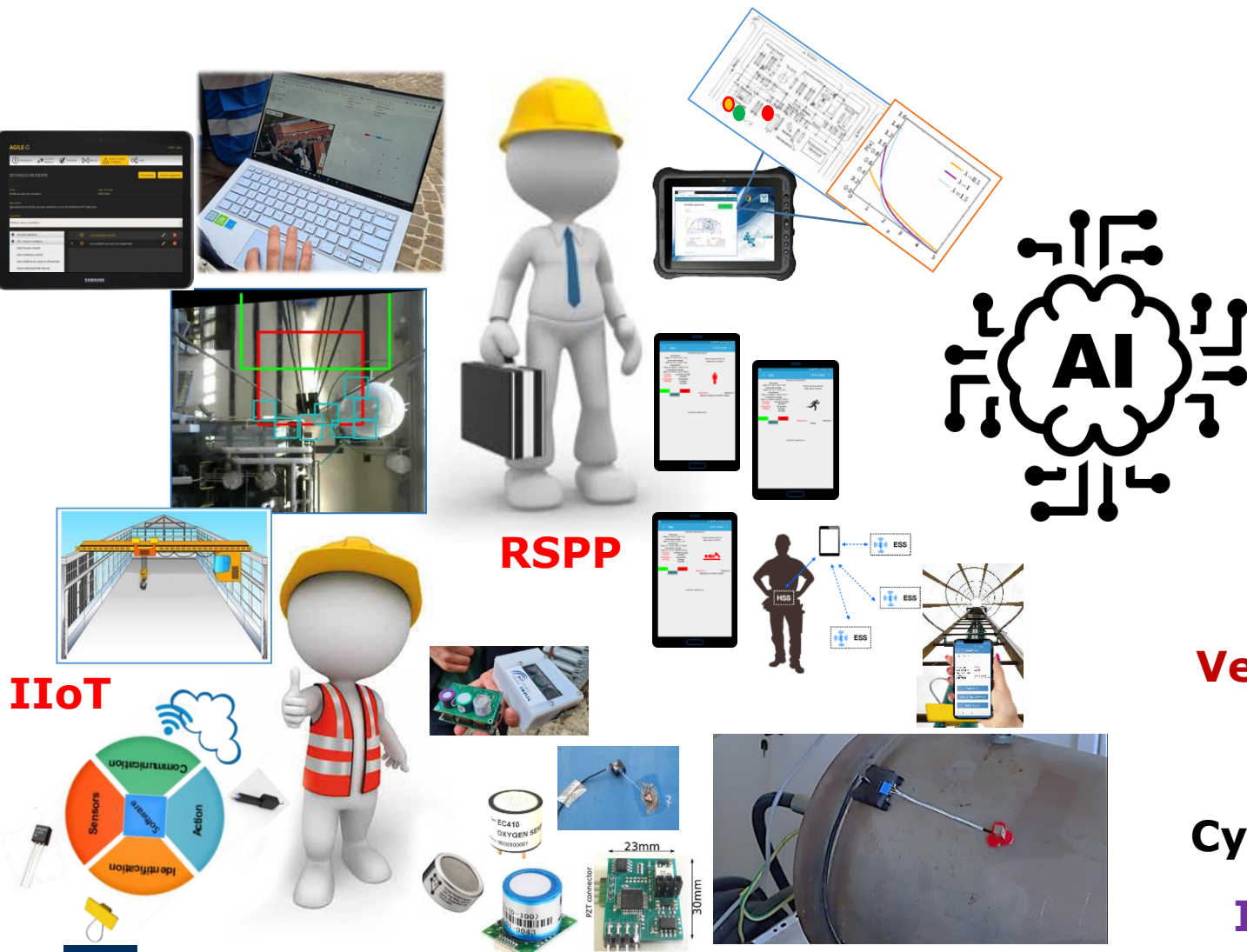
Riportare i quasi incidenti per **trovare** i punti deboli nel SGS e decidere gli **interventi** da fare (tecnici, organizzativi, procedurali) è mandatorio

Non è per trovare i **colpevoli** e neppure per mettere regole più severe **ma per capire e migliorare il sistema**

**Sicurezza come
VALORE!**



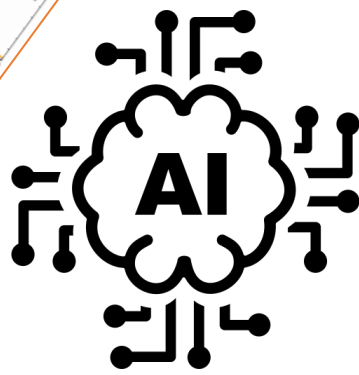
ANALISI DEL RISCHIO DINAMICA



RSPP

IIoT

LAVORATORE



TEMPESTA PERFETTA!



RISCHI EMERGENTI?

- Nuovi carburanti
- Vecchi materiali
- Nuovi materiali
- Cyber attack
- Infrastrutture critiche



EXECUTIVE

IA, concordiamo su una definizione

Con il termine **intelligenza artificiale** ci si riferisce all'abilità di una macchina di simulare tramite differenti tecniche, alcune **capacità umane** tramite il **ragionamento**, **l'apprendimento**, la **pianificazione** e **l'adattamento** del proprio comportamento.

Artificial Intelligence

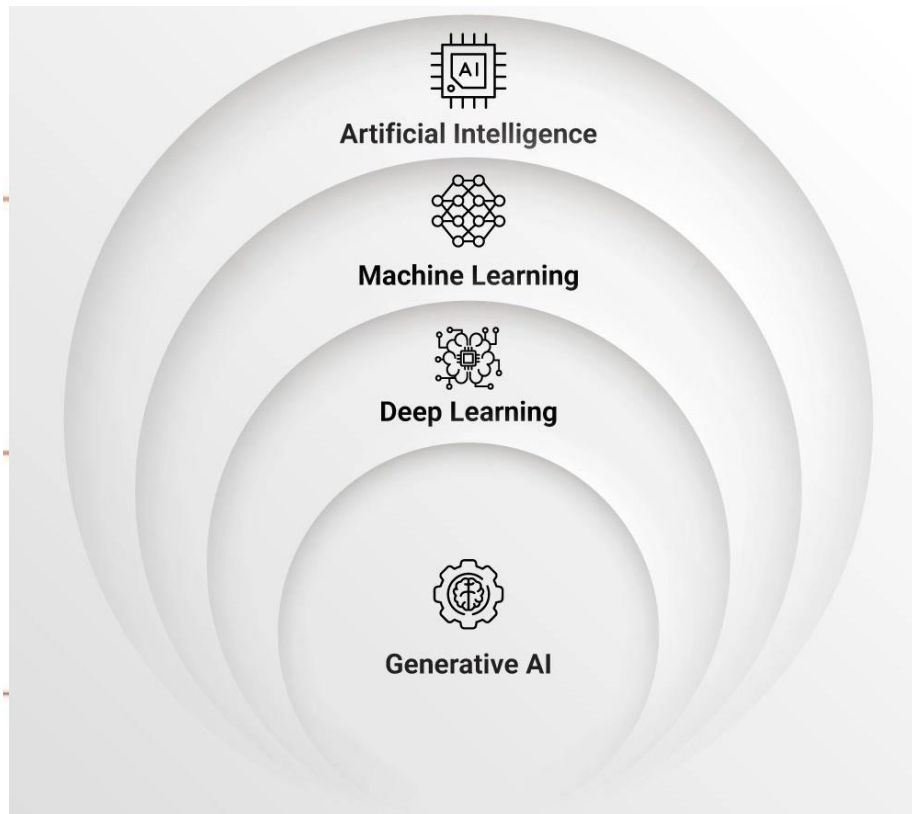
Qualsiasi tecnica che abilita un computer a "simulare" l'intelligenza umana

Machine Learning

Sottoinsieme di tecniche di AI che usano metodi statistici per permettere ai sistemi di apprendere

Deep Learning

Sottoinsieme di tecniche di ML che agiscono computando reti neurali



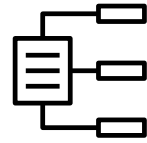
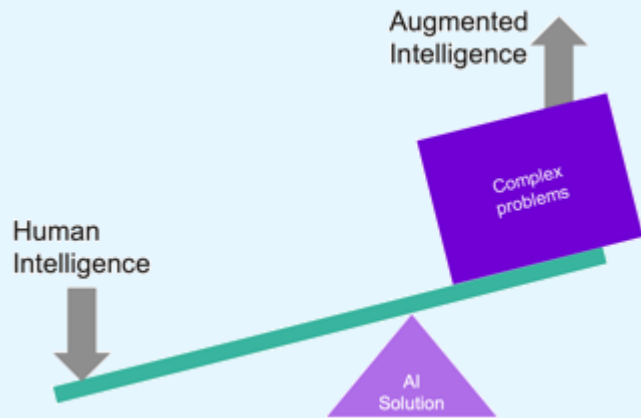
Generative AI

La *Generative AI*, o intelligenza artificiale generativa, è un ramo dell'IA che si occupa della creazione di **modelli capaci di generare nuovi contenuti**, come testo, immagini o suoni, in modo autonomo.

Utilizza tecniche di apprendimento automatico per imparare dai dati esistenti e generare output originali.

Le potenzialità dei sistemi di IA per il mondo "enterprise"

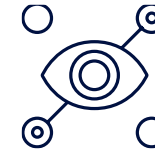
Diverse tecniche e tecnologie che mischiano approcci logico-deterministici a quelli statistico-probabilistici alla base dell'apprendimento automatico



Linguaggio

Si preoccupa dell'**interazione** fra **computer** e **linguaggio naturale** umano sia esso scritto o parlato

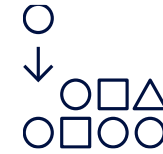
- Riconoscere e classificare tipologie di testi / documenti
- Riconoscere ed «estrarre» informazioni, concetti, emozioni, domande, ..
- Riconoscere il parlato e riprodurre voci sintetiche
- ...



Visione

Riconoscimento di **immagini** ed oggetti per la loro classificazione ed analisi

- Riconoscere e classificare immagini e/o video
- Riconoscere e classificare oggetti e «situazioni» all'interno di immagini e/o video
- Riconoscere particolari situazioni all'interno di un'immagine (Analisi delle immagini)
- ...



Dati

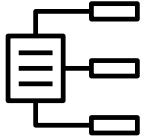
Applicazione di tecniche statistiche e di **algoritmi** per l'**analisi avanzata di dati**

- Analisi predittive
- Analisi prescrittive
- Ottimizzazioni
- Algoritmi di «raccomandazione»
- Algoritmi di «clustering»
-

Generative AI: Creazione di nuovi contenuti → Testo, Immagini/Video, Dati

IA per la sicurezza industriale

Linguaggio



Root case analysis da report/note di incidente



Analisi di manualistica e documentazione



Assistenti virtuali per operatori/ispettori sul campo



Ricerca di informazioni puntuali e situazionali



Defect analysis su immagini o video



Ispezione visive ambienti ed attrezzature



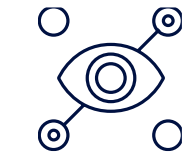
Monitoraggio attrezzature, sensori di campo



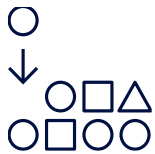
Manutenzione predittiva, analisi serie storiche, previsioni di carico



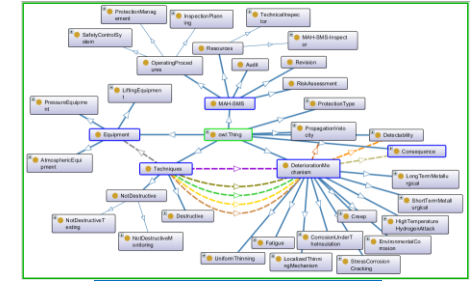
....



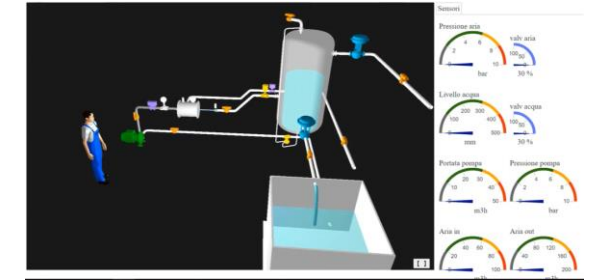
Visione



Dati



Modelli ontologici



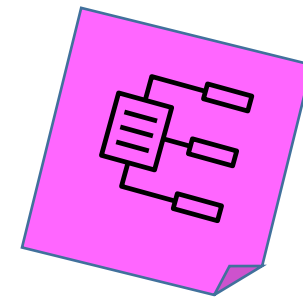
Digital twin,
simulazione scenari



Telecontrollo,
telegestione

CONDIVISIONE DELLA CONOSCENZA DI SETTORE

Esempio di analisi di 'quasi incidenti' negli stabilimenti Seveso



Gestore

REGISTRAZIONE

Ispezione

RACCOLTA

ORGANIZZAZIONE

Ricerca

ANALISI

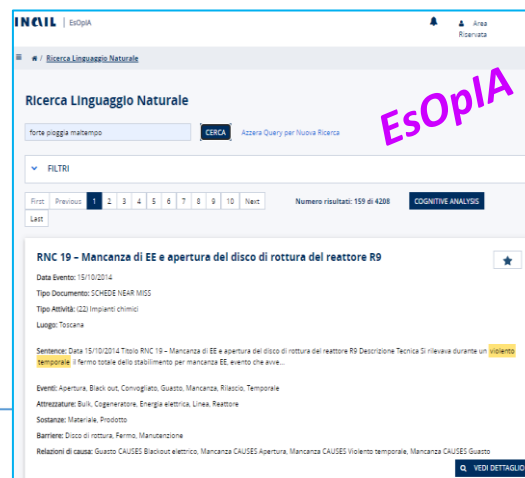
ELABORAZIONE



RSPP, Lavoratori



Ispettore



EsOPIA

Gestori

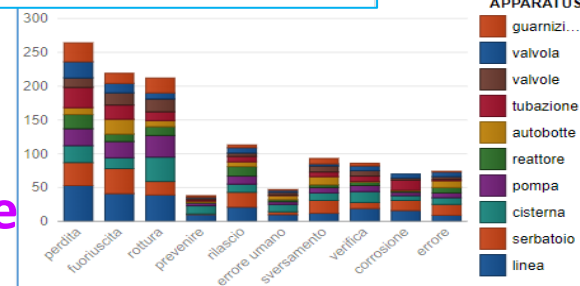
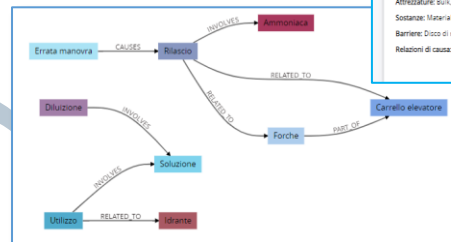
Ispettori SGS-PIR
art. 27 D.Lgs. 105/2015



Bollettini e
Note di
Sicurezza



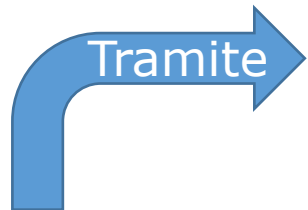
Intelligenza Artificiale
Machine Learning
Natural Language Processing



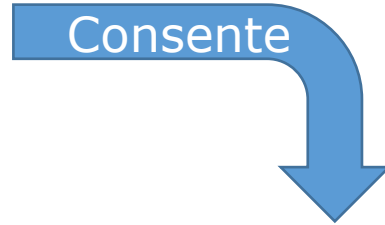
INAIL

ATTIVITÀ DA REMOTO

W-ARTEMYS SOLUTIONS

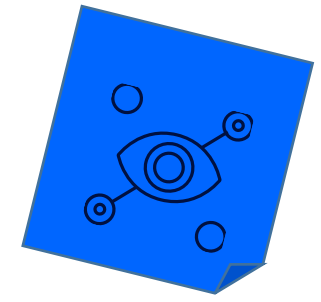


- *Industrial Internet of Things, IIoT*
- *Augmented Reality*



Assistenza agli operatori durante le attività pericolose di **manutenzione**

È stato appositamente realizzato un target, da posizionare in prossimità dell'oggetto della verifica per trasmettere e ricevere immagini



Procedura Inail per la verifica da remoto di attrezzature a pressione



SENSORI SMART sviluppati in progetti di ricerca



EA

Monitoraggio
integrità con
Emissioni Acustiche



ET

Etichette intelligenti
Attrezzature di
lavoro



SI

Sensore Software
Invecchiamento
impianti



LO

Lavoro sicuro in
ambienti ostili



SV

Sollevamento merci
pericolose



EM

Interventi
emergenza



DPI

Corretto utilizzo DPI



INAIL

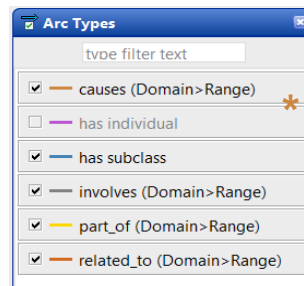
EsOpIA: Modello concettuale

Come progettare un modello concettuale?



Relazione generica:
related_to

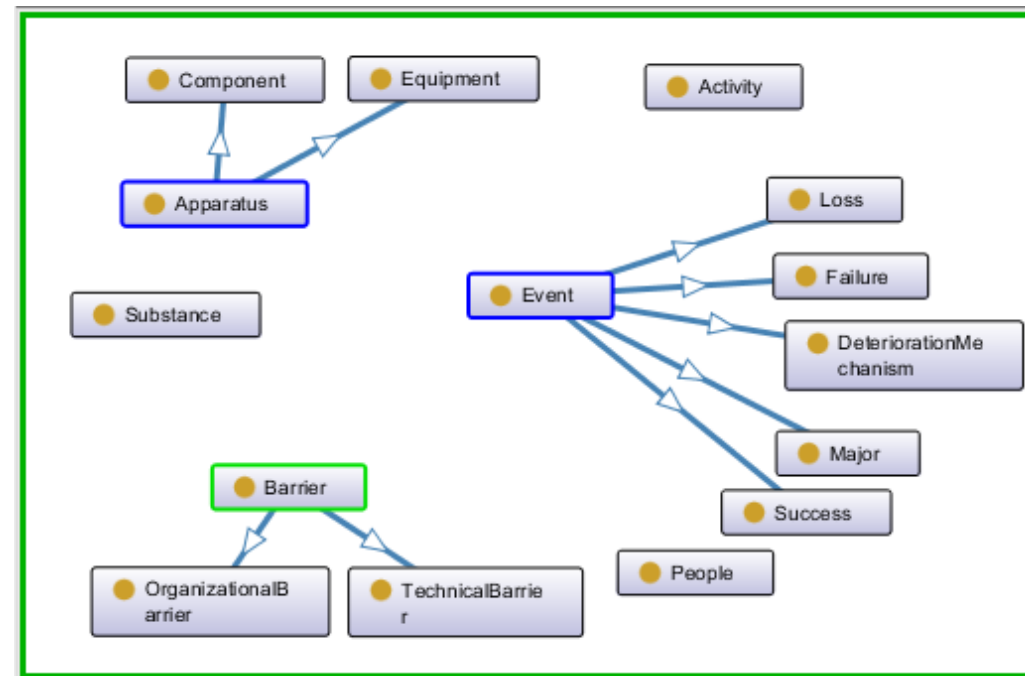
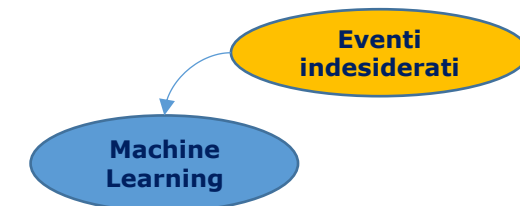
Relazioni specifiche: **part_of, involves, causes**



Entità: **evento, sostanza, attrezzatura, persona, attività lavorativa, barriera**

Sottoclassi: specificano alcuni concetti

Individui o istanze: termini di un'entità (es.: serbatoio, PEI, fuoriuscita,...)



RISULTATI

- **cambiamenti climatici**
- *incendi di vegetazione*
- *problemi elettrici*



RISULTATI da EsOpIA

RISULTATI

✓ Fruibilità

- Bollettini (MITE)
- Collana Inail: 'Note di sicurezza'

✓ Rivolti a

- RSPP
- Lavoratori
- Gestori
- Ispettori
- ...



Disponibili sul sito MITE:
Rischio Industriale – Documenti...
✓ Bollettini

Disponibili sul sito Inail:
Pubblicazioni - Catalogo generale
✓ Fact sheet

INAIL

Bollettini tematici per la prevenzione degli incidenti (Coordinamento nazionale (Dlgs. 105/15 art.11) per l'uniforme applicazione sul territorio nazionale presso il MITE)

RISULTATI



Esperienza operativa negli stabilimenti Seveso
Coordinamento Nazionale (art. 11 del D.lgs. 105/2015)

Bollettino 01-2

Serbatoi con tetto galleggiante

Installato direttamente sulla superficie del liquido, il tetto galleggiante di un serbatoio di stoccaggio consente di ridurre le perdite di evaporazione di alcuni prodotti e di limitare le emissioni atmosferiche generate dai prodotti più volatili, diminuendo il rischio di incendio. I serbatoi a tetto galleggiante sono molto utilizzati per conservare liquidi ad alta pressione di vapore (alcoli ed greszi, nafta o benzina).



Accessori:

Tenuta mantello - tetto, porti del tetto (piedi), sis di drenaggio, bocchelli campionamento e in/out, dotto, agitatore, scale/b di contenimento, impianto messa a terra, sistema di vazione incendi (con cavi mosensibili), sistema a cendio (impianti a schiuma).

Evento: inclinazione del tetto

COSA PUÒ PROVOCARE L'INCLINAZIONE DEL TETTO GALLEGGIANTE?

Un movimento laterale o rotatorio, una forte inclinazione o aderenza del tetto galleggiante possono causare una perdita di tenuta, tra la copertura del tetto e il mantello del serbatoio, abbastanza significativa da far sbilanciare o addirittura affondare il tetto.

QUALI LE ATTIVITÀ PIÙ "DELICATE"?

Le fasi di carico/scarico di un serbatoio, dal momento che il tetto si muove verticalmente in modo sincronizzato con il livello crescente o decrescente all'interno del serbatoio.

QUALI DISPOSITIVI DI CONTROLLO?

Le operazioni sono generalmente monitorate dai misuratori di livello (alto/altissimo, basso/bassissimo), ma è necessario anche garantire l'efficacia dei dispositivi di prevenzione, quali allarmi di livello o sistemi di blocco di carico/scarico. Cosa è successo?

Durante il trasferimento di gasolio da un serbatoio ad un altro mediante una pompa, si è raggiunto l'altissimo livello senza che intervenisse alcun sistema di allarme o di blocco per interrompere l'attività, causando la fuoriuscita della guarnizione del tetto dalla sua sede. [NM 01]

I SISTEMI DI MOVIMENTAZIONE VERTICALE FUNZIONANO CORRETTAMENTE?

Il blocco delle ruote durante il movimento ha causato una inclinazione del tetto [NM 02]. La velocità non corretta è stata probabilmente la causa del caso, avvenuto durante un riempimento di un serbatoio di gasolio, in cui la guarnizione del tetto galleggiante si è impuntata e rigirata al contrario per circa il 50% [NM 03]. Anche un mancato controllo dopo la manutenzione è stato causa di inclinazione del tetto poiché era rimasto un piede di appoggio in posizione di manutenzione [NM 04].

Evento: perdite dal tetto

Una perdita di petrolio grezzo, rilevata da una volta di drenaggio del tetto galleggiante, è dovuta alla rottura di uno degli snodi del braccio artico posto internamente al serbatoio per il drenaggio [NM 10].

È stato rilevato un modesto spandimento di benzina da un foro, causato da eccessiva ossidazione [NM 11]. Durante un controllo, è stata rilevata una trasudazione di prodotto nella zona costante la saldatura con il supporto su cui girano i binari della scala oscillante. La fessura è dovuta a corrosione [NM 12].

Esperienza operativa negli stabilimenti Seveso
Coordinamento Nazionale (art. 11 del D.lgs. 105/2015)

Indicatori/misuratori di livello

Gli indicatori/misuratori di livello sono un tipo di sensore presenti sui serbatoi o qualsiasi altro contenitore di materiale liquido e solido, in cui sono presenti sostanze pericolose e non, che forniscono misure relative al contenuto ed alla quantità di materiale presente al fine di avvisare del pericolo di trascinamento, in caso di eccessivo riempimento, o di livello troppo basso.

DISPOSITIVI E SISTEMI A CORREDO

Può o meno essere inserito in una logica di blocco; generalmente è associato ad un dispositivo di segnalazione sonora (allarme di alto e altissimo livello) e/o all'azionamento di una pompa asservita allo svuotamento o al riempimento nel caso in cui rispettivamente si raggiunga il livello, oltre la soglia limite superiore o inferiore impostata.

Il dispositivo scelto, è quello giusto?

Esistono diverse tipologie: galleggianti, capacitivi, conduttivi, idrostatici, radiometrici, a ultrasuoni, a membrana, a vibrazione. La scelta è collegata al principio di misura più idoneo per il processo ovvero alla funzione ed alle condizioni delle esigenze applicative (tipo di apparecchiatura, fluido contenuto, condizioni di esercizio, ecc.). Si distinguono, inoltre, in sensori di livello a punto oppure continui, in funzione della continuità del rilevamento.

Ma ancora manca il dispositivo?

La fuoriuscita di soda caustica da un serbatoio non è stata segnalata perché il livello non è stato segnalato [NM 12]. Il dispositivo è risultato assente su una banchina e ne è derivato il sovra riempimento della stessa [NM 13].

Quello che non ti aspetti...

A causa dell'assenza di un livellatore di minimo livello, non è stato segnalato il riempimento di pressione [NM 14]. Gli eventi possono interessare anche contenitori stanzane non pericolose come acque di raccolta [NM 15] o industriali [NM 16] fetti su attrezzature o parti di impianto.

...sporco o intasato

Il livellatore non è intervenuto a bloccare la pompa che si è rotta per cavitazione, causando il rilascio di sostanza pericolosa (liquido e gas) [NM 03]. La concomitanza di malfunzionamento del livello radar e di sporcamento del livellatore di alto livello è stata la causa della fuoriuscita della sostanza pericolosa dal serbatoio di stoccaggio nel bacino di contenimento, durante le operazioni di trasferimento [NM 11]. L'indicatore di livello non è intervenuto né l'allarme di alto livello né il blocco per altissimo livello, durante il carico di acido fluoridrico, a causa dell'intasamento del livello del dosatore di reparto [NM 04].



Fuoriuscita di prodotto durante operazioni di trasferimento, di progettazione la misura di data affidata ad un dispositivo è dimostrato non completo all'utilizzo. Lo stesso sostituito con livello radar, è dimostrato non efficace alle basse temperature [NM 11].

Evento: sovra riempimento attrezzature

Il dispositivo non ha funzionato perché...

...non sufficientemente controllato

Il mancato funzionamento del misuratore di livello ha provocato la trascinamento di combustibile denso dal serbatoio nel bacino di contenimento [NM 06].

...starato

Il blocco di alto livello non ha funzionato, causando il sovrariempimento e la fuoriuscita di 1000 kg della sostanza pericolosa [NM 04]. Durante lo scarico di un'autobotte, nel punto di altissimo livello, la pompa non è intervenuta. Lo strumento presentava una lettura errata e si è provveduto ad effettuare una nuova taratura [NM 19].

Esperienza operativa negli stabilimenti Seveso
Coordinamento Nazionale (art. 11 del D.lgs. 105/2015)

Permessi di lavoro

Bollettino Seveso 03-2021

La gestione della manutenzione di attrezzature e impianti deve prevedere l'adozione, mediante specifica procedura, di un sistema di permessi di lavoro - PdL (per autorizzare, gestire e documentare l'esecuzione di lavori, all'interno di un impianto in esercizio) e consentire di ridurre al minimo il rischio connesso a specifiche attività (controlli, ispezioni, manutenzioni, costruzioni e/o montaggi, smantellamento di parti o componenti). 1 PdL devono precisare responsabilità, mezzi, tempi, interfacce, DPI, verifiche preliminari di operabilità e controlli finali.

Prima di iniziare, sono effettuati i controlli?

Le modalità di presa in carico dell'apparecchiatura/impianto devono prevedere le indicazioni e le azioni per le ispezioni preliminari. Durante un'operazione di manutenzione meccanica, l'apertura di una linea di processo non è risultata completamente svuotata e si è verificato un inizio di decomposizione di una sostanza rimasta nel serbatoio che avrebbe potuto provocare uno sviluppo di vapori o di gas infiammabili o nocivi [NM 01]. L'incompleta definizione nel PdL delle modalità di isolamento e bonifica di apparecchiature e linee ha determinato la fuoriuscita di gasolio e rifiuto durante l'attività di taglio di un tratto di linea [NM 02]. Grazie ai controlli in campo prima di un intervento manutentivo, è stata riscontrata la mancanza di estintori e del rilevatore di esplosività previsti nel permesso di lavoro [NM 03].

Al termine, la situazione è ripristinata?

L'apparecchiatura mantenuta deve essere sottoposta ad ispezioni e prove prima della riconsegna per verificare che possa tornare operativa. L'errata installazione ed il mancato collaudo di una pompa ha determinato la fuoriuscita di oleum da flangia e l'fortunio di un lavoratore [NM 04]. I mancati controlli, dopo un intervento di manutenzione, hanno provocato il rilascio di miscela pericolosa [NM 05]. A causa del mancato ripristino delle condizioni operative di una pompa, utilizzata senza aver chiuso la valvola di bypass dei contatti e sottoposta a prove di funzionamento, si verificava presenza di liquido dal tubo di recupero perseguito del sovrariempimento di una ferociostiera. Nel PdL sono state aggiunte le sequenze operative a garanzia del corretto ripristino [NM 06].

Valutazione dei rischi: si può fare di più?

La comunicazione è efficace?

Il PdL deve prevedere la corretta tempistica di intervento e la verifica di una efficace comunicazione e tra tutti gli operatori interessati. La mancanza di coordinamento (tempi e dei modi di intervento) ha portato all'accensione di propellente in un'area carica fumo statico [NM 10]; mentre, una insufficiente comunicazione sulle tempistiche del PdL, durante il carico di un'autobotte, è stata la causa di un sversamento da pompa in manutenzione che è stata collegata senza aver inserito cieche e aver chiuso nessuna valvola [NM 11].

Evento: Incendio

A quali attività fare attenzione?

Il PdL deve prevedere un check delle aree circostanti a quelle dell'intervento in relazione alle modalità operative previste per lo stesso. Durante l'esecuzione di lavori a caldo si è verificata la combustione di erba secca. In un caso l'innescio è stato causato da una scintilla verificatasi durante l'operazione di taglio di un profilo metallico [NM 13]; in un altro, si è sviluppato un incendio al termine di un lavoro di taglio con cannello di tubazioni metalliche per la presenza di braci formatesi durante i lavori [NM 14].

Perché è importante la supervisione?

Il PdL deve contenere la supervision chain nelle diverse fasi operative. Durante un'attività di manutenzione si è verificata la perdita di propilene durante line breaking; è stata riscontrata la mancanza del presidio di personale interno durante l'intervento come invece previsto dalla procedura e dal relativo permesso di lavoro emesso [NM 12].



Esperienza operativa negli stabilimenti Seveso
Coordinamento Nazionale (art. 11 del D.lgs. 105/2015)

Cambiamenti climatici

Bollettino Seveso 04-2021

Per eventi meteorologici eccezionali si intendono eventi che presentano caratteristiche straordinarie, ad esempio, improvvisi e violenti temporali, aumento del numero di fulmini in una tempesta, piogge gelide, abbondanti precipitazioni (acquazzoni, nubifragi), forti nevicate e ghiaccio. A causa dei cambiamenti climatici, si manifestano fenomeni meteorologici gravi che a loro volta causano stress agli impianti ed ai sistemi di sicurezza.

Il gestore deve raccogliere, nel rapporto di sicurezza, le informazioni storiche relative agli eventi meteorologici, geofisici e idrogeologici del sito. Tuttavia, data la variabilità dei tempi di ritorno degli eventi meteorologici estremi, per cui la quantità di pioggia caduta in breve tempo tende ad eguagliare quella registrata nel lungo periodo, con le conseguenze che gli eventi estremi vanno oltre le serie storiche, è lecito chiedersi se non sia utile effettuare un'analisi di rischio mirata.

QUI FOTO

L'ECEZZIONALITÀ DI PIOGGE ABBONDANTI E DI FORTI TEMPORALI PUÒ CAUSARE SITUAZIONI DI EMERGENZA?

L'ecezzionalità di abbondanti precipitazioni ha provocato il sovrariempimento dei serbatoi dedicati alla raccolta delle acque reflue provenienti dai bacini di contenimento e dai piazzali, a cui si è aggiunto il blackout elettrico, dovuto a forti temporali. Il blackout ha reso inefficace le procedure automatiche di arresto di emergenza causando la trascinamento dei serbatoi [NM01].

Il blackout ha impedito il corretto funzionamento del sistema di pompaggio per lo svuotamento della vasca di raccolta [NM02], contenente acqua potenzialmente inquinata da idrocarburi. In entrambi i casi non era prevista una procedura di emergenza per questo tipo di situazione, né erano previste attrezzature (ad esempio diaraffa) per ridurre il danno causato da eventi eccezionali, né sistemi di alimentazione di emergenza.

È NECESSARIO MONITORARE IL LIVELLO ANCHE DEI RECIPIENTI DI RACCOLTA DELLE ACQUE REFLUE?

Per la notevole quantità di acque meteoriche affluite dalle pompe di raccolta dei piazzali durante copiose piogge, si è verificato un eccessivo riempimento del serbatoio di raccolta e la fuoriuscita nel bacino di contenimento [NM03]. È mancato il confronto dei livelli rilevati in campo con le tabelle di taratura dei serbatoi, pertanto si è provveduto ad installare i telelivelli sui serbatoi, con riscontro nella sala controllo e segnalazione di alto livello. A seguito di forte pioggia, l'afflusso di acqua reflua ha innalzato il livello nel serbatoio addetto alla loro raccolta, provocando il deflusso dal troppo pieno e facendo confluire l'acqua nel pozzetto di raccolta drenaggio protetto da valvole normalmente chiuse [NM04]. Si è riscontrata la mancanza di una adeguata procedura per lo svuotamento controllato dei bacini e di un sistema di segnalazione di riempimento del serbatoio, perciò si è provveduto ad installare un sistema radar di controllo del livello del serbatoio.

IMPROVVISI ALLAGAMENTI E ALLUVIONI: SI È PRONTI AD AFFRONTARE QUESTE EMERGENZE?

Il forte vento ha determinato una mareggiata e insieme alle forti piogge ha provocato l'innalzamento del livello del mare, ostacolando il deflusso delle acque piovane e provocando l'allagamento del sito ed il crollo dell'argine del canale limitrofo [NM05]. A seguito di forti precipitazioni, la mancanza di pulizia dei canali limitrofi all'impianto ha causato il riversamento di acqua nella trincea di allagamento dell'asse attrezzato [NM06] ma non era prevista una procedura operativa per la gestione degli eventi alluvionali. L'allagamento del sito ha causato una fermata rapida degli impianti, ma ha anche generato un disservizio alla rete telefonica di sito che ha reso impossibile comunicare con i servizi interni se non tramite cellulare [NM07]. Questo disservizio ha evidenziato la necessità di prevedere sistemi di comunicazione alternativi in caso di emergenza.

EVENTI METEOROLOGICI ESTREMI POSSONO DANNEGGIARE LE STRUTTURE? Una tempesta di vento ha causato il crollo del muro perimetrale interessando la strada adiacente, pertanto è stato necessario un intervento di rimozione delle macerie e di messa in sicurezza dell'area [NM08]. Forti raffiche di vento hanno provocato il distacco del cancello di ingresso del sito, richiedendo un ripristino edile ed elettrico della struttura [NM09]. Le abbondanti piogge sono state la causa di cedimento di parte del muro perimetrale del deposito [NM10]. L'evento ha richiesto il ripristino provvisorio della sicurezza ed il monitoraggio in continuo dello stato di cedimento dell'area, in attesa della progettazione di una nuova struttura di contenimento.

INAIL

<https://www.mite.gov.it/pagina/documenti-di-indirizzo-linee-guida-o-altra-documentazione-di-interesse>

'Note di sicurezza': un esempio di realizzazione

RISULTATI

Negli stabilimenti Seveso ci sono stati problemi relativi a lavori in quota?

INAIL

RISCHI CORRELATI ALL'IMPIEGO DI ATTREZZATURE PER LAVORI IN QUOTA NEGLI STABILIMENTI RIR

PREMESSA

Negli stabilimenti a rischio di incidente rilevante (RIR), attrezzature per lavori in quota sono impiegate durante lavori di manutenzione e riparazione di varia natura.

2022

Le attrezzature generalmente utilizzate sono ponteggi fissi, trabattelli e scale portatili. Fra i casi registrati nelle schede delle esperienze operative, sono individuati gli eventi accaduti in stabilimenti RIR durante attività lavorative con l'impiego di tali attrezzature, evidenziando quelli strettamente correlati al loro utilizzo. Degli eventi più significativi si riportano nei riquadri le descrizioni contenute nelle schede. Lo scopo è quello di fornire indicazioni per il miglioramento delle condizioni di sicurezza.

EVENTI DOVUTI ALL'UTILIZZO DI PONTEGGI FISSI

Dalle schede analizzate si evince che il montaggio e smontaggio del ponteggio sono effettuati da ditte esterne agli stabilimenti. Si evidenziano due tipologie di eventi correlati all'utilizzo di ponteggi.

1. Interferenza tra componenti di ponteggio e dispositivi di controllo/regolazione dell'impianto (valvole, sensori) durante il montaggio e lo smontaggio di ponteggi

L'urto durante la movimentazione di componenti di ponteggio ha provocato la rottura di valvole o di tubazioni flessibili con conseguente fuoriuscita di sostanze pericolose [EO1, EO2, EO3].

[EO1] Durante la movimentazione di componenti per la costruzione di un ponteggio, necessario per effettuare lavori di installazione di un nuovo camino, è stato urtato un flessibile in PVC, che si è rotto facendo fuoriuscire acido cloridrico. Gli allarmi dei rilevatori di fughe di gas sono entrati in funzione ed è intervenuta la squadra di emergenza per intercettare la perdita e mettere in sicurezza l'area.

[EO2] Durante la costruzione del ponteggio gli operatori investiti hanno presumibilmente urtato contro il sensore di fine corsa della valvola causando la fuoriuscita della sostanza. La nube investiva 4 operatori addetti alla costruzione del ponteggio.

[EO3] Durante la costruzione del ponteggio l'operatore, con un tubo innocenti, urtava e apriva inavvertitamente la valvola della presa campione H2O2 di produzione con un titolo di circa 70%. L'H2O2 dalla presa campione defluiva verso l'imbutto di raccolta che non riuscendo a smaltirla completamente si riempiva facendo stramaz-

zare il liquido sulla platea. Prima: Costruzione del ponteggio per poter accedere al bocchello posto sul dolo del serbatoio. Al momento: Apertura accidentale della valvola della presa campione H2O2.

In un caso, durante lo smontaggio, sono stati appoggiati componenti di ponteggio su un gruppo di regolazione della pressione del gas nell'impianto che ne ha provocato il non funzionamento e ha impedito il controllo remoto da Distributed Control System (DCS) [EO4].

[EO4] Durante le attività di smontaggio ponteggio fronte forma C/O la valvola regolatrice, i dipendenti di una ditta esterna hanno poggiato le attrezzature sul gruppo di regolazione impedendone il corretto funzionamento e il controllo remoto da DCS (valvola regolatrice della pressione). Allarme in sala controllo, verifica in campo.

2. Interferenza per errato posizionamento del ponteggio

L'interferenza del ponteggio con parti di impianto ha provocato, in un caso (Figura 1) la deformazione di un tubo primario di uno strumento collegato a un reattore, senza conseguenze.

Figura 1 Interferenza per errato posizionamento del ponteggio - deformazione tubo strumentazione (cortesia Iplm)



In un altro caso [EO5] l'interferenza contemporanea per contatto del ponteggio con un macchinario in funzione e con una lampada fissa ha provocato il distacca-

mento della stessa per effetto della trasmissione delle vibrazioni del macchinario attraverso il ponteggio.

[EO5] Caduta lampada. Nell'area dell'essiccatore malico durante la fase di riavviamento del trasporto pneumatico, una lampada si staccava dai supporti cadendo a terra a pochi metri dal personale d'impianto. Nella mattinata era stato montato un ponteggio le cui estremità erano in contatto da una parte con l'essiccatore e dall'altra con la lampada stessa. Nel pomeriggio l'essiccatore è stato riavviato e molto probabilmente le vibrazioni prodotte dal suo funzionamento si sono trasmesse alla lampada tramite il ponteggio, causando la rottura dei supporti. Verificare in futuro che fra un ponteggio e le lampade ci sia una sufficiente distanza (anche per evitare il danneggiamento delle lampade durante il montaggio / smontaggio del ponteggio).

EVENTI DOVUTI ALL'UTILIZZO DI SCALE PORTATILI E TRABATELLI

Dalle schede analizzate si evince che gli eventi dovuti all'utilizzo di scale portatili sono causati dal cedimento dell'attrezzatura o dallo scivolamento del lavoratore dalla scala [EO6, EO7]. Le schede evidenziano che le scale portatili vengono utilizzate, anche per operazioni di routine, per raggiungere parti dell'impianto, in quota o in profondità.

[EO6] Infortunio per caduta da scala portatile. Mentre scendeva da una scala doppia in alluminio perdeva l'equilibrio a causa del cedimento di uno dei montanti della scala. Spostamento delle valvole oggetto delle manovre e manutenzioni, sul piano di lavoro soprastante.

[EO7] Il blocco della valvola posizionata all'interno della fossa all'uscita forno, richiede l'intervento facendo uso di una scaletta per accedere all'area. Durante la fase di discesa nella fossa il lavoratore scivolava e urtava la gamba sinistra all'altezza del femore. Azioni previste/programmate: Intervento strutturale di fissaggio definitivo della scala realizzata per accedere alla fossa.

È stato individuato un solo evento correlato all'utilizzo di trabattelli, che comunque non ha avuto conseguenze sui lavoratori e sull'impianto. A causa del vento forte si è verificato il rovesciamento di un trabattello non stabilizzato, durante una fase di inattività [EO8].

[EO8] A causa del vento forte, il trabattello posizionato all'interno del reparto produzione è rovinato a terra. Sensibilizzare il personale di manutenzione circa l'importanza di inserire gli elementi stabilizzanti o di smontare il trabattello subito dopo l'uso.

LEZIONI APPRESSE

La maggior parte degli eventi analizzati è legata all'impiego di ponteggi. Tali eventi possono essere classificati come **quasi incidenti** (p.e. non funzionamento di strumentazione critica, piccole perdite di sostanze pericolose). Gli eventi dovuti all'utilizzo di scale portatili o trabattelli sono essenzialmente **infortuni** o **mancati infortuni** di lavoratori.

- L'impiego delle attrezzature per lavori in quota può interferire con il corretto funzionamento di componenti/dispositivi di impianto.
- Prima di montare un ponteggio, occorre valutare e verificare lo spazio libero a disposizione a terra e in elevato, considerando, oltre a quello necessario per il suo posizionamento, anche lo **spazio per la movimentazione** dei componenti del ponteggio durante il montaggio e lo smontaggio. Lo spazio deve essere tale da evitare urti e interferenze in generale con qualsiasi parte dell'impianto.
- Nel posizionamento del ponteggio occorre mantenere una distanza sufficiente tra lo stesso e parti di impianto in funzione, tale da evitare il contatto, garantire il corretto funzionamento e l'accessibilità di tutti i sistemi di sicurezza (DCS, controllo, regolazione, allarmi).
- Per operazioni di routine che richiedono l'accesso a parti di impianto in quota o in profondità, occorre prediligere la scelta di idonei sistemi di accesso e di lavoro, fissi, al posto di scale portatili.
- In generale, nell'utilizzo delle attrezzature per lavori in quota si devono rispettare le procedure di impiego fornite dal fabbricante nell'apposito manuale, eventualmente integrate sulla base della valutazione dei rischi dello **specifico utilizzo** (sito, tipo di lavorazione).
- I trabattelli sono attrezzature mobili e a sviluppo verticale. Occorre prestare particolare attenzione alle istruzioni del fabbricante soprattutto in relazione ai metodi di **stabilizzazione**, al controllo del vento durante l'utilizzo. Non lasciare incustodito il trabattello senza assicurarne a parti stabili o smontarlo dopo ogni utilizzo.

RIFERIMENTI NORMATIVI

- d.lgs. 26 giugno 2015, n. 105 - Attuazione della direttiva 2012/18/UE relativa al controllo del pericolo di incidenti rilevanti connessi con sostanze pericolose;
- UNI 10617/2019 - Stabilimenti con pericolo di incidente rilevante - Sistemi di gestione della sicurezza - Requisiti essenziali;
- d.lgs. 81/08 e s.m.i. - Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro.

PER ULTERIORI INFORMAZIONI

Contatti: s.ansaldi@inail.it; fr.fabiani@inail.it

PAROLE CHIAVE

quasi incidenti, stabilimenti a rischio di incidente rilevante (RIR), lavori in quota, ponteggi, trabattelli, scale portatili

... L'impiego delle attrezzature per lavori in quota può interferire con il corretto funzionamento di componenti/dispositivi di impianto.

- Prima di montare un ponteggio, occorre valutare e verificare lo spazio libero a disposizione a terra e in elevato, considerando, oltre a quello necessario per il suo posizionamento, anche lo spazio per la movimentazione ...

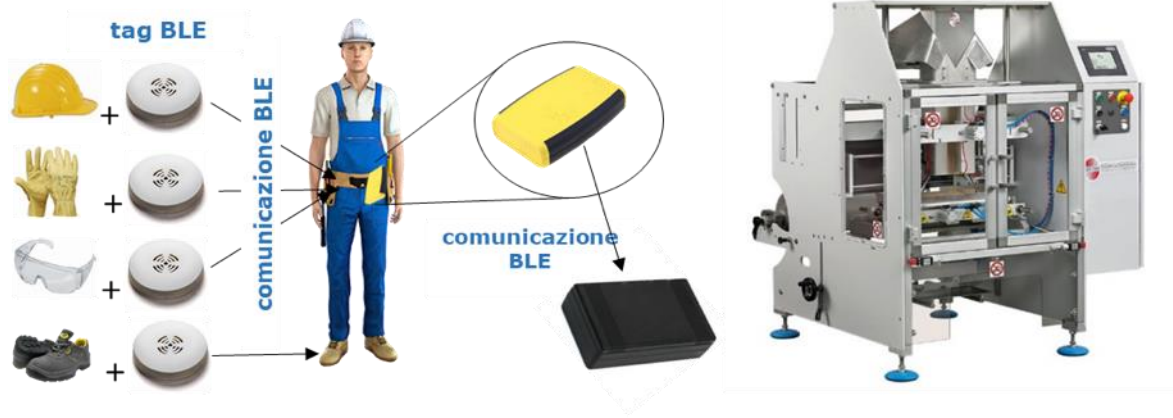
Possono diventare spunto per:

- ✓ formazione
- ✓ discussione
- ✓ procedure

...

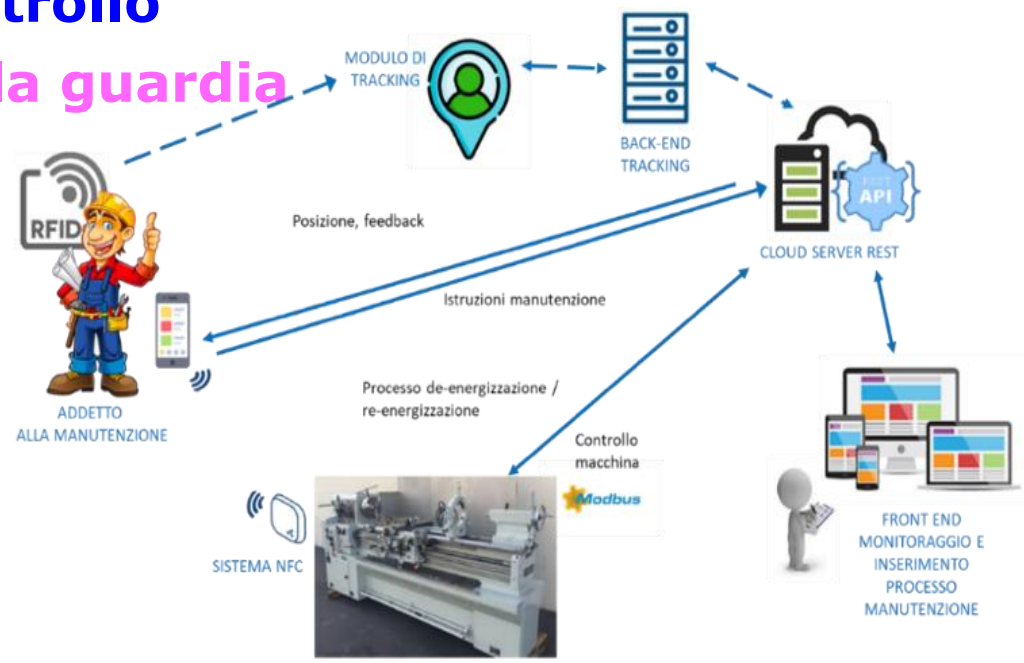
<https://www.inail.it/portale/it/inail-comunica/pubblicazioni/catalogo-generale/catalogo-generale-dettaglio.2025.03.rischi-correlati-operatori-depositi-sostanze-pericolose.html>

CRITICITÀ INTRODOTTE DA IA per il lavoratore

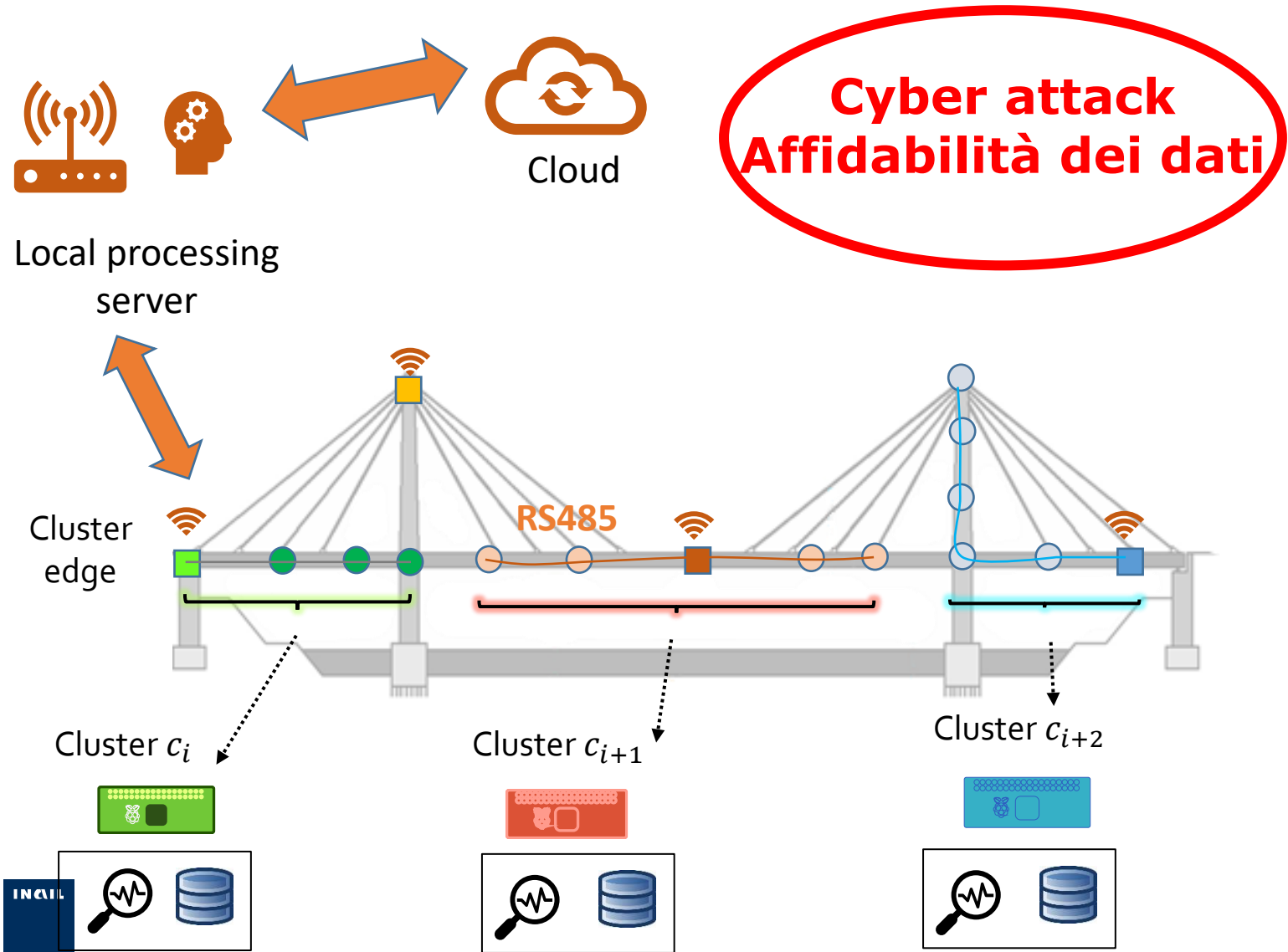


Sensori (indossabili) interpretati come **tecniche di controllo**

Presenza di Alert in tempo reale che fanno **abbassare la guardia**



CRITICITÀ INTRODOTTE DA IA per l'azienda



PROBLEMI EMERGENTI, esempi

Importanza della qualità del Software OT

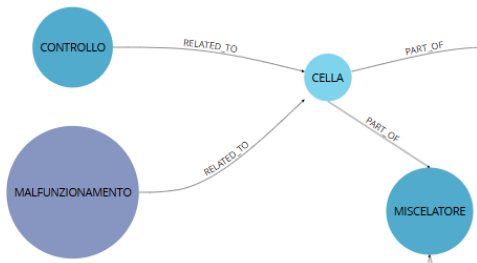
- Errori in sviluppo software OT in
 - design, codice (*bugs*), test
- Ricorrono più spesso nelle PMI

Esempio (EsOplA)

Reazione esotermica imprevista durante la produzione

- ✓ Errore nel software che ha **calcolato** la massa del prodotto caricato in base ai dati di flusso
- ✓ L'errore si ha **solo** quando si verifica l'evento di **malfunzionamento delle celle** di pesatura

➔ **Test scadenti**



Update del software OT momento critico

- A causa di un mancato aggiornamento o di un aggiornamento effettuato in modo negligente o intempestivo
 - 19th July 2024, le grandi infrastrutture elettriche, idriche e del gas non sono state interessate (nessun aggiornamento automatico!)
 - così come i grandi stabilimenti.

Esempio (EsOplA)

Riscaldamento indesiderato del reattore dopo la revisione del software di controllo

- ✓ Una versione **aggiornata** di DCS, appena caricata, ha causato
 - **Comportamento anomalo** dei sistemi di termoregolazione
 - **Riscaldamento indesiderato** di tre reattori
 - **La rottura** della serpentina

➔ **Aggiornamento negligente**

PROBLEMI EMERGENTI, esempi

Cyber attacks sono possibili

- Dagli esempi raccolti, il problema sembra ancora limitato

Esempi (ARIA)

- Aziende principalmente coinvolte:
 - ✓ Trattamento rifiuti
 - ✓ Parchi eolici
 - ✓ Aziende farmaceutiche (soprattutto se coinvolte nella produzione del vaccino Covid-19)

➔ **affari attraenti per i criminali**

Interventi Manuali

- Più evidenti nei report di near miss
- Nei piccoli impianti chimici che lavorano in batch:
 - Interventi manuali piuttosto comuni
 - Più inclini a difetti software

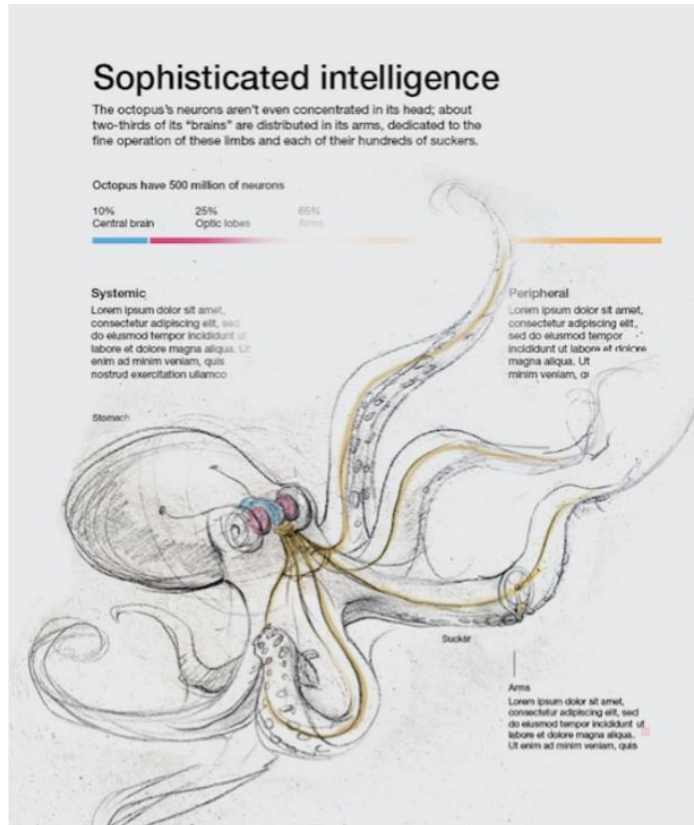
Esempi (EsOpIA)

	Preventive Barriers				Top Event	Protective Barriers			
	Organization Procedures IT	automated controls OT	manual intervention	Physical Systems		Physical System	Automated controls OT	manual intervention	IT Protection system
Failed Barriers	7	53	2	4	12				
Success Barriers	2		36	7		1		1	11

➔ **l'intervento manuale ha interrotto la sequenza**

UNO SGUARDO AL FUTURO PROSSIMO: AI on the Edge

Implementazione di algoritmi di IA su **dispositivi locali**, come sensori, telecamere, dispositivi IoT (Internet delle cose) e altri dispositivi embedded, anziché eseguirli su server remoti o in cloud, portando la potenza computazionale e l'elaborazione dei dati **più vicino al punto di raccolta dei dati**



L'intelligenza artificiale on edge può essere utilizzata per **automatizzare le routine di ispezione** (dalla qualità della produzione alla manutenzione), avvisando solo quando vengono **rilevati comportamenti anomali**.

È possibile utilizzare un'ampia gamma di sensori (immagini, suoni, vibrazioni, luci a infrarossi, odori, proprietà chimiche, ecc.) e **osservarli direttamente sul campo** tramite modelli di machine learning, ospitati da CPU dedicate e specializzate in AI.

I principali **vantaggi** dell'AI on Edge sono:

- Riduzione della **latenza** e aumento della **frequenza di monitoraggio**
- **Riduzione** delle richieste di rete e del consumo di energia di trasmissione
- Miglioramento della **resilienza operativa**
- Aumento della **privacy** delle informazioni personali e sensibili



Camera and Thermo



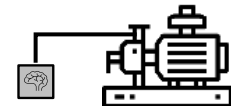
Roverbot



Robot



Drone



Retrofitted assets

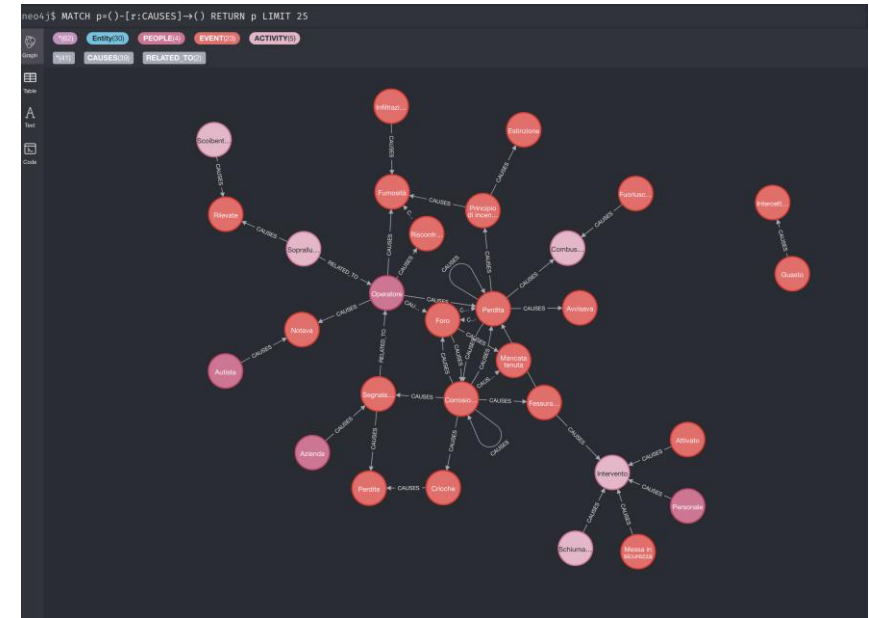
CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE...

Implementare la Cultura della Sicurezza con tecniche di Machine Learning ha dei **vantaggi**:

- gestire notevoli quantità di dati (documenti)
- estendere ad altri documenti che trattano conoscenze simili lo stesso modello concettuale (es. report post-incidentali)
- gestire conoscenza *'a posteriori'*

- per chi analizza ➤ fornire una visione globale delle criticità
- estrarre informazioni 'inaspettate'

ML un moltiplicatore di tempo, *effort*, risorse



SVANTAGGI???

**SI..... SERVE
ANCORA TANTA
INTELLIGENZA
NATURALE!!!!!!!**



GO DIGITAL, STAY HUMAN!

Grazie per l'attenzione

p.agnello@inail.it

