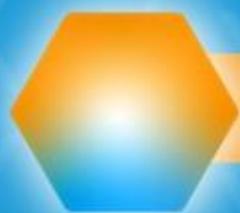




13 → 15 NOV. 2025  
OVAL, LINGOTTO FIERE - TO



## L'ALVEARE DEL PROFESSIONISTA

**15 NOVEMBRE**

**ORARIO: 16:30 – 18:30**

**SALA STAGE**

**INNOVAZIONE  
DELLA SICUREZZA  
IN CANTIERE**



# **L'ALVEARE DEL PROFESSIONISTA**

## **INNOVAZIONE DELLA SICUREZZA IN CANTIERE**

**GIORNO/ORO: 15/11/25 dalle 16:30 alle 18:30**

### **RIEPILOGO INTERVENTI**

**Ing. FULVIO GIANI**  
Vicepresidente vicario  
Ordine Ingegneri di Torino

**Ing. LILIANA RIVAUTELLA**  
Consigliere  
Ordine Ingegneri di Torino

# DRONI

# DRONI

## PREMESSA

Si evidenziano alcune tematiche relative all'utilizzo, ai fini della sicurezza sul lavoro, dei



DRONI AEREI  
(AEROMOBILI A  
PILOTAGGIO REMOTO  
APR OPPURE UAV  
UNMANNED AERIAL  
VEHICLE)

DRONI TERRESTRI  
UGV  
(UNMANNED GROUND  
VEHICLE, VEICOLO  
TERRESTRE SENZA  
EQUIPAGGIO)



nei Cantieri Temporanei o Mobili, limitatamente al poco tempo a disposizione per un argomento così vasto e interessante. Il presente intervento è premessa per successive occasioni di approfondimento.

### Che cosa è un Drone?

I droni sono apparecchi caratterizzati dall'assenza di un pilota a bordo e vengono guidati da un pilota in remoto tramite un sistema di controllo che garantisce funzionalità tramite diverse applicazioni di controllo.

Questi veicoli di piccole dimensioni possono essere terrestri, aerei o acquatici.



# DRONI

## PREMESSA

### A cosa serve un Drone?

Questi sistemi a pilotaggio remoto sono caratterizzati ormai da un uso professionale di utilizzo del velivolo con importanti potenzialità d'impiego quali monitoraggio, ricognizione, esplorazione e sorveglianza, rilievi ambientali, riprese aeree, indagini in impianti e infrastrutture, agricoltura, controllo della qualità dell'acqua, primo soccorso in caso di eventi critici come incendi o esplosioni o altre tragedie, etc. .



# DRONI

## PREMESSA

### Perché parlare di Drone nella sicurezza sui luoghi di lavoro?

Le ragioni del successo di questa tecnologia risiedono nel fatto che un drone consente operazioni di rilievo e monitoraggio in condizioni altrimenti pericolose e ostili per i lavoratori.

Misura organizzativa che esclude l'accesso ad area pericolosa limitando l'esposizione del lavoratore umano.

La priorità è evitare il rischio alla fonte



## I DRONI TERRESTRI

Un drone terrestre è un veicolo autonomo o telecomandato che si muove sulla superficie del terreno. E' detto UGV (Unmanned Ground Vehicle, veicolo terrestre senza equipaggio).

Le sue caratteristiche principali:

- Locomozione su ruote, cingoli o gambe;
- Controllo remoto o autonomia (tramite intelligenza artificiale o sensori);
- Equipaggiato con telecamere, sensori, bracci meccanici o strumenti specifici.



## I DRONI TERRESTRI

Relativamente alle modalità di funzionamento questo può essere:

- **MANUALE**: controllato da un operatore tramite telecomando o app;
- **SEMI-AUTONOMO**: segue un percorso prestabilito, ma può adattarsi agli ostacoli;
- **AUTONOMO**: prende decisioni in tempo reale grazie a sensori e algoritmi (es. intelligenza artificiale o machine learning).



## I DRONI TERRESTRI

I droni terrestri (robot mobili) sono utilizzati in cantieri per diverse applicazioni, come

- il monitoraggio,
- la movimentazione di materiali,
- l'ispezione e
- l'assistenza nelle operazioni logistiche.

Per utilizzarli si pianifica il percorso, lo si guida evitando gli ostacoli, si raccolgono dati trasmettendo le informazioni alla base e si organizza il rientro. Può essere dotato di GPS per il posizionamento, telecamera e sensori a seconda dell'utilizzo.

Anche in questo caso, esistono rischi e misure di sicurezza specifiche:



## I DRONI TERRESTRI

Anche in questo caso, esistono rischi e misure di sicurezza specifiche:

- **Collisioni con persone o attrezzature:** i droni terrestri potrebbero non essere in grado di evitare ostacoli in tempo reale, rischiando di urtare persone o attrezzature.
- **Malfunzionamenti dei sensori:** se i sensori di navigazione (come quelli a ultrasuoni o lidar che è tecnologia di telerilevamento che utilizza laser per misurare la distanza da un oggetto o una superficie) non funzionano correttamente, il drone potrebbe deviare dalla sua traiettoria e causare incidenti.
- **Stabilità in terreni irregolari:** i cantieri edili sono spesso caratterizzati da superfici sconnesse, che possono compromettere la stabilità dei droni terrestri.



## I DRONI TERRESTRI

## Misure di sicurezza:

- Dotazione sistema di rilevamento e prevenzione delle collisioni (ADS): i droni terrestri devono essere dotati di sensori avanzati per rilevare ostacoli e fermarsi automaticamente in caso di potenziale collisione.
- Controllo remoto e supervisione: è fondamentale che un operatore sia in grado di monitorare e intervenire nel caso di malfunzionamenti.
- Geofencing: è una tecnologia che utilizza la localizzazione (come il GPS) per definire un "recinto virtuale" intorno a un'area geografica; l'utilizzo di sistemi di geofencing può limitare i movimenti dei droni in aree sicure, riducendo il rischio di incidenti.



## I DRONI AEREI O AEROMOBILI A PILOTAGGIO REMOTO (APR) OPPURE (UAV UNMANNED AERIAL VEHICLE)

**DRONE AD ALA FISSA** design simile a quello di un aereo che possono volare lungo un percorso impostato e raggiungere altitudini più elevate rispetto ad altri tipi di droni e non risultano idonei per l'utilizzo in aree con molti ostacoli o spazi ristretti;

**DRONE AD ALA ROTANTE:** i droni ad ala rotante hanno un design che consente loro di librarsi in posizione e rimanere stabili, rendendoli più facili da controllare rispetto ai droni ad ala fissa.



# I DRONI AEREI O AEROMOBILI A PILOTAGGIO REMOTO (APR) OPPURE (UAV UNMANNED AERIAL VEHICLE)

## Normativa

L'uso dei droni è ovviamente soggetto a una **specificativa normativa di riferimento** che tutela la **privacy** delle persone e la **sicurezza del traffico aereo** con precise limitazioni.

Il regolamento ENAC (Ente Nazionale per l'Aviazione Civile), nel cui merito è necessario approfondire in altra sede, sui droni stabilisce pesi del mezzo, distanze da osservare, elevazione massima e il divieto assoluto di impiego in aree **ATZ**, Aerodrome Traffic Zone (questa zona è istituita attorno a un aeroporto per garantire la sicurezza degli aeromobili durante le fasi di decollo, atterraggio e navigazione nel circuito di traffico).



# I DRONI AEREI O AEROMOBILI A PILOTAGGIO REMOTO (APR) OPPURE (UAV UNMANNED AERIAL VEHICLE)

## Il patentino

Il patentino ENAC (l'Attestato di Pilota APR Aeromobile a Pilotaggio Remoto, rilasciato dall'Ente Nazionale per l'Aviazione Civile (ENAC) è richiesto per

- 1) Droni superiori a 250 g al decollo
- 2) Droni dotati di telecamera e sensori
- 3) Tutti i droni destinati ad uso professionale



## I DRONI AEREI O AEROMOBILI A PILOTAGGIO REMOTO (APR) OPPURE (UAV UNMANNED AERIAL VEHICLE)

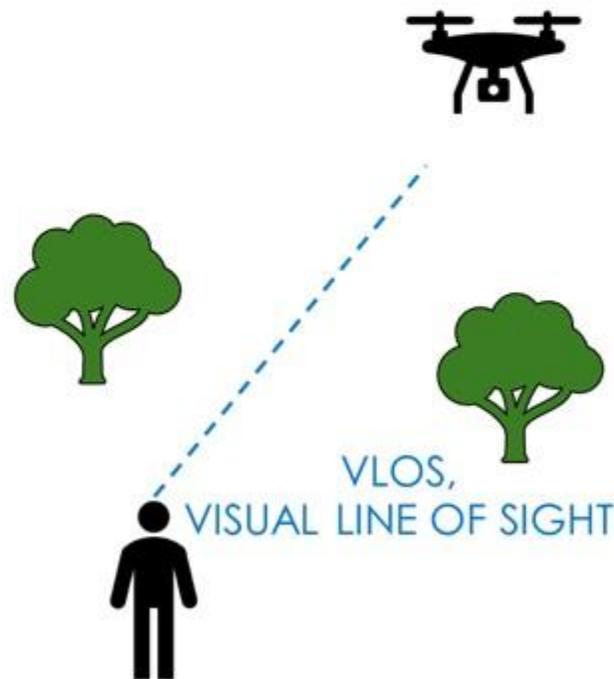
Il regolamento italiano stabilisce norme specifiche riguardanti:

L'altezza massima a cui è possibile far volare i droni, generalmente limitata a 120 metri per garantire la sicurezza dei voli abitati.

L'obbligo di mantenere il drone sempre a vista diretta del pilota (concetto di VLOS, Visual Line of Sight).

Le aree interdette al volo, come le zone sensibili (ad esempio, vicinanze di aeroporti, basi militari e centri urbani densamente popolati).

Per la privacy l'obbligo di informare preventivamente le persone che potrebbero essere riprese e la necessità di installare misure di sicurezza per proteggere i dati raccolti.



# I DRONI AEREI O AEROMOBILI A PILOTAGGIO REMOTO (APR) OPPURE (UAV UNMANNED AERIAL VEHICLE)

## Sicurezza e responsabilità (uso responsabile e sicuro)

Un altro aspetto cruciale riguarda la sicurezza e la responsabilità in caso di incidenti o danni causati dall'uso di droni. Le normative italiane ed europee richiedono che gli operatori di droni siano assicurati contro eventuali danni a persone o cose. Questo obbligo è particolarmente stringente per i droni utilizzati a scopo professionale.

In caso di incidente, la, che deve garantire il rispetto delle normative vigenti in materia di sicurezza responsabilità può ricadere sull'operatore del drone.

Oltre alle responsabilità civili, esistono anche implicazioni penali. L'uso di droni in violazione delle normative può comportare sanzioni amministrative o, nei casi più gravi, penali. Ad esempio, il sorvolo non autorizzato di aree militari o aeroporti potrebbe portare all'arresto o a multe salate.

## WHAT TYPE OF DRONE CAN I FLY?

Operation			Drone Operator / pilot			
C-Class	Max Take off mass	Subcategory	Operational restrictions	Drone Operator registration?	Remote pilot qualifications	Remote pilot minimum age
Privately build	<250g	<b>A1</b> Not over assemblies of people (can also fly in subcategory A3)	Operational restrictions on the drone's use apply (follow the QR code below)	<b>Yes</b> No if toy or not fitted with camera/sensor	Read user's manual	No minimum age (certain conditions apply)
legacy < 250g						
C0						
C1	<900g			<b>Yes</b>	Check out the QR code below for the necessary qualifications to fly these drones	<b>16</b>
C2	<4kg	<b>A2</b> Fly close to people (can also fly in subcategory A3)				
C3	<25kg	<b>A3</b> Fly far from people				
C4						
Privately build						
Legacy drones (art 20)						

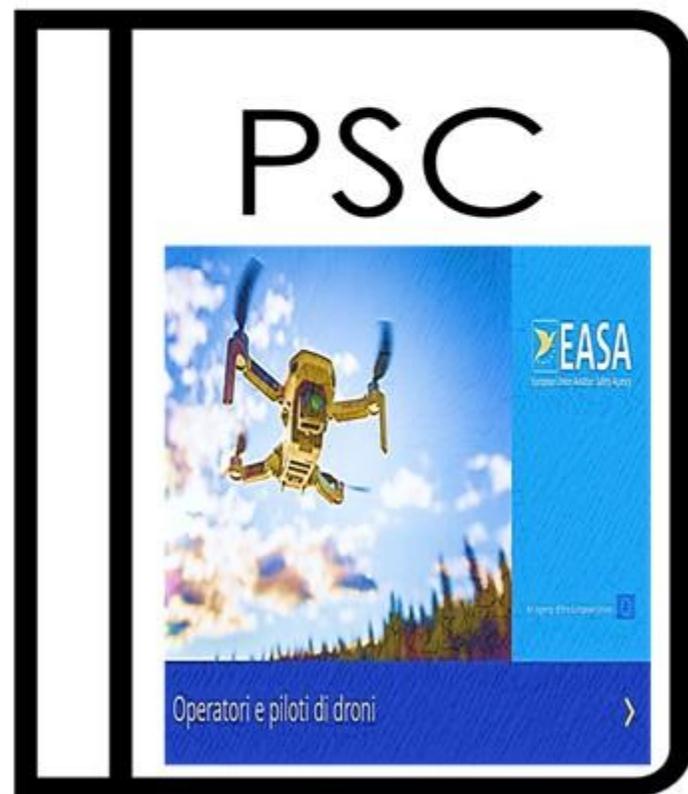


## I DRONI AEREI O AEROMOBILI A PILOTAGGIO REMOTO (APR) OPPURE (UAV UNMANNED AERIAL VEHICLE)

In molti paesi, l'utilizzo di droni è soggetto a normative rigorose. Ad esempio, in Europa, i droni sono regolati dall'Agenzia Europea per la Sicurezza Aerea (EASA) e dalle normative dell'ENAC (Ente Nazionale Aviazione Civile) in Italia. Le normative variano a seconda dell'altitudine, della distanza dal pilota e dell'ambiente circostante. Per i cantieri, sono previsti requisiti aggiuntivi, come:

**AUTORIZZAZIONI SPECIFICHE:** in molti casi è necessario ottenere un permesso per operare con droni in spazi urbani o in cantieri edili.

**PIANO DI SICUREZZA:** il cantiere deve integrare l'uso dei droni nel piano di sicurezza, includendo procedure per minimizzare i rischi.



## I DRONI AEREI O AEROMOBILI A PILOTAGGIO REMOTO (APR) OPPURE (UAV UNMANNED AERIAL VEHICLE)

I più comuni sono **QUADRICOTTERI** (elicotteri con quattro eliche a passo fisso poste sui vertici di un telaio a forma di X, ognuna azionata da un motore elettrico). La configurazione a 4 eliche è molto utilizzata perchè estremamente stabile : quando le 4 eliche girano tutte alla stessa velocità, l'aeromobile resta in posizione livellata.

Le eliche sulla diagonale della X girano nello stesso verso, ed in verso opposto a quelle sull'altra diagonale. In sostanza ogni singola elica gira in verso opposto rispetto a quella a fianco. La controrotazione è essenziale per l'equilibrio sull'asse dell'imbardata (rotazione del mezzo rispetto al suo asse centrale baricentrico) .

Ogni elica, infatti, genera sul telaio del drone un momento meccanico inverso al proprio verso di rotazione



## I DRONI AEREI O AEROMOBILI A PILOTAGGIO REMOTO (APR) OPPURE (UAV UNMANNED AERIAL VEHICLE)

Il drone è controllato tramite due radio digitali rice-trasmittenti

- la stazione di terra invia i comandi e riceve telemetria (rilevazione a distanza di dati operativi e misure),
- la stazione a bordo riceve i comandi e invia telemetria.

La stazione di terra si interfaccia con un tablet, per la visualizzazione dei dati di telemetria ed eventualmente del feed video (sequenza di contenuti video).

Per radiocomando e per aeromobile si utilizza alimentazione con batterie al litio (batterie ricaricabili che utilizzano il litio per immagazzinare energia elettrica) . Questo limita il volo a 15 / 25 minuti, prima di dover atterrare per una ricarica.

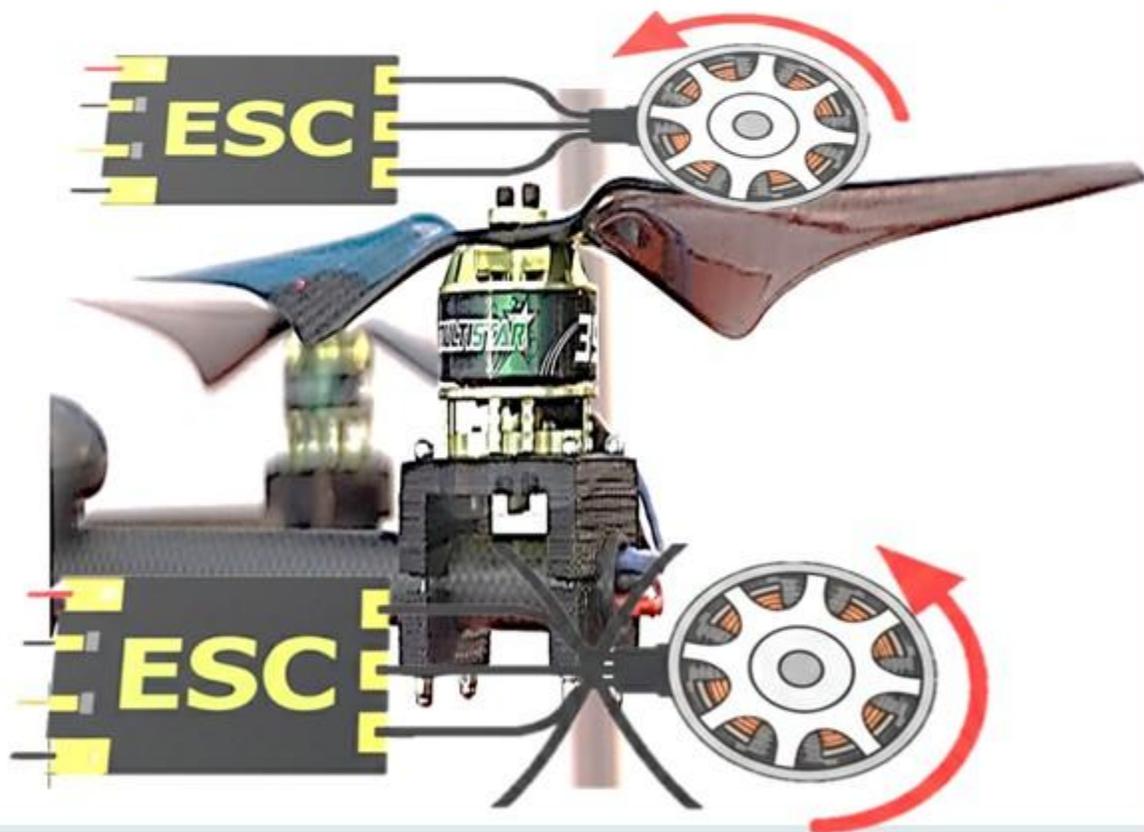


## I DRONI AEREI O AEROMOBILI A PILOTAGGIO REMOTO (APR) OPPURE (UAV UNMANNED AERIAL VEHICLE)

I motori delle eliche sono gestiti da componenti chiamati ESC, Elettronic Speed Controller.

Questi circuiti sono in grado di impostare con precisione la velocità di rotazione del motore; sono anche in grado di frenarla, rendendo estremamente rapide le variazioni del regime rotatorio.

Componente elettronico che controlla e regola la velocità di un motore elettrico,



## I DRONI AEREI O AEROMOBILI A PILOTAGGIO REMOTO (APR) OPPURE (UAV UNMANNED AERIAL VEHICLE)

In gergo tecnico, qualsiasi equipaggiamento si monti su un drone viene definito **payload**, ovvero **carico utile**.

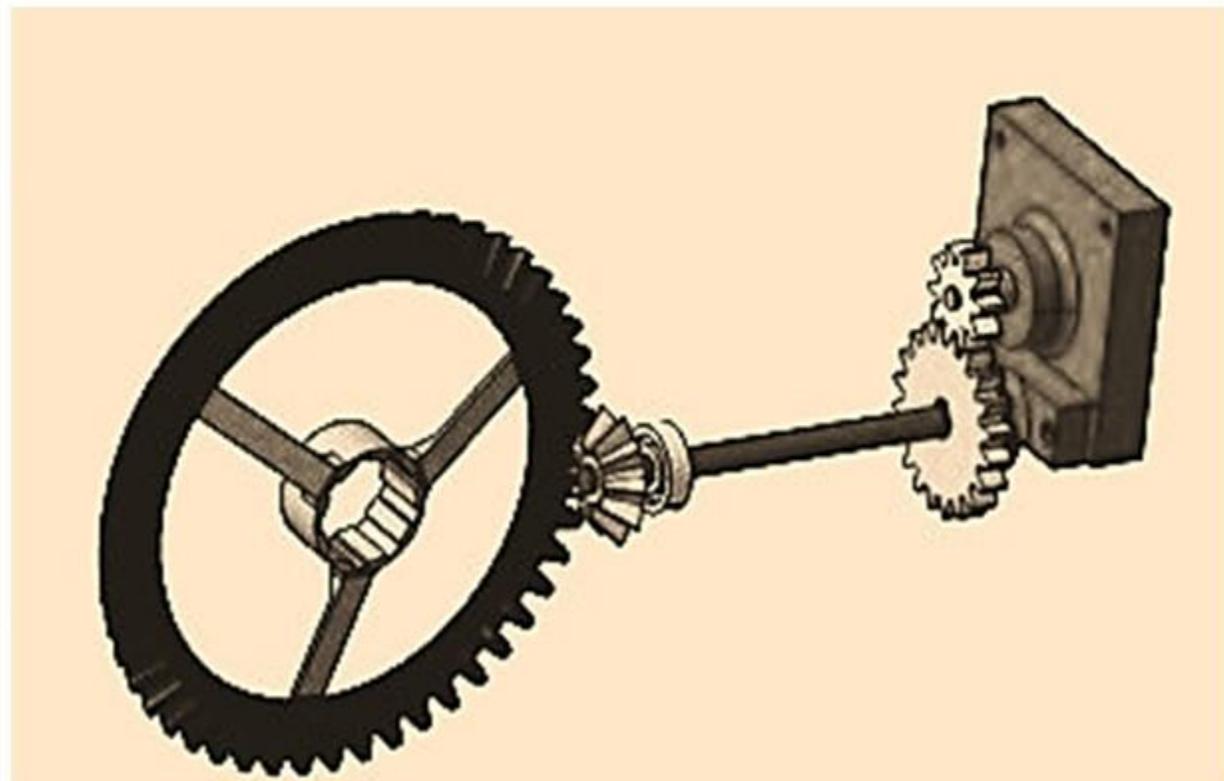
La maggior parte dei droni civili, sia hobbistici sia professionali è equipaggiato con una **fotocamera ad alta risoluzione**.

E' possibile equipaggiarli con svariati tipi di **sensori**, quali **termocamere** (FLIR termocamera che è un sistema di visione che utilizza la radiazione infrarossa per rilevare il calore), **lidar** (che permettono di effettuare rilevamenti tridimensionali con laser scanner), **sensori chimici** o anche **vani per trasporto** di piccoli oggetti.



## I DRONI AEREI O AEROMOBILI A PILOTAGGIO REMOTO (APR) OPPURE (UAV UNMANNED AERIAL VEHICLE)

Per riprese cinematografiche vengono utilizzati droni in grado di portare e gestire **telecamere professionali**, che possono pesare qualche chilogrammo. Le fotocamere sono vincolate al drone tramite un **sistema cardanico** snodato su tre assi (sistema meccanico utilizzato per trasferire la potenza rotatoria tra due alberi non allineati), ognuno collegato ad un motore elettrico, e mantenuto stabile da una propria IMU: il **gimbal** (sistema di supporto stabilizzatore che permette alla fotocamera di muoversi in tre direzioni diverse);



## I DRONI AEREI O AEROMOBILI A PILOTAGGIO REMOTO (APR) OPPURE (UAV UNMANNED AERIAL VEHICLE)

### Rischi per la sicurezza del volo:

- **Collisioni:** i droni possono facilmente entrare in collisione con ostacoli come gru, strutture alte, cavi elettrici o altre apparecchiature. Inoltre, un drone fuori controllo potrebbe colpire i lavoratori.
- **Condizioni meteorologiche:** vento forte, pioggia o nebbia possono influire sulla stabilità del volo e compromettere la sicurezza.
- **Malfunzionamenti tecnici:** problemi come la perdita del segnale, guasti ai sensori o alla batteria possono causare incidenti.



## Misure di sicurezza:

**Manutenzione e controllo del drone:** è essenziale effettuare ispezioni regolari sui droni e sui loro componenti (batterie, eliche, sensori, ecc.) per prevenire guasti.

**Volo a vista o in modalità automatica:** mantenere i droni in volo diretto visibile o utilizzare modalità automatizzate che riducano il rischio di errore umano.

**Esclusione di zone di volo:** identificare e segnare chiaramente le aree dove è consentito volare, evitando le zone di lavoro o di passaggio dei lavoratori.



## CONCLUSIONI

In conclusione, con una corretta gestione dei rischi, i droni possono contribuire significativamente alla sicurezza nei cantieri:

- **Ispezioni senza rischi diretti:** i droni possono essere utilizzati per ispezionare aree pericolose senza che i lavoratori debbano mettersi in situazioni di rischio, come ispezionare alte strutture o zone di difficile accesso.
- **Monitoraggio in tempo reale:** i droni forniscono una visione panoramica e continua dei cantieri, che consente di individuare anomalie, pericoli e situazioni di rischio prima che diventino problematiche.



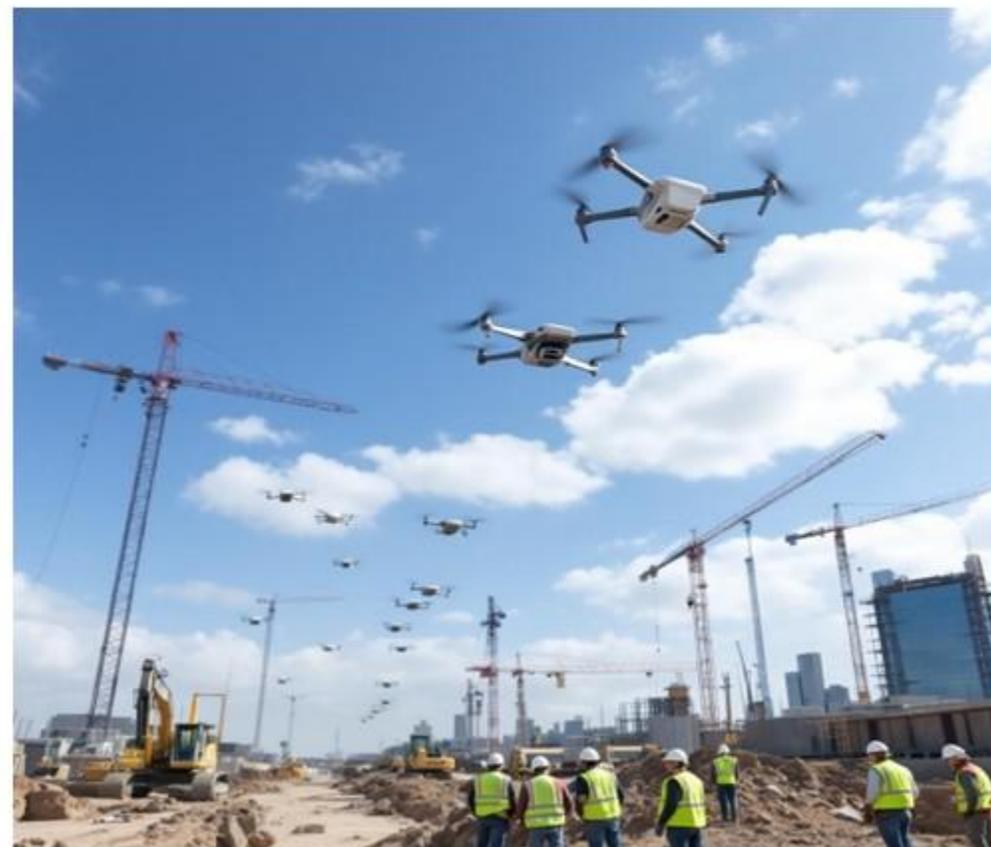
## CONCLUSIONI

**Progettazione precisa:** i droni possono essere utilizzati per acquisire dati topografici precisi e aggiornati riducendo la possibilità di errore

**Monitoraggio delle attrezzature utilizzate in cantiere:** i droni forniscono informazioni in tempo reale sullo stato delle attrezzature difficilmente ispezionabili, ad es. ralla di rotazione di una gru, in quota.

**Monitoraggio da remoto e reports di avanzamento lavori:** possibilità di monitorare il cantiere e lo stato di avanzamento dei lavori da remoto (documentare ogni minima variazione nello stato dei lavori del cantiere e di creare un **archivio visivo dettagliato che integra e arricchisce i report tecnici tradizionali**).

**Sorveglianza:** controllare rapidamente la posizione di mezzi ed attrezzature e scongiurare possibili danni o furti.



## CONCLUSIONI

**Ispezione e fotografia della struttura:** puntuale e precisa ispezione della struttura e dei suoi dettagli costruttivi, ad esempio, in un cantiere di demolizione o per programmare attività manutentive (anche ispezione in ambienti complessi)

**Rilievi dell'esistente per ottenimento modelli BIM** precisi e dettagliati. I dati acquisiti sul campo mediante l'utilizzo di droni devono essere elaborati e combinati in software di editing delle nuvole di punti. La nuvola di punti (rilevo effettuato tramite laser scanner) è un file che contiene una serie di punti disposti nello spazio con informazioni, come la posizione (coordinate  $x,y,z$ ), il colore, la riflettanza, ecc.. (creazione di gemelli digitali del cantiere e il tema della post produzione dei dati raccolti).



# SMART DPI

## DEFINIZIONE

Una definizione dei sistemi di protezione individuale smart è specificata nel rapporto tecnico CEN/TR 17512:2020 «Smart garments – Terms and definitions»

“I DPI intelligenti consistono nella combinazione di DPI tradizionali, che proteggono chi li indossa o li porta da uno o più rischi a cui è esposto, con materiali o parti intelligenti che rispondono in modo voluto e sfruttabile a segnali/input esterni o a modifiche dell'ambiente circostante”.

TECHNICAL REPORT  
RAPPORT TECHNIQUE  
TECHNISCHER BERICHT

CEN/TR 17512

June 2020

ICS 01.040.59; 13.340.10; 01.040.13; 59.080.80

English Version

Personal protective equipment - Smart garments - Terms  
and definitions

Équipement de protection individuelle - Vêtements  
intelligents - Termes et définitions

Persönliche Schutzausrüstungen - Intelligente  
Kleidungen - Begriffe und Definitionen

This Technical Report was approved by CEN on 24 May 2020. It has been drawn up by the Technical Committee CEN/TC 162.

CEN members are the national standards bodies of Austria, Belgium, Bulgaria, Croatia, Cyprus, Czech Republic, Denmark, Estonia, Finland, France, Germany, Greece, Hungary, Iceland, Ireland, Italy, Latvia, Lithuania, Luxembourg, Malta, Netherlands, Norway, Poland, Portugal, Republic of North Macedonia, Romania, Serbia, Slovakia, Slovenia, Spain, Sweden, Switzerland, Turkey and United Kingdom.



EUROPEAN COMMITTEE FOR STANDARDIZATION  
COMITÉ EUROPÉEN DE NORMALISATION  
EUROPÄISCHES KOMITEE FÜR NORMUNG

CEN-CENELEC Management Centre: Rue de la Science 23, B-1040 Brussels

© 2020 CEN. All rights of exploitation in any form and by any means reserved  
worldwide for CEN national Members.

Ref. No. CEN/TR 17512:2020 E



## Regolamento UE 2016/425

Regolamento UE 2016/425 – art. 14  
«Presunzione di conformità del DPI»

Un DPI conforme alle norme armonizzate o alle parti di esse i cui riferimenti sono stati pubblicati nella Gazzetta ufficiale dell'Unione europea è considerato conforme ai requisiti essenziali di salute e di sicurezza di cui all'allegato II, contemplati da tali norme o parti di esse.

31.3.2016

IT

Gazzetta ufficiale dell'Unione europea

L 81/51

REGOLAMENTO (UE) 2016/425 DEL PARLAMENTO EUROPEO E DEL CONSIGLIO

del 9 marzo 2016

sui dispositivi di protezione individuale e che abroga la direttiva 89/686/CEE del Consiglio

(Testo rilevante ai fini del SEL)

IL PARLAMENTO EUROPEO E IL CONSIGLIO DELL'UNIONE EUROPEA,

## EU - OSHA

La European agency for safety and health at work (EU-Osha) riconosce il **potenziale rivoluzionario** dei DPI intelligenti, ma sottolinea anche la necessità di affrontare le **complessità** legate alla loro adozione. In diversi documenti, l'agenzia analizza i **benefici** di questi strumenti, come l'aumento del livello di protezione e il miglioramento del comfort, ma evidenzia anche la necessità di **garantire la conformità normativa e la protezione dei dati**.

La EU-Osha enfatizza l'importanza di un approccio equilibrato che consideri tanto le opportunità quanto i limiti, promuovendo al contempo la ricerca per massimizzare i vantaggi della digitalizzazione senza trascurare le implicazioni etiche e pratiche.



**DISCUSSION  
PAPER**



**SMART PERSONAL PROTECTIVE EQUIPMENT:  
INTELLIGENT PROTECTION FOR THE FUTURE**

**Summary**

Smart personal protective equipment (PPE) is becoming more and more common. Such products have been on display at trade fairs and in use for some time. Nevertheless, it is advisable to view the market with a fair degree of scepticism. Although some good products do already exist, smart PPE is a fast-moving area, and all participants are still learning to fully exploit the potential of smart PPE.

**What is smart PPE?**

PPE, such as safety shoes, ear plugs and protective eyewear, has always been important in protecting the wearer from one or many occupational safety and health (OSH) risks. If an activity carried out by a person — the wearer of the PPE — involves a certain risk that cannot be further reduced by other (collective technical or organisational) means, the use of PPE is essential to enable that person to do their job without or with less risk of injury. PPE must function reliably and provide a high level of protection. This principle of the hierarchy of prevention (\*) has been successfully used for a long time (\*\*).

Of course, research and development are carried out in the field of PPE. More and more often, one sees descriptions such as 'intelligent' or 'smart' applied to PPE. The level of protection can be increased by using enhanced materials or electronic components in smart PPE. Enhanced materials have new properties: knee protectors, for instance, are often inflexible and hinder normal movements; however, smart shock-absorbing material can be soft and flexible, allowing normal movement. When protection is needed, in the event of a shock, the smart material's properties change, and the shock-absorbing effect is revealed.

In most cases, the 'smart' part of smart PPE is electronics. In this case, smart PPE combines traditional PPE (e.g. a protective garment) with electronics, such as sensors, detectors, data transfer modules, batteries, cables and other elements.

A well-known example that has already been presented at trade fairs is smart protective garments for firefighters. Various sensors are integrated into the firefighters' garments. They measure body functions such as heart rate, blood pressure and

Smart PPE promises a higher level of protection and more comfort through the use of enhanced materials or electronic components. Sometimes it provides both, and sometimes it provides one of these aspects. What is crucial to understand is that the **combination of traditional PPE with smart elements forms this new type of PPE**. The smart elements increase the protection level, and thus they are an integral part of PPE. Consequently, every time the PPE is tested — be it a conformity assessment or a functionality test — the **smart PPE must be tested as a whole** by the relevant stakeholder, for example the manufacturer, the notified body, the relevant authority or the user.

(\*) (Throughout the article the term "users" is understood to include both employers and employees.)

(\*) [https://oshwiki.eu/wiki/Hierarchy\\_of\\_prevention\\_and\\_control\\_measures](https://oshwiki.eu/wiki/Hierarchy_of_prevention_and_control_measures)  
(\*\*) For the use of PPE in the workplace, see Council Directive 89/656/EEC, last amendment on 31.10.2019 (<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:31999L0026>).

Safety and health at work is everyone's concern. It's good for you. It's good for business. 1

## l'infrastruttura

Le comunicazioni wireless, come WiFi, Bluetooth e Radio frequency identification (RFID), costituiscono l'infrastruttura fondamentale per la trasmissione dei dati.

- Le tecnologie come il **Bluetooth** e il suo standard Low Energy (BLE) offrono comunicazioni sicure ed efficienti a corto raggio, ideali per [applicazioni locali](#).
- Il **WiFi** garantisce una [connettività più ampia](#),
- L'**RFID** e il **protocollo Near Field Communication (NFC)** si distinguono per la precisione nella trasmissione di dati a [distanze ravvicinate](#).
- Per scenari più complessi, tecnologie a lungo raggio come lo Universal mobile telecommunications system (UMTS) e il Worldwide interoperability for microwave access (WiMax) permettono di mantenere la connessione anche in aree remote



## SENSORISTICA WEARABLE E NANOTECNOLOGIA

Con il termine **tecnologia “wearable”** si identifica l'insieme di quelle tecnologie finalizzate alla produzione di dispositivi elettrici e/o elettronici, di **piccole dimensioni**, integrati su indumenti o accessori indossabili, spesso costituiti da uno o più sensori e dotati di capacità computazionale.

La loro funzione principale è quella di catturare dati semplici e/o complessi, elaborarli e condividerli. I dispositivi indossabili, attualmente più diffusi sul mercato, si possono dividere in tre categorie:

1

ACCESSORI SMART

2

ACCESSORI COMPLESSI

3

SMART WEARABLE

## SENSORISTICA WEARABLE E NANOTECNOLOGIA

## ACCESSORI SMART

Accessori Smart: dispositivi con la possibilità di installare applicazioni o software di terze parti, ampliandone le funzionalità; essi operano tramite connessione a uno smart device, a sua volta connesso a internet (es. smartwatch non dotati di SIM);



**Chiamata bluetooth - Schermo ultra amoled alta risoluzione  
Batteria 280 mAh - Assistente vocale - Cardio frequenza  
Pressione sanguinea - Ossigeno - Frequenza respiratoria**

<https://arteregalogioielli.it/orologeria/2075-smarty-20-smartwatch-chiamata-bluetooth-e-schermo-ultra-amoled.html>

## SENSORISTICA WEARABLE E NANOTECNOLOGIA

## ACCESSORI COMPLESSI

Accessori Complessi: dispositivi che lavorano **parzialmente** in modo indipendente, perché comunque connessi a un dispositivo e quindi ad internet (braccialetti per il fitness/ activity tracker); essi raccolgono dati e, in alcuni casi, comunicano tramite display; ma necessitano di scaricare i dati raccolti su un dispositivo connesso per poterli processare;



## SENSORISTICA WEARABLE E NANOTECNOLOGIA

## SMART WEARABLE

Smart Wearable: dispositivi indipendenti, che non si appoggiano ad altri apparecchi, ma si connettono autonomamente a internet e hanno la possibilità di installare APP e software di terze parti, con l'intento di espanderne le funzionalità (ad es. Smart Glass o tessuti smart); essi si stanno dimostrando strumenti molto utili per monitorare salute e stile di vita delle persone, con il vantaggio di essere poco intrusivi ed economici



## SENSORISTICA WEARABLE E NANOTECCNOLOGIA

Lo sviluppo scientifico e la manipolazione dei materiali alla scala atomica grazie alla Nanotecnologia hanno permesso di sviluppare metodi e tecniche per modificare la materia su scala nanometrica (10<sup>-9</sup> m) e studiare nuove interazioni della materia stessa.

È stato dimostrato che su tale scala, **la materia non segue le leggi della fisica classica, bensì quelle della fisica quantistica, con la conseguenza che si presentano nuove proprietà e comportamenti, non osservabili a livello macroscopico.**

Un nano-sensore non si riferisce unicamente ad un dispositivo con dimensioni nell'ordine dei nanometri, ma rappresenta anche un dispositivo che sfrutta le proprietà dei nanomateriali per rilevare e misurare nuovi tipi di eventi su scala nanometrica, per poi poterli trasdurre a livello macroscopico.

Nuovi nanomateriali come il grafene e le strutture che ne derivano, ovvero **nanoplacchette di grafene (GNP)** o **nanotubi di carbonio (CNT)**, forniscono eccezionali capacità elettriche e meccaniche, che sono alla base di molte tipologie di materiali sviluppati e ingegnerizzati nell'ambito della sensoristica. In letteratura possiamo vedere come dispositivi di dimensioni micrometriche, a base grafene, sono in grado di rilevare singoli eventi quando una molecola di gas si attacca o si stacca dalla superficie del grafene stesso

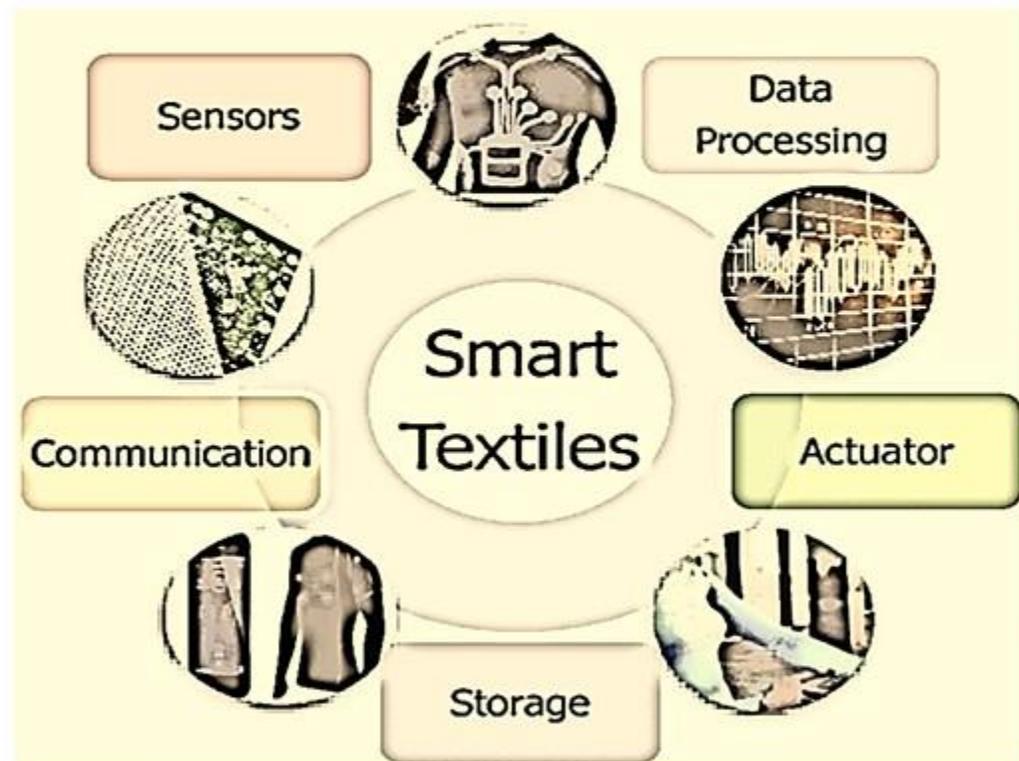


## SENSORISTICA WEARABLE E NANOTECNOLOGIA

## SMART TEXTILE

Queste caratteristiche si riscontrano, attualmente, in una nuova tipologia di sensori, ovvero quelli tessili.

Dovendo accompagnare le sollecitazioni ricevute dal tessuto, i sensori applicabili allo "Smart Textile", e soprattutto la **circuiteria in questione**, inizialmente sono stati prodotti a partire da fibre tessili conduttive in argento, rame, ottone ecc. incorporati in tessuti di cotone, poliestere, poliammide ecc., o utilizzati come rivestimenti sottili da poter applicare sui tessuti; la **difficoltà maggiore di tale gamma risulta essere la capacità di ottenere contemporaneamente leggerezza, elasticità, flessibilità e piccoli spessori**

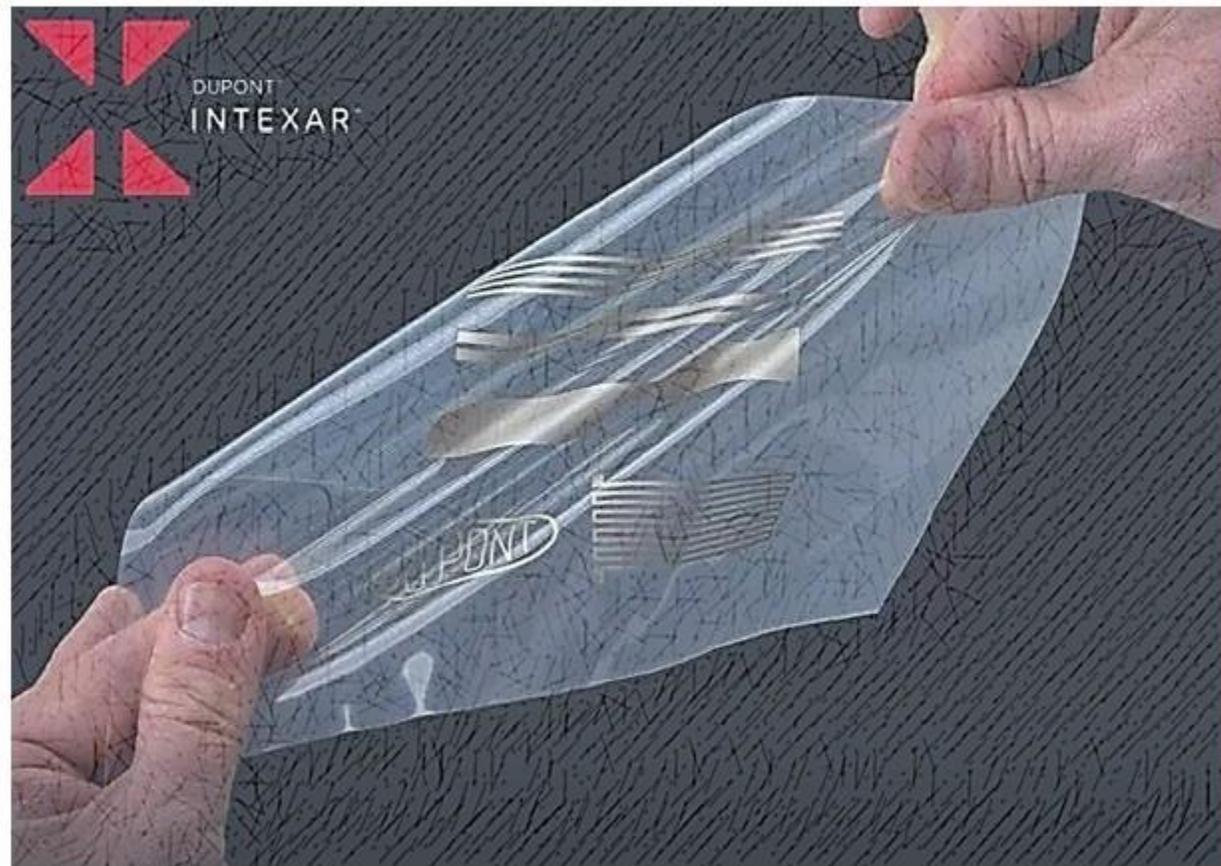


*Smart E-Textile Materials - November 2020 - DOI: 10.5772/intechopen.92439 - In book: Advanced Functional Materials*

## SENSORISTICA WEARABLE E NANOTECNOLOGIA

## SMART TEXTILE

Attualmente l'attenzione si è spostata su un'altra tipologia, ovvero quella degli **inchiostri conduttivi**, anche detti "**stretchable**", ovvero estensibili elastici e flessibili, stampati sul tessuto e in grado di assorbire elasticamente le sollecitazioni meccaniche, mantenendo livelli di conduttività appropriati.



<https://www.01net.it/smart-textile-dupont/>

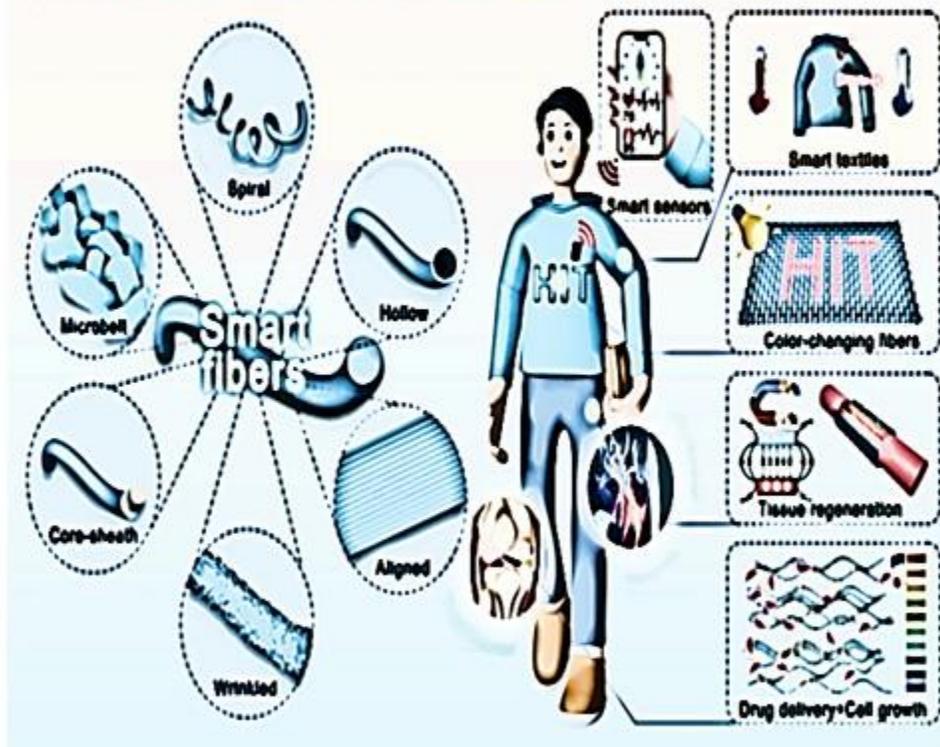
# SENSORISTICA WEARABLE E NANOTECNOLOGIA

## SMART TEXTILE

Un'alternativa soddisfacente è nata dalla funzionalizzazione e l'ingegnerizzazione, mediante **nanoparticelle, di vernici ed inchiostri a base polimerica**: ciò ha permesso di rendere utilizzabili questi ultimi come prototipi di sensori, applicabili su tessuto tramite tecniche differenti di stampa e con caratteristiche avanzate per il tipo di applicazione.

Questi sembrano essere in grado di soddisfare i requisiti richiesti, e visti precedentemente, per lo sviluppo dei cosiddetti Tessuti Smart.

Anche in questo caso esistono dei **limiti** da superare, come la dispersione e il controllo delle nanostrutture, la riproducibilità, l'affidabilità e la tossicità dei processi di produzione.



SPRINGER NATURE Smart Polymer Fibers: Promising Advances in Microstructures, Stimuli-Responsive Properties and Applications – Review Published: 11 April 2025  
Volume 7, pages 1010–1041, (2025) - Yiling Yu, Fenghua Zhang, Yanju Liu & Jinsong Leng

## RISPETTO DEI RESS DA PARTE DI SMART DPI

Uno dei temi più delicati è quello del mantenimento dell'efficacia protettiva e, di conseguenza, della certificazione del DPI.

**Nella produzione di un DPI smart è fondamentale che l'aggiunta di un sensore non modifichi l'efficacia protettiva del DPI.**

Allo stato attuale il sensore può essere integrato o aggiunto a qualunque DPI o dal fabbricante o da uno degli altri operatori economici (importatore, mandatario, distributore) oppure dallo stesso datore di lavoro.

I DPI possono essere corredati da tag secondo una delle seguenti modalità:

- Inclusione;
- Compatibilità;
- Personalizzazione

	FABBRICANTE	DATORE DI LAVORO
INCLUSIONE	RESS TAG ISTRUZIONI	ADOTTA DPI
COMPATIBILITÀ	RESS INFO SUI TAG ISTRUZIONI	SELEZIONA TAG
PERSONALIZZAZIONE	COLLABORA	CONTATTA FABBRICANTE INFO SUI TAG

## RISPETTO DEI RESS DA PARTE DI SMART DPI

UNI/TR 11858

## inclusione

Nel caso della modalità inclusione il DPI è corredato da tag ad esso applicato o integrato dal **fabbricante** del DPI in fase di progettazione e produzione.

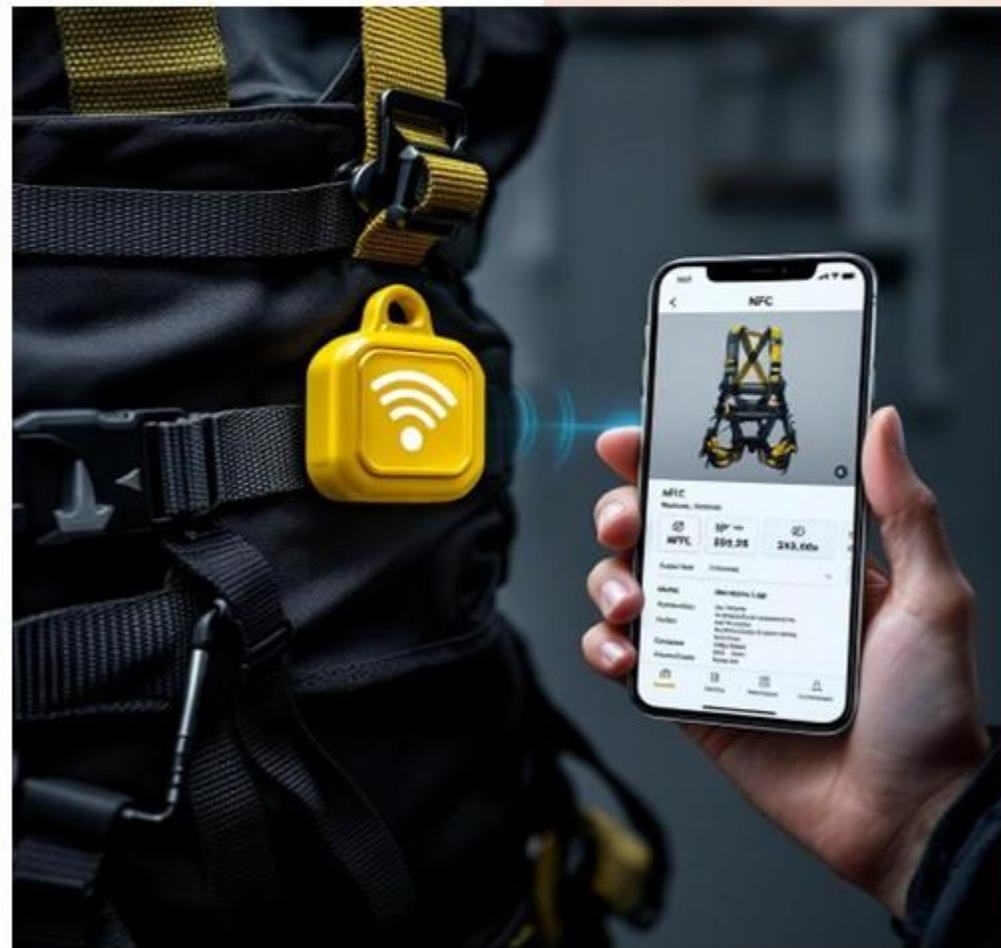
In questo caso, il fabbricante garantisce che il DPI soddisfa tutti i RESS; il DPI è corredato da tutte le necessarie istruzioni/informazioni necessarie all'uso e alla corretta gestione del DPI stesso all'interno delle informazioni del fabbricante.

Ad esempio, nel caso di tag non removibili (es. passivi) il fabbricante fornisce **istruzioni** per il lavaggio, la pulizia, la disinfezione garantendo che, se correttamente eseguite, queste non alterino il tag.

Le prove per la verifica del rispetto dei RESS sono effettuate sul DPI già corredato da tag e la **dichiarazione di conformità** rilasciata riguarda il DPI integrato.

Va comunque ricordato che le prove effettuate sul DPI valutano unicamente il DPI, non il funzionamento del tag che è garantito dal suo fabbricante.

Il datore di lavoro adotta il DPI **senza** apportare alcuna modifica, nel rispetto delle istruzioni del fabbricante.



## RISPETTO DEI RESS DA PARTE DI SMART DPI compatibilità

Nel caso della modalità compatibilità il DPI è predisposto dal **fabbricante per essere successivamente corredato da tag con specifiche caratteristiche**. In pratica il fabbricante predispone uno o più alloggiamenti specifici destinati ad accogliere il tag, specificando le caratteristiche che ne consentono l'inclusione in una o più posizioni nel DPI. Esempio di alloggiamento specifico destinato ad accogliere un tag è una tasca.

In questo caso il fabbricante del DPI garantisce che esso possiede tutti i RESS e che i tag con le caratteristiche da lui indicate non alterano la natura del DPI.

Il datore di lavoro, nel momento in cui decide di integrare i tag nel DPI, ha necessità di tenere in conto le indicazioni del fabbricante del DPI e di acquisire la dichiarazione di conformità del tag.



## RISPETTO DEI RESS DA PARTE DI SMART DPI personalizzazione

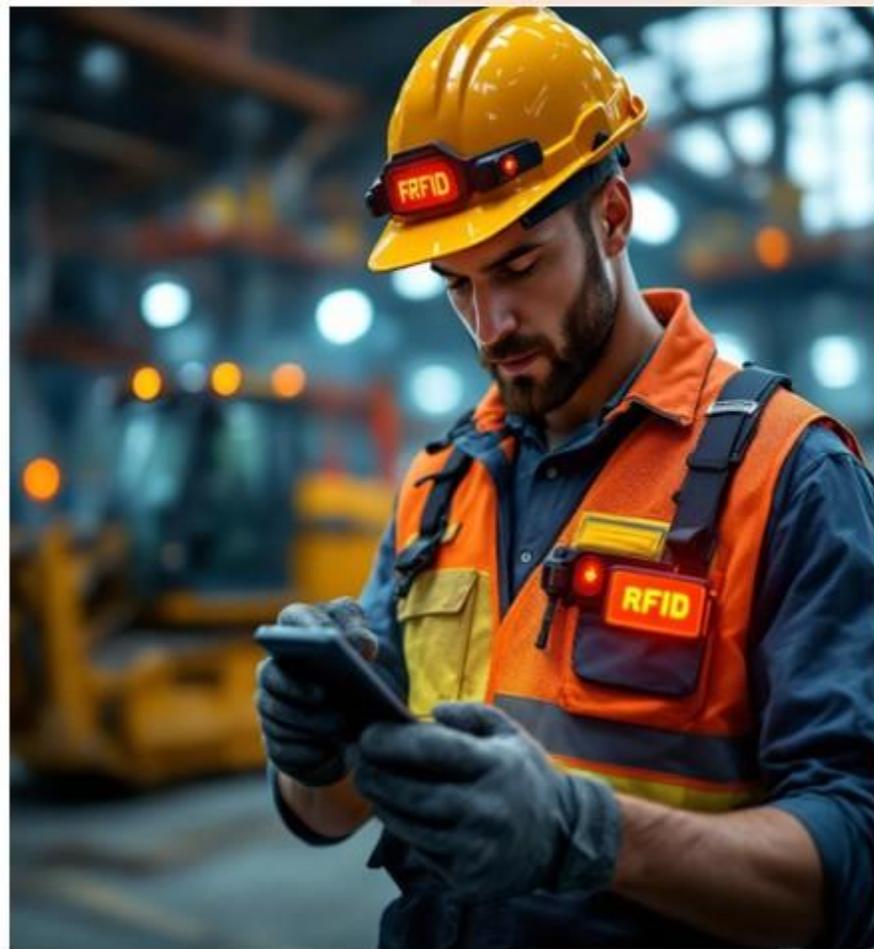
Nel caso della modalità personalizzazione il **DPI è personalizzato dal datore di lavoro** che vi aggiunge tag con specifiche caratteristiche, rispondenti alle **proprie esigenze di utilizzo**.

In questo caso il datore di lavoro valuta le caratteristiche dei tag da applicare sui DPI, sviluppando un proprio progetto. A tale scopo è necessario che prenda contatto sia con il fabbricante del DPI che con quello del tag.

Dal fabbricante dei tag deve avere notizia sui materiali costruttivi e caratteristiche tecnico/operative del tag e accertarsi che esso sia idoneo per le varie fasi di utilizzo del DPI, comprese le fasi di pulizia, disinfezione, ecc.

Dal fabbricante del DPI deve ricevere rassicurazioni che l'inserimento/aggiunta del tag nella posizione da lui prevista non alteri l'efficacia della protezione del DPI e che il tag non costituisca un ulteriore rischio. **Nel caso in cui il DPI richieda una certificazione, il fabbricante si rivolge ad un organismo notificato per valutare la necessità/ eventualità di richiedere un riesame della certificazione.**

Va comunque precisato che il fabbricante del DPI non è obbligato a rispondere, pertanto laddove non sia interpellato o, se interpellato, non risponde o risponde con un diniego, rimane responsabile della conformità dei RESS del DPI solo nel caso in cui la **modifica/aggiunta del tag non comprometta la conformità del DPI alla legislazione vigente.**



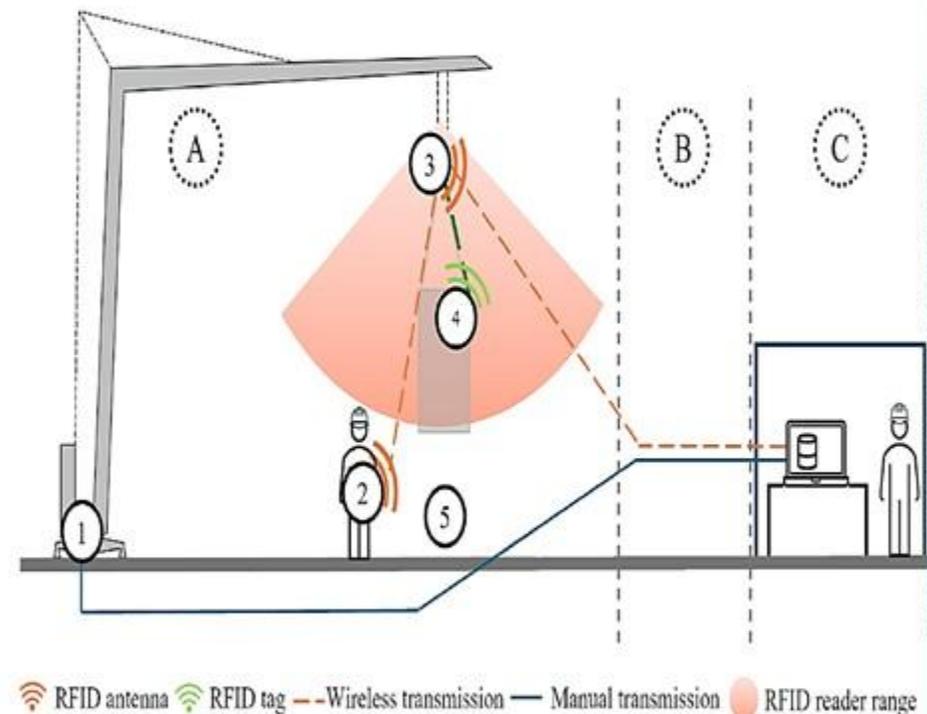
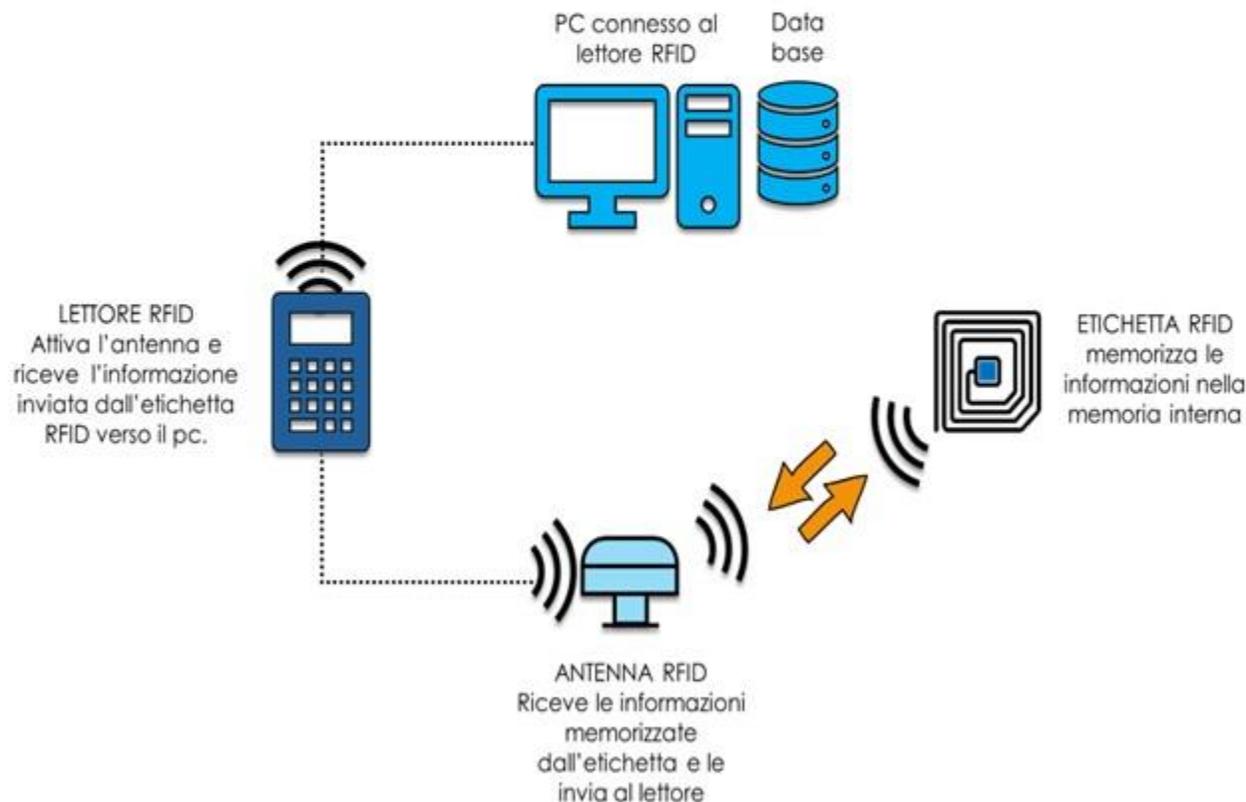
# SISTEMI RFID

I sistemi RFID (Radio Frequency Identification) rappresenta per il cantiere un sistema utile per il **tracciamento in tempo reale di lavoratori, macchine e attrezzature.**



Basato su onde radio, trasmette informazioni ad un lettore **senza la necessaria presenza di personale addetto alla sorveglianza**.

È già ampiamente usato per il tracciamento di spostamenti di lavoratori, mezzi e materiali; per **l'analisi di near-miss** o per **l'accesso a determinate aree a rischio specifico**.



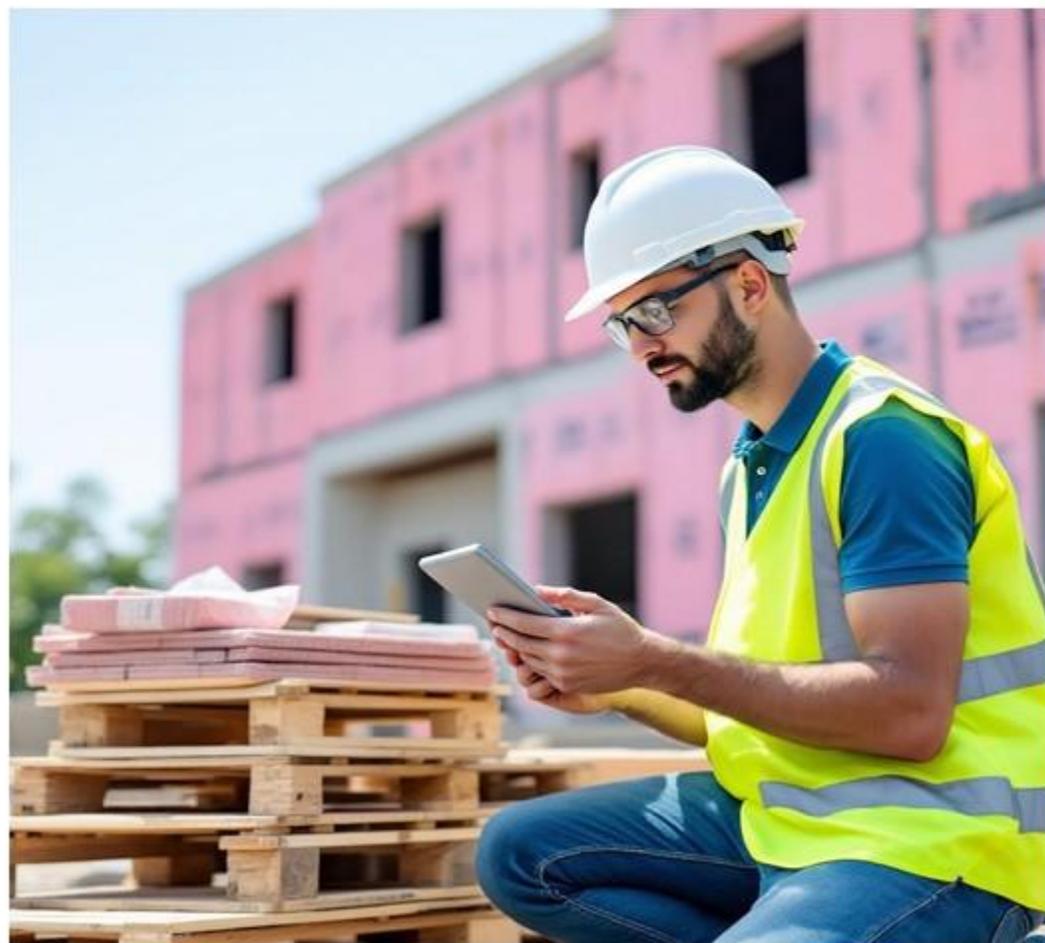
Simplified presentation of the presented work. (A) (1) Crane telemetry (2) Mobile reader (3) Crane reader (4) RFID tag on the building part (B) Data transmission (C) Data storage

Ing. Liliana Rivautella - Ing. Fulvio Giani - COMMISSIONE SICUREZZA CANTIERI ORDINE INGEGNERI TORINO

A hardware-based RFID identification and tracking system for components in digitalised construction logistics - Christoph Heuer \*, Victoria Jung , Sigrid Brell-Cokca - Developments in the Built Environment 23 (2025) 100726

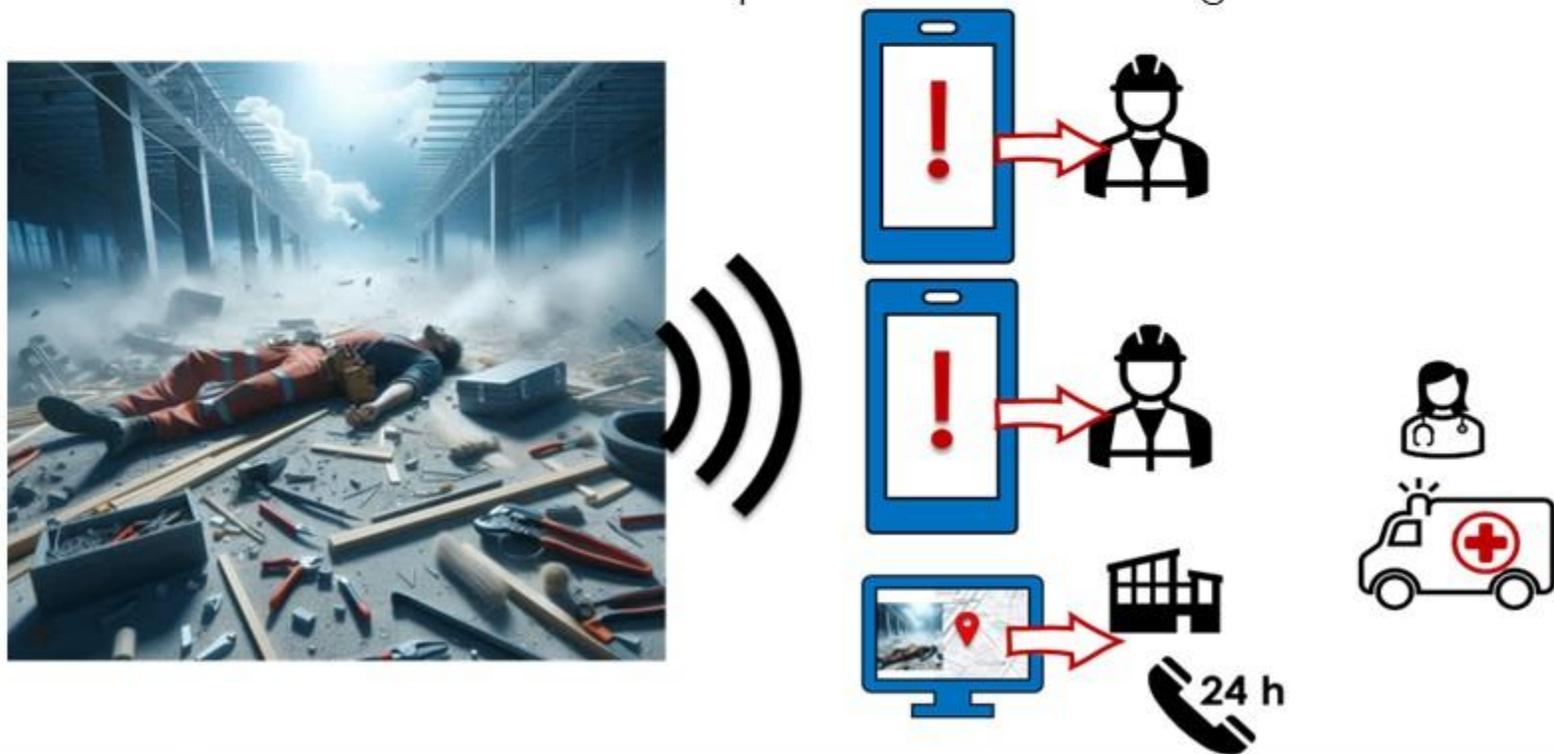
Permette il riconoscimento a distanza a distanza. **Ogni lavoratore** è munito di un **badge con un tag attivo** che ne consente la **geolocalizzazione, il monitoraggio delle attività** svolte al fine di allertare in maniera tempestiva i soccorsi in caso di incidente.

Una delle ultime sperimentazioni riguarda la dotazione ai lavoratori di **DPI integrati** con un tag RFID al fine di **verificare costantemente che i DPI siano indossati** e che vengano adottate le corrette misure di sicurezza sul cantiere.



## DISPOSITIVI UOMO A TERRA PER IL TELESOCCORSO DEI LAVORATORI ISOLATI

La funzionalità uomo a terra permette di monitorare la postura del lavoratore, trasmettendo un allarme (manuale o automatico). I dispositivi possono comunicare segnali di allerta **sia sulla rete cellulare sia su reti di comunicazione proprietarie** (2.4Ghz /868Mhz). In questo modo è possibile supervisionare e localizzare costantemente i dipendenti e ricevere segnalazioni in caso di pericolo.



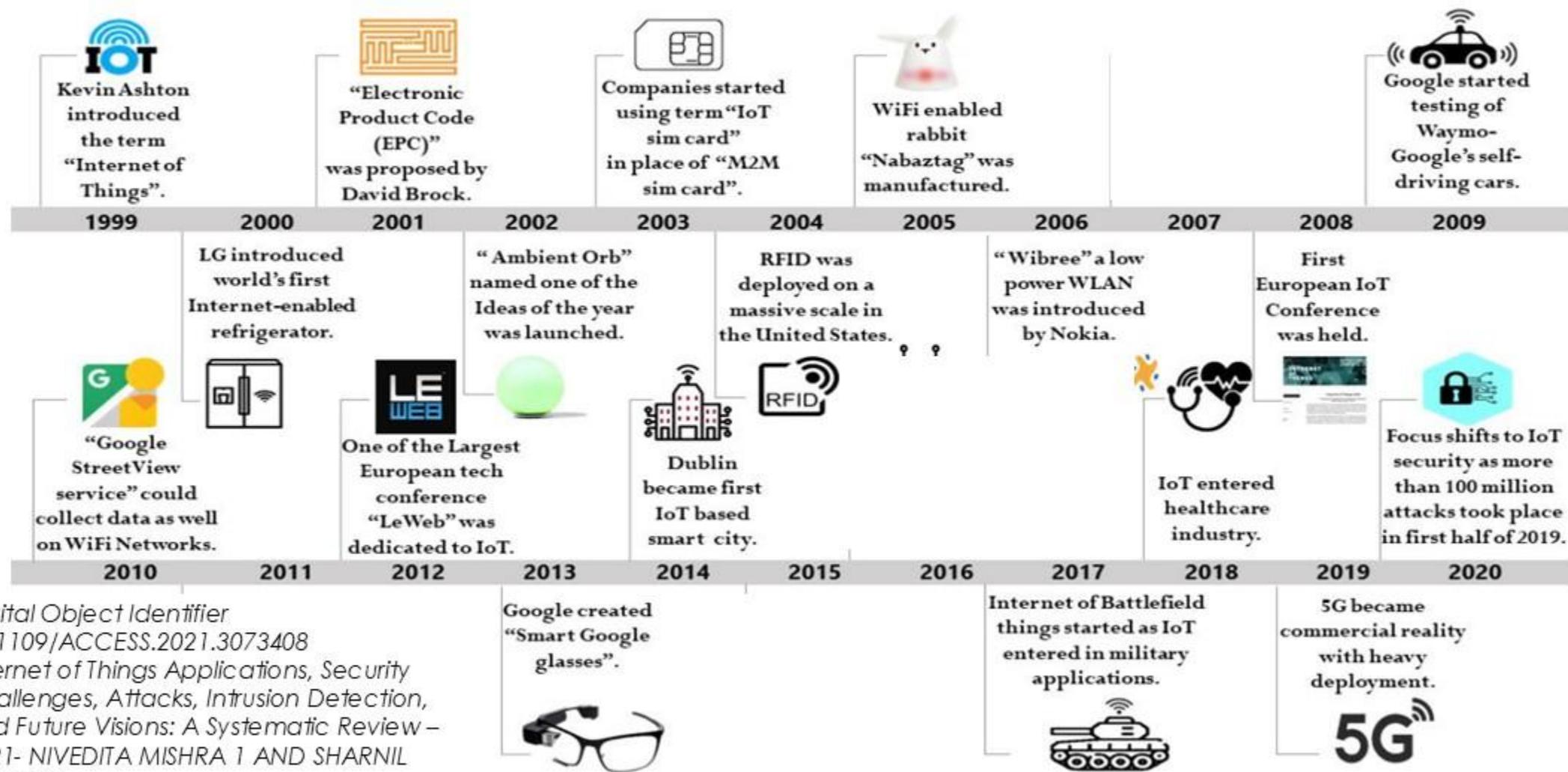
## INQUADRAMENTO STORICO

L'RFID non è una tecnologia relativamente moderna in quanto era già conosciuta e adoperata in ambito militare durante la Seconda Guerra Mondiale per distinguere gli aerei degli alleati da quelli nemici.

Allora tali dispositivi erano costosi e di dimensioni considerevoli; oggi invece la produzione di massa ha reso possibile la loro diffusione con conseguente abbassamento dei prezzi. Lo sviluppo tecnologico ha inoltre permesso la **riduzione delle dimensioni** fino a pochi millimetri.

PROGETTO  
«THE INTERNET OF THE THINGS»

# A CHRONOLOGICAL REPRESENTATION OF THE EVOLUTION OF IOT TECHNOLOGIES FROM 1999-2020.



Digital Object Identifier  
10.1109/ACCESS.2021.3073408  
Internet of Things Applications, Security Challenges, Attacks, Intrusion Detection, and Future Visions: A Systematic Review – 2021- NIVEDITA MISHRA 1 AND SHARNIL PANDYA

## I SISTEMI IOT

**TECNOLOGIA IOT:** Tecnologie digitali per connettere in rete oggetti e permettere a loro di scambiare dati e informazioni.

**SISTEMA IOT:** Insieme di RF tag , interfaccia IoT e gestionale IoT

**APPLICAZIONE IOT:** Capacità di interazione tra il dispositivo di protezione e l'ambiente circostante

figura 1 Sistema IoT applicato ai DPI



UNI/TR 11858

TECNOLOGIE IOT  
NELL'IMPIEGO DEI  
DPI - INDICAZIONI  
RELATIVE  
ALL'INTEGRAZIONE  
DI SISTEMI  
ELETTRONICI NELLA  
GESTIONE E  
NELL'UTILIZZO DEI  
DISPOSITIVI DI  
PROTEZIONE  
INDIVIDUALI

## I SISTEMI IOT

RF TAG (TAG): Etichetta elettronica che permette la ricezione/trasmissione in radiofrequenza (RF) di informazioni memorizzabili al suo interno e che è integrata o applicata a un DPI

*Sebbene il termine tecnicamente più appropriato sia "transponder", si preferisce il termine "RF tag" o "tag".*

## TAG ATTIVO

Tag alimentato avente la capacità di produrre un segnale radio.



## TAG PASSIVO:

Tag non alimentato, inclusi i tag grafici quali QR Code e Barcode, che riflette e modula un segnale portante ricevuto da un'interfaccia.



UNI/TR 11858

TECNOLOGIE IOT  
NELL'IMPIEGO DEI  
DPI - INDICAZIONI  
RELATIVE  
ALL'INTEGRAZIONE  
DI SISTEMI  
ELETTRONICI NELLA  
GESTIONE E  
NELL'UTILIZZO DEI  
DISPOSITIVI DI  
PROTEZIONE  
INDIVIDUALI

## I SISTEMI IOT

Le bande di frequenza operative utilizzate dai sistemi IoT sono

prospetto 1 **Bande di radiofrequenza**

Gamma	Frequenze	Tag	Regione di validità
LF (Low Frequencies)	$125 \text{ kHz} < f < 134 \text{ kHz}$	Tag passivi	Tutto il mondo
HF (High Frequencies)	$f=13,56 \text{ MHz}$	Tag passivi	Tutto il mondo
UHF (Ultra High Frequencies) bassa	$f=433 \text{ MHz}$	Tag passivi e attivi	Europa
UHF (Ultra High Frequencies) media	$860 \text{ MHz} < f < 960 \text{ MHz}$	Tag passivi e attivi	Le frequenze variano nei diversi continenti
UHF (Ultra High Frequencies) alta	$f=2,4 \text{ GHz}$	Tag passivi e attivi	Tutto il mondo
SHF (Super High Frequencies)	$f=5,8 \text{ GHz}$	Tag attivi	Tutto il mondo
UWB (Ultra Wide Band)	$f > 5,8 \text{ GHz}$	Tag attivi	Europa, USA e Canada

UNI/TR 11858

TECNOLOGIE IOT  
NELL'IMPIEGO DEI  
DPI - INDICAZIONI  
RELATIVE  
ALL'INTEGRAZION  
E DI SISTEMI  
ELETTRONICI  
NELLA  
GESTIONE E  
NELL'UTILIZZO DEI  
DISPOSITIVI DI  
PROTEZIONE  
INDIVIDUALI

## VALUTAZIONE DEL RISCHIO LEGATO ALL'UTILIZZO DEI SISTEMI IoT

UNI/TR 11858

TECNOLOGIE IOT  
NELL'IMPIEGO DEI  
DPI - INDICAZIONI  
RELATIVE  
ALL'INTEGRAZION  
E DI SISTEMI  
ELETTRONICI  
NELLA  
GESTIONE E  
NELL'UTILIZZO DEI  
DISPOSITIVI DI  
PROTEZIONE  
INDIVIDUALI



I sistemi IoT, sia con tag passivi che con tag attivi, generano campi elettromagnetici nello spettro delle radiofrequenze.

Per le emissioni elettromagnetiche ad alta frequenza (maggiore di 100 kHz), è internazionalmente riconosciuto [5] che l'effetto potenzialmente nocivo è il riscaldamento dei tessuti dovuto all'interazione delle onde elettromagnetiche con i sistemi biologici. La conseguenza dell'irraggiamento è un innalzamento della temperatura dei tessuti dovuto all'energia a radiofrequenza depositata o assorbita dai sistemi biologici a causa dell'esposizione. Quando l'energia depositata è tale da provocare un aumento della temperatura dei tessuti, che i sistemi naturali di termoregolazione non sono in grado di compensare, si ha una perturbazione che può determinare un effetto biologico (quale variazione fisiologica notevole o rilevabile), non necessariamente un danno di tipo morfologico o funzionale.

Il limite di base per l'esposizione è definito sul tasso di assorbimento specifico di energia (SAR - Specific Absorption Rate), espresso in W/kg, valutato sul corpo intero o su alcune parti di esso.

Oltre al valore del SAR mediato su tutto il corpo, è necessario riferirsi anche a valori locali del SAR per valutare, e limitare, la deposizione eccessiva di energia in parti piccole del corpo conseguenti a particolari condizioni di esposizione.

Valore Limite di Esposizione (VLE) è dato nella legislazione vigente.

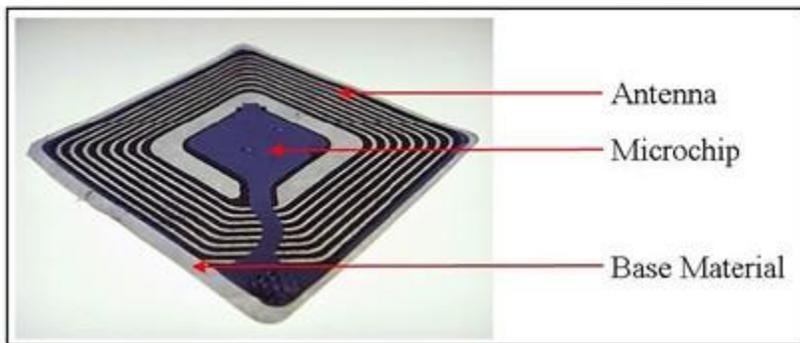
Nota Alla data di pubblicazione del presente rapporto tecnico, i limiti di esposizione sono riportati nella Tabella A1 "VLE relativi agli effetti sanitari per esposizione a campi elettromagnetici a frequenze comprese tra 100 kHz e 6 GHz", della Parte III "Effetti termici" dell'Allegato XXXVI "Campi elettromagnetici" del Decreto Legislativo 81/08.

L'esposizione può, tuttavia, comportare effetti sulla salute di persone in condizioni di particolare vulnerabilità in base al proprio stato (quali portatori di pace-makers o altre protesi e dispositivi dotati di circuiti elettronici, portatori di clips vascolari, dispositivi e protesi endovascolari o schegge metalliche ferromagnetiche, portatori di protesi interne, portatori di dispositivi intrauterini, soggetti operati di cataratta o che hanno subito un infarto recente del miocardio).

Considerato che le onde intervengono sull'organismo e in particolare verso i tessuti, non possono essere trascurate nella valutazione del rischio anche alcune caratteristiche somatiche presenti nei soggetti sani, tenendo conto delle specificità di entrambi i generi (ipersuscettibilità, elettrosensibilità, obesità, organi bersaglio, composizione diversa del tessuto adiposo fra donne e uomini, ecc.).

Il **transponder** o trasponditore è un **dispositivo** che, **alla ricezione di un segnale, ne emette uno diverso in risposta**, ovvero uno strumento elettronico che manda e riceve segnali radio. RFID è l'acronimo di "Radio-Frequency Identification", una tecnologia che permette il riconoscimento a distanza di un oggetto tramite la trasmissione di onde elettromagnetiche effettuata mediante opportune antenne progettate capaci di identificare la particolare architettura circuitale dell'oggetto che deve essere riconosciuto, chiamato "transponder". **Ogni transponder viene identificato in modo univoco grazie ad un codice memorizzato nel proprio microchip** e può assumere qualunque forma desiderata, essere esposto a condizioni esterne particolari o essere rivestito con il materiale più idoneo al tipo di utilizzo che si vuole fare dell'oggetto su cui il transponder è applicato.

Figure 1: Structure of an RFID transponder



*RFID-Based Tracking of Shopping Behaviour at the Point of Sale – Possibilities and Limitations - Günter Silberer and Stefan Friedemann European Retail Research 25 (2011) Nr. 1.*

La continua **nascita di nuovi standard internazionali** che regolamentano l'utilizzo dei transponder e il **continuo abbassamento dei prezzi** sono oggi determinanti per l'effettiva realizzazione del progetto "The Internet of the Things", **secondo il quale ogni oggetto al mondo sarà dotato di un transponder.**

È stato messo a punto il **primo sistema elettronico automatico per la verifica delle Dotazioni di Protezione Individuale (DPI)**, che utilizza ed integra la tecnologia RFID nei cantieri industriali e civili unitamente alle più moderne tecniche di riconoscimento visuale.



PER I LAVORATORI: Il **badge** citato prima contiene dati non archiviabili e a disposizione del lavoratore quali: **nome, cognome, qualifica, età, fotografia, l'impresa di appartenenza, attestati di presenza, attestati corsi di formazione, DPI, sorveglianze sanitarie**. A questo sarà predisposto un rilevamento passivo presente ai tornelli di ingresso ai cantieri.



NOME  
COGNOME

OPERAIO  
DIPENDENTE

IMPRESA  
APPALTATRICE

STATO BADGE  
valido

DATA APROVAZIONE  
12/11/2025 16:19

DATA CESSAZIONE

CONTRATTO  
edile

TIPO ASSUNZIONE  
indeterminato

IMPRESA  
XXXXXXXXX

PREPOSTO  
sì

MANSIONE  
muratore

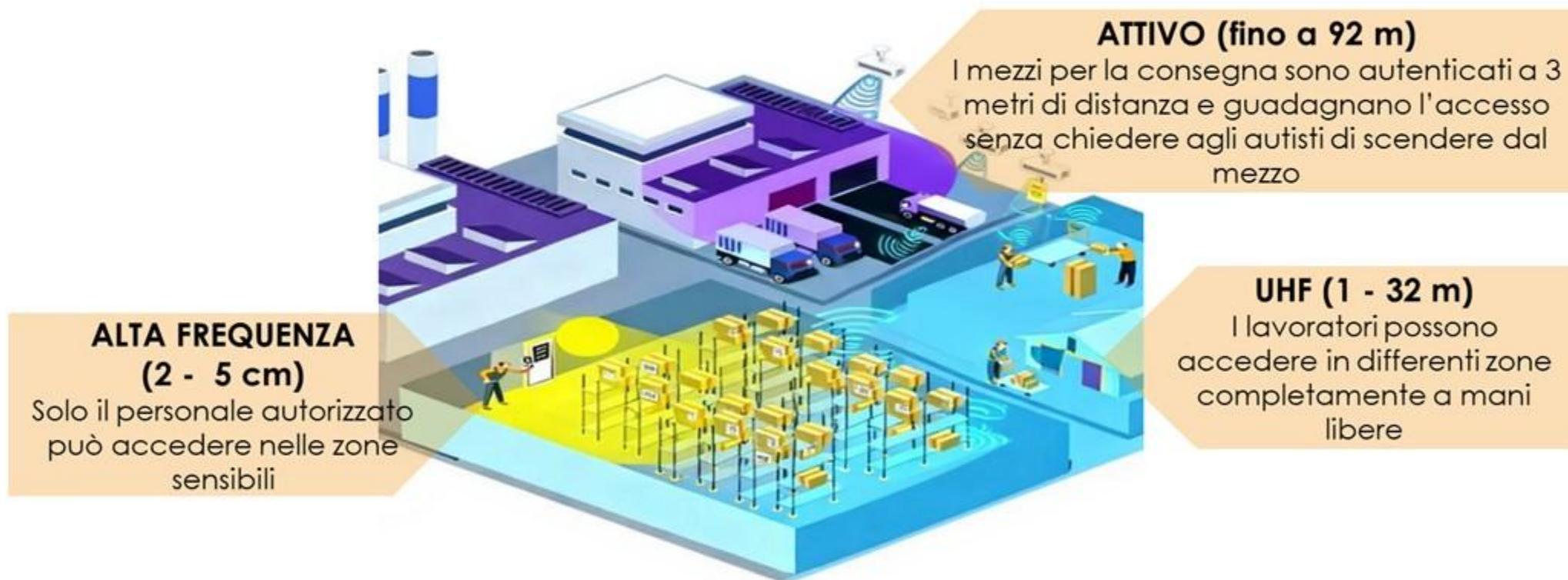
CCNL  
Edili industria

LIVELLO  
operaio comune 1 livello

PER MACCHINARI: A lato dell'accesso veicolare viene installato il **varco bidirezionale** (entrata /uscita). Per i mezzi si adopera un sistema del tutto analogo a quello usato per i telepass con l'unica aggiunta di un **monitoraggio gps** costante del **mezzo** e delle sue **manovre** per la gestione delle interferenze.



**Controllo** totalmente da **remoto senza** alcuna **sorveglianza** richiesta sul campo



# SISTEMI RFID

Un sistema RFID può essere usato per consentire l'accesso in un cantiere, **solo al personale che indossi i prescritti DPI**: ad es. integrando opportuni Tag passivi su ogni DPI e posizionando all'ingresso del cantiere un Reader, in modo che l'accesso sia possibile solo a quei soggetti che presentino in ingresso la completezza della dotazione dei DPI



Alcune attrezzature di lavoro (dotate di Reader) potrebbero essere rese non attivabili se l'operatore non possiede particolari autorizzazioni e/o non indossa specifici DPI, e la verifica può essere fatta dal sistema di gestione dell'RFId (per mezzo dell'attivazione di un opportuno applicativo) sulla base del fatto che i DPI indossati (dotati di Tag univoco) sono esclusivi di uno specifico operatore.



TECNOLOGIE DI  
IDENTIFICAZIONE
 
PERSONALE

- badge con tecnologia RFID
- Qrcode
- dati biometrici

MEZZI

- tecnologia RFID con riconoscimento della targa
- Qrcode



In funzione alla tecnologia  
adoperata verranno  
adoperati adeguati lettori

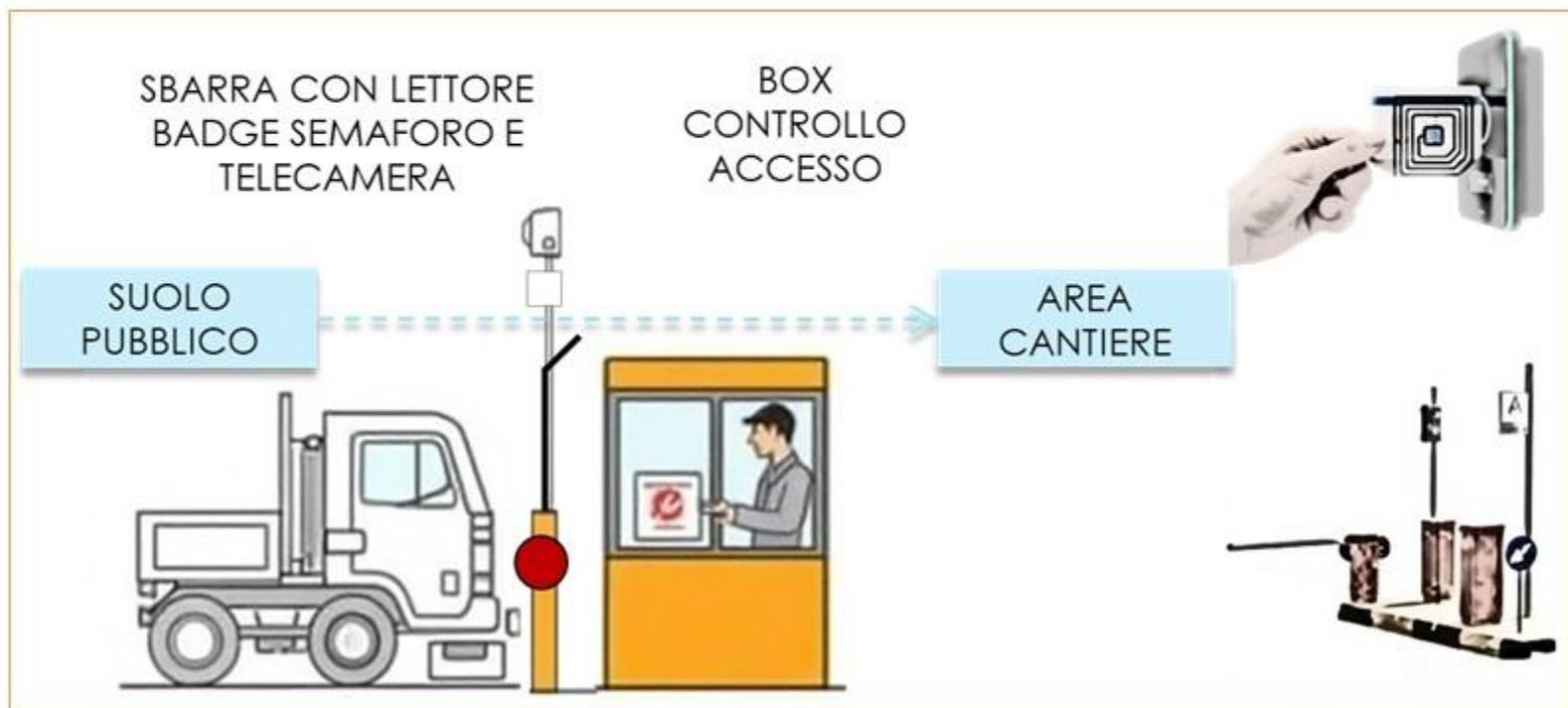
**L'organizzazione e la sicurezza in cantiere è il sistema di controllo degli accessi pedonali strutturato in modo da garantire l'ingresso al solo personale autorizzato e provvisto dei documenti necessari in base alle regole di cantiere (badge con tecnologia RFID; QR CODE; tag con tecnologia attiva; dati biometrici).**



## CONTROLLO ACCESSI CARRABILI

Al varco veicolare i **mezzi possono essere identificati** tramite: riconoscimento della targa; sistemi UHF; tag con tecnologia attiva.

**Entrano solo se autorizzati**





## USI COMPLEMENTARI



Un sistema RFID può essere usato per **bloccare il funzionamento di attrezzature in caso di caduta di operatori** attraverso aperture al di là delle quali vi siano organi in movimento. Al fine di proteggere tempestivamente gli operatori è possibile ricorrere ad un sistema RFID. I **Tag passivi devono essere integrati sui vestiti** o su fasce da indossare agli arti, al collo e al bacino, mentre il Reader è posto in corrispondenza dell'apertura la quale deve trovarsi a distanza sufficiente dalle parti in movimento. Un rilevatore montato a bordo ricerca eventuali sensori nelle vicinanze ed emette segnali acustici o blocco immediato del mezzo se il lavoratore si trova nel raggio di azione del mezzo

USI  
COMPLEMENTARI

Una particolare applicazione dei sistemi RFID riguarda l'uso di Tag attivi equipaggiati con **sensori in grado di rilevare i parametri climatici** (temperatura, pressione, umidità, ecc.) dell'ambiente in cui sono immersi. Proprio pensando alla protezione dei lavoratori, è stata pensata una **giacca sensorizzata** che permette il monitoraggio dei **parametri fisiologici** dell'operatore, delle condizioni ambientali e che può comunicare in tempo reale con la centrale operativa esterna al luogo dell'intervento.



USI  
COMPLEMENTARI

È ipotizzabile che si permetta il **funzionamento di una macchina** o apparecchiatura **solo in presenza di operatori** di macchina. Tali attrezzature possono richiedere particolari procedure **impedendo ai non autorizzati il proprio utilizzo** o arrestando il funzionamento se nell'area di lavoro non sia presente un operatore autorizzato.



# CONTROLLO DEGLI ACCESSI

Nel cantiere in cui sono presenti più imprese, lavoratori autonomi, fornitori e visitatori, tenere traccia di tutti i soggetti coinvolti permette di prevenire incidenti, tutelare il Committente e rispettare la normativa vigente.

Il **CONTROLLO DEGLI ACCESSI** in cantiere è uno dei temi più delicati nella gestione della sicurezza sul lavoro. Sapere con esattezza chi entra, quando entra e se ha i requisiti per accedere è fondamentale per questioni organizzative e per adempiere agli obblighi previsti dal D.Lgs. n. 81/2008 e s.m.i.



# CONTROLLO DEGLI ACCESSI

Le MODALITÀ TRADIZIONALI di gestione accessi nel cantiere prevedono:

REGISTRO CARTACEO DELLE PRESENZE

FIRMA MANUALE SU FOGLI DI ENTRATA/USCITA

CONTROLLO VISIVO DA PARTE DI UN PREPOSTO



L'EVOLUZIONE DIGITALE ha introdotto **soluzioni automatizzate**, come:

TESSERINI CON QR CODE PERSONALIZZATI

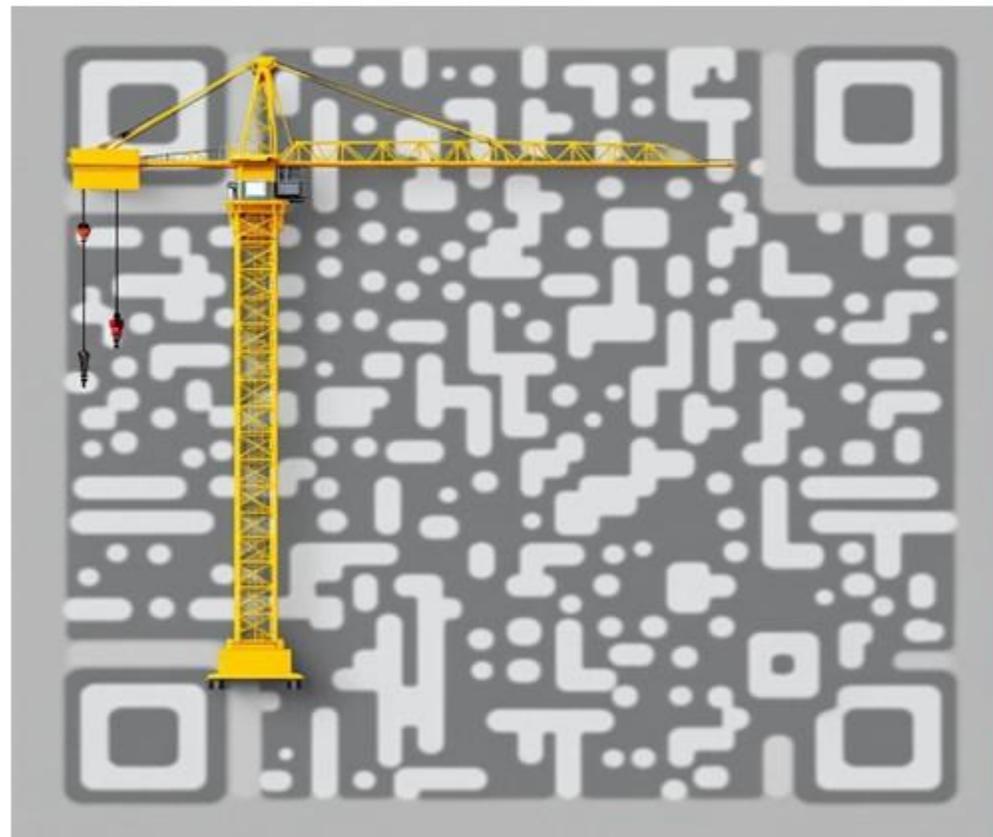
TORNELLI A TRIPODE PER ACCESSO CANTIERI

# TESSERINI CON QR CODE PERSONALIZZATI

Ogni operaio riceve un tesserino con QR Code generato da un sistema può essere

- stampato o
- salvato su smartphone (es. in un wallet digitale).

All'ingresso in cantiere, il QR viene scansionato tramite app e il sistema verifica in automatico la **validità delle certificazioni** del lavoratore e autorizza o meno l'ingresso e registra le presenze in cantiere.



# TESSERINI CON QR CODE PERSONALIZZATI

Il sistema crea un **QR Code univoco**, che contiene:

- Dati identificativi del lavoratore (nome, cognome, codice identificativo, azienda, ruolo).
- Link o ID collegato a un database dove sono archiviate le **certificazioni** e i **documenti** (es. formazione, sicurezza, visite mediche, patentini, ecc.).

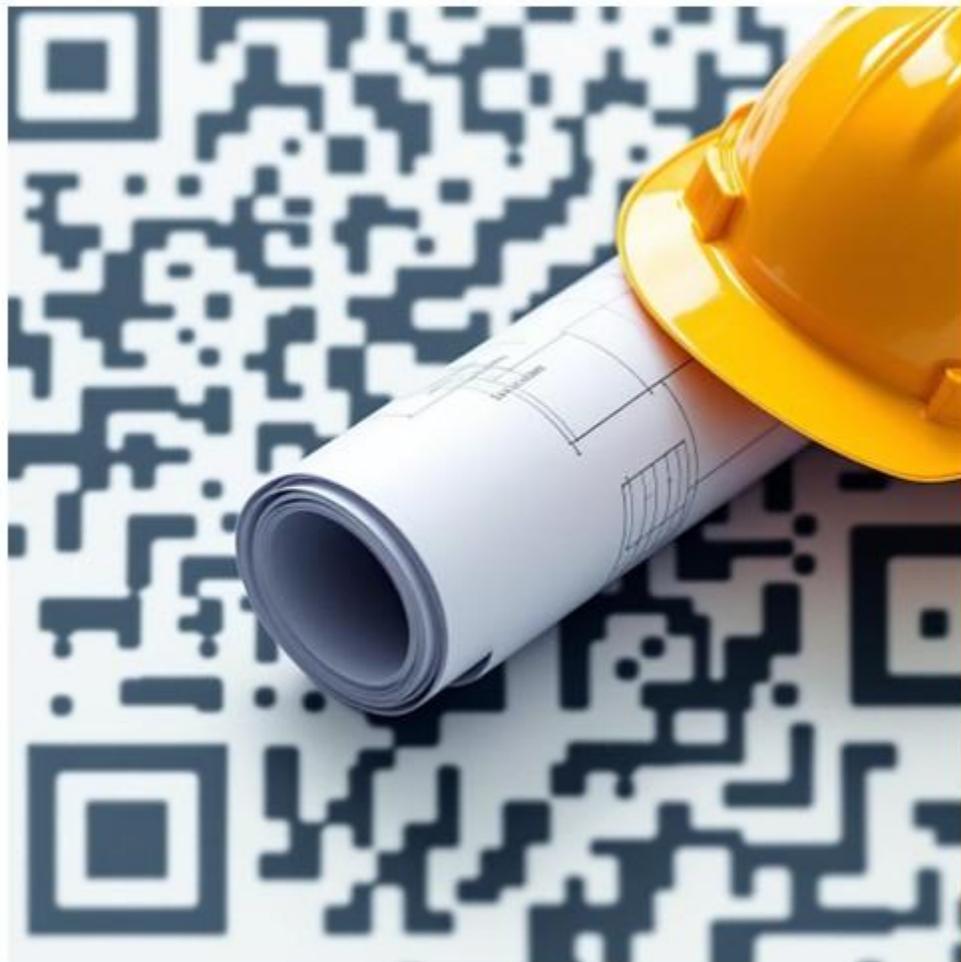
## ACCESSO AL CANTIERE.

All'ingresso, un addetto o un varco elettronico **scansiona il QR Code** tramite un'app o un lettore ottico. L'app si collega al sistema centrale e **verifica automaticamente**:

- Se il QR è valido e non scaduto.
- Se le certificazioni del lavoratore sono aggiornate.
- Se è autorizzato a entrare in quello specifico cantiere.

## AUTORIZZAZIONE E REGISTRAZIONE.

- Se tutto è regolare il sistema **autorizza l'ingresso** e **registra la presenza**.
- Se mancano documenti o scadenze l'accesso viene **bloccato automaticamente** e segnalato.



I tornelli a tripode sono dispositivi meccanico-elettronici progettati per regolare e monitorare l'accesso di persone in aree controllate, come i cantieri edili.

Consentono il passaggio di una sola persona per volta e possono essere integrati con sistemi di controllo digitale.

Il lavoratore si presenta al tornello e scansiona il dispositivo del sistema che gli è stato consegnato. Il sistema centrale controlla:

- L'identità del lavoratore.
- La validità delle certificazioni.
- L'autorizzazione ad accedere a quel cantiere specifico.

**SE L'ESITO È POSITIVO:** Il tornello sblocca il passaggio (una rotazione completa).

Il sistema registra data, ora e ID del lavoratore.

**IN CASO DI ANOMALIE** l'accesso è negato e viene generata una segnalazione.



# ESOSCHELETRI

Gli esoscheletri sono l'opposto degli endoscheletri, sono cioè uno scheletro esterno rigido che copre il corpo di alcuni animali invertebrati. Dal greco  $\epsilon\chi\omega$ , di cui il significato è esterno, e  $\sigma\kappa\epsilon\lambda\epsilon\tau\acute{o}\varsigma$  dal significato di corpo secco ovvero scheletro, in materia di robotica un esoscheletro è fondamentalmente un robot indossabile collegato agli arti del portatore, al fine di surrogare o migliorare il suo movimento.

In inglese chiamati anche Physical Assistant Robot (PAR), gli esoscheletri sono sistemi di tecnologie d'assistenza per la cura personale. Essi permettono agli utenti di realizzare un'attività fornendoli di un aumento delle capacità personali e permettendo, allo stesso tempo, di ampliare i limiti e i confini del corpo umano



Eduard Fosch Villaronga, Beste Özcan - PROGETTAZIONE E DISCIPLINA DELL'ESOSCHELETRO: L'INESTRICABILE COEVOLUZIONE TRA UMANI E ROBOT -2017-  
<https://www.researchgate.net/publication/318402205>

Gli esoscheletri sono sistemi tecnici pensati per **essere indossati**.

Grazie al **collegamento meccanico e all'interazione con il corpo umano**, possono agevolare determinati movimenti e posture.

Alcuni di essi facilitano p. es. il sollevamento di pesi scaricando parte delle forze agenti in modo tale che non gravino sulla zona lombare.

Altri invece, soprattutto durante lavori di una certa durata a un'altezza superiore a quella delle spalle, possono **sostenere le braccia e sgravare così spalle e collo**.

Gli esoscheletri hanno insomma la funzione di sgravare gli utilizzatori e di ridurre i pericoli per la salute laddove le altre misure non abbiano effetto in quanto **riducono le forze cui vengono sottoposti diversi muscoli o legamenti del corpo**.



## CLASSIFICAZIONE SULLA BASE DELLA STRUTTURA CINEMATICA E TIPOLOGIA DI ATTUAZIONE

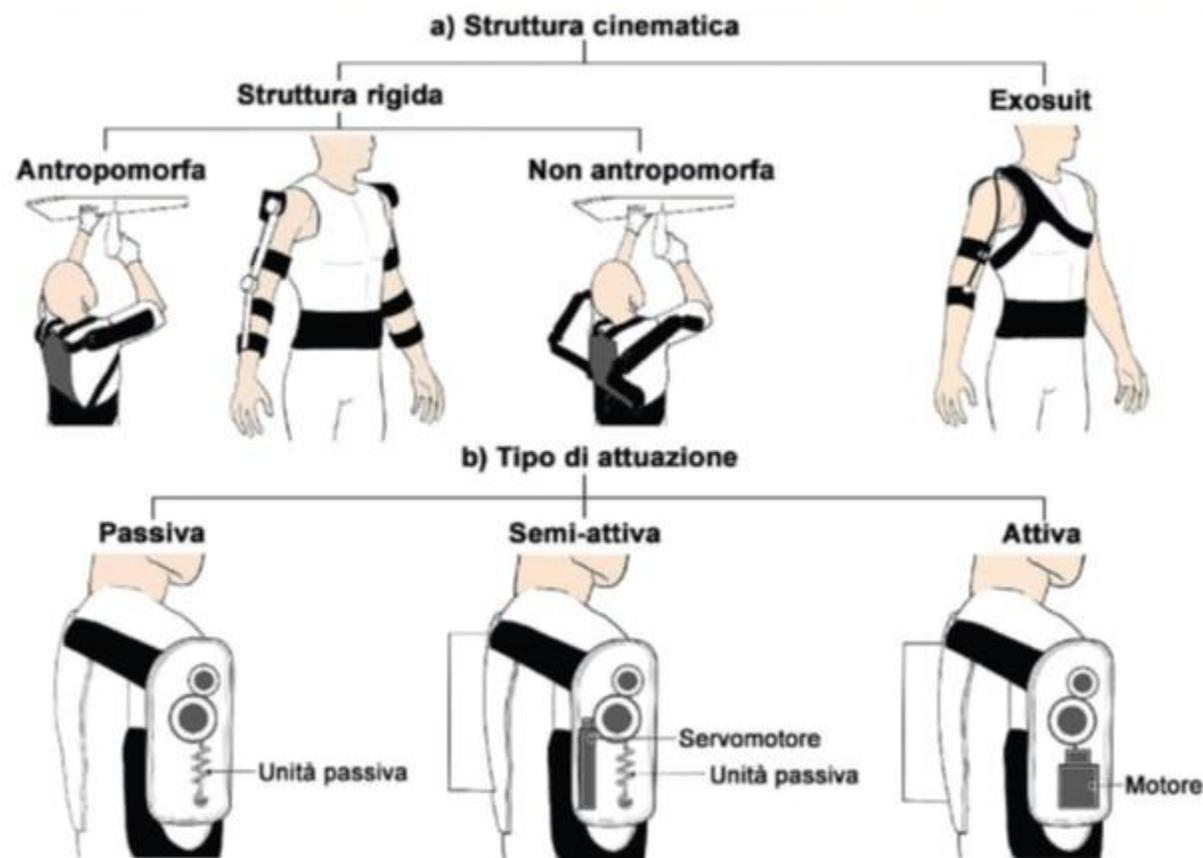


Illustrazione di esoscheletri occupazionali per arto superiore

UNI/TR 11950

SICUREZZA E  
SALUTE NELL'USO  
DEGLI  
ESOSCHELETRI  
OCCUPAZIONALI  
ORIENTATI AD  
AGEVOLARE LE  
ATTIVITÀ  
LAVORATIVE

## CLASSIFICAZIONE SULLA BASE DELLA STRUTTURA CINEMATICA

UNI/TR 11950

**ESOSCHELETRO A STRUTTURA CINEMATICA RIGIDA:** Esoscheletro occupazionale che ha una catena cinematica costituita da **elementi rigidi che possono ruotare o traslare gli uni rispetto agli altri.**

**ESOSCHELETRO ANTROPOMORFO:** Esoscheletro occupazionale a struttura cinematica rigida dove almeno un asse di rotazione della struttura del dispositivo è progettato per corrispondere (essere allineato) con un asse di rotazione dell'articolazione umana

**ESOSCHELETRO NON ANTROPOMORFO:** Esoscheletro occupazionale a struttura cinematica rigida dove nessun asse di rotazione del dispositivo è progettato per essere allineato ad un asse di rotazione dell'articolazione umana

**EXOSUIT** ○ **ESOSCHELETRI SOFT:** Esoscheletro **occupazionale** che non presenta una catena cinematica rigida; pertanto, non sono identificabili assi di rotazione del dispositivo bensì il dispositivo, mediante sistemi di trasmissione a cavi o tramite tessuti, esercita forze di trazione parallele all'azione dei complessi muscolo-tendinei

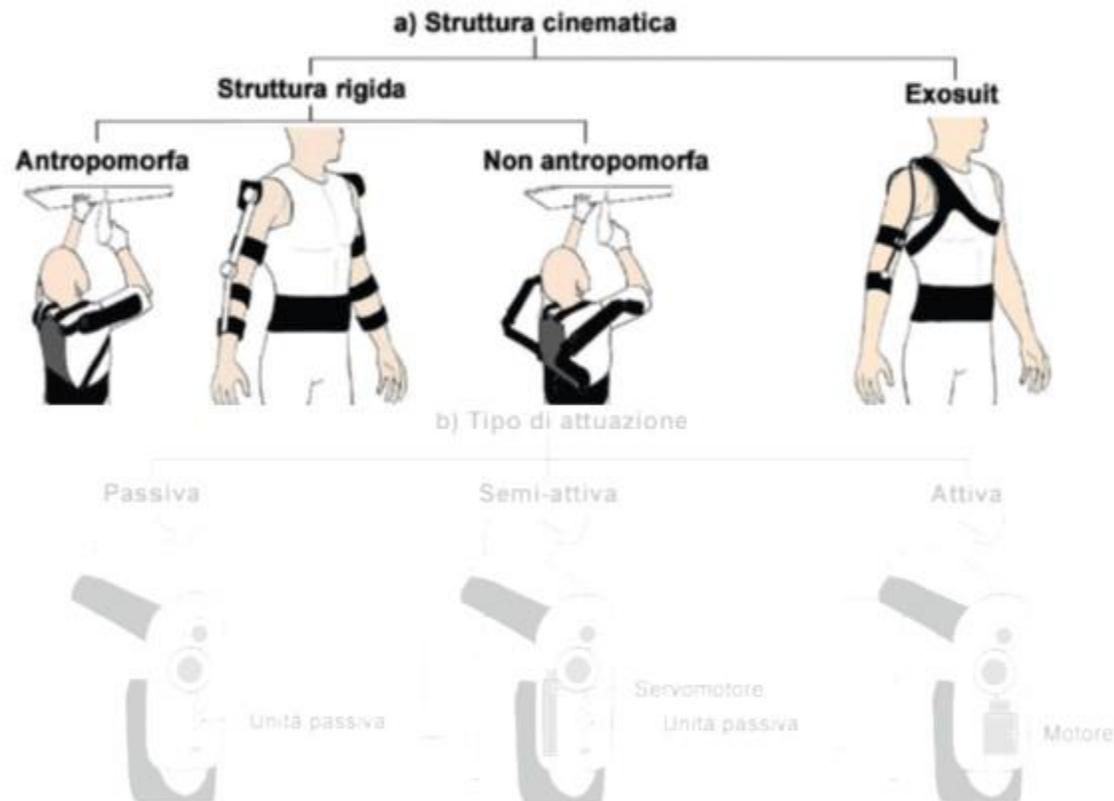


Illustrazione di esoscheletri occupazionali per arto superiore

## CLASSIFICAZIONE SULLA BASE DELLA TIPOLOGIA DI ATTUAZIONE

UNI/TR 11950

**ESOSCHELETRO PASSIVO:** Esoscheletro occupazionale che sfrutta l'azione reattiva di elementi elastici che, accoppiati meccanicamente a più segmenti corporei, sono in grado di immagazzinare e rilasciare energia in varie fasi del movimento umano. L'energia positiva che riesce a fornire è uguale o inferiore all'energia che è immagazzinata negli elementi elastici.

**ESOSCHELETRO SEMI-ATTIVO:** Esoscheletro occupazionale che utilizza servomotori (o frizioni azionate) a bassa potenza per regolare, innescare, o disinnescare l'assistenza in base ad esigenze specifiche dell'utilizzatore. L'energia positiva che riesce a fornire è uguale o inferiore all'energia che è immagazzinata negli elementi elastici (questi elementi attivi, come i servomotori o le frizioni, servono a modificare e modulare le proprietà elastiche o il sistema di trasmissione della struttura).

**ESOSCHELETRO ATTIVO:** Esoscheletro occupazionale che utilizza attuatori elettromeccanici, pneumatici o idraulici che, attraverso l'azione combinata di sensori e sistemi di controllo, supportano il movimento umano in modo sinergico. Può fornire energia positiva netta durante il movimento umano, grazie all'azione degli attuatori

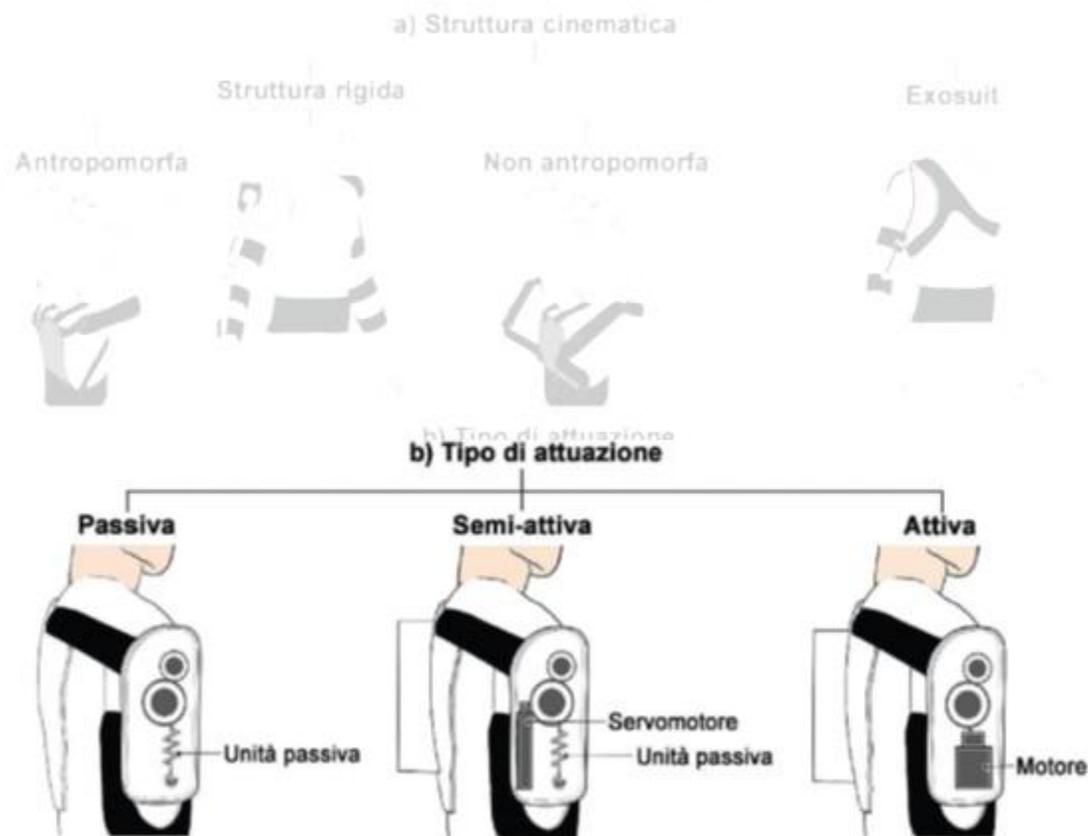


Illustrazione di esoscheletri occupazionali per arto superiore

Gli esoscheletri sono sistemi tecnici pensati per **essere indossati**. Grazie al **collegamento meccanico e all'interazione con il corpo umano**, possono agevolare determinati movimenti e posture.

Alcuni di essi facilitano il sollevamento di pesi scaricando parte delle forze agenti in modo tale che non gravino sulla zona lombare.

Altri invece, soprattutto durante lavori di una certa durata a un'altezza superiore a quella delle spalle, possono **sostenere le braccia e sgravare così spalle e collo**. Gli esoscheletri hanno insomma la funzione di sgravare gli utilizzatori e di ridurre i pericoli per la salute laddove le altre misure non abbiano effetto in quanto **riducono le forze cui vengono sottoposti diversi muscoli o legamenti del corpo**. In Germania si sta lavorando alla loro normazione.



Fornendo supporto durante il sollevamento e il trasporto di oggetti pesanti, l'esoscheletro aiuta a ridurre lo stress sulla schiena, riducendo il rischio di lesioni. L'uso degli esoscheletri può anche migliorare l'efficienza lavorativa complessiva, poiché i lavoratori si stancano meno rapidamente e possono quindi essere più produttivi, e contribuiscono a creare un ambiente di lavoro più sicuro riducendo il rischio di incidenti.

Esoscheletro indossabile che aiuta ad alleviare l'affaticamento delle spalle e del collo quando si lavora sopra il livello delle spalle. Adatto a circonferenza bicipite fino a 40 cm (16")

Gli esoscheletri occupazionali possono rappresentare un ausilio valido per i lavoratori solo se messi in relazione ad una corretta organizzazione del lavoro.



[https://www.hilti.it/c/CLS\\_HEALTH\\_SAFETY/CLS\\_CONSTRUCTION\\_EXOSKELETONS/r14012433?activeTab=preconfigured-kits-tabs](https://www.hilti.it/c/CLS_HEALTH_SAFETY/CLS_CONSTRUCTION_EXOSKELETONS/r14012433?activeTab=preconfigured-kits-tabs)



Bilanciatore per attrezzi edili indossabile con distribuzione attiva del peso per una manipolazione a gravità zero durante le applicazioni di demolizione e foratura pesante di muri (Misura nastro: 1800 mm; Peso: 7.75 kg; Carico massimo: 17 kg). L'elemento innovativo è la distribuzione attiva del peso, ottenuta tramite un sistema meccanico o assistito (molle, cavi, giunti articolati, o motori attivi) che trasferisce parte del peso dell'attrezzo dal braccio dell'operatore al tronco o alle gambe. Questo consente di mantenere l'utensile in posizione con meno sforzo fisico.



[https://www.hilti.it/c/CLS\\_HEALTH\\_SAFETY/CLS\\_CONSTRUCTION\\_EXOSKELETONS/r18562918?itemCode=3912569&activeTab=mini-configurator-tab](https://www.hilti.it/c/CLS_HEALTH_SAFETY/CLS_CONSTRUCTION_EXOSKELETONS/r18562918?itemCode=3912569&activeTab=mini-configurator-tab)

Dispositivo atto a ridurre l'affaticamento della schiena durante il sollevamento e le attività ripetitive con un dispositivo che fornisce assistenza ai muscoli della schiena.

A seconda del modello supporta o i muscoli della schiene e dell'anca o braccia, spalle e parte superiore del corpo o il livello delle spalle o sostenere spalle e schiena.



Esistono ormai **airbag** per la **protezione dei lavoratori in altezza** che sono industrializzati e certificati come Dispositivo di Protezione Individuale. Utile per cadute tra 2,00 m e 1,20 m, indossato sotto l'imbrago sopra i 2,00 m protegge da conseguenze di urti per effetto pendolo. Airbag (tipo Work Air) gonfiato assorbe l'impatto.

Bisogna ricordare che questa è **l'estrema ratio**. **Il lavoratore non deve mai trovarsi in condizione di essere sospeso nel vuoto!**



<https://dairlab.com/workers/>

Gli airbag per la protezione dei lavoratori in altezza sono dispositivi di protezione individuale (DPI) certificati che gonfiano istantaneamente il sacco protettivo in caso di caduta, proteggendo schiena e torace da impatti. A partire dal momento del riconoscimento dell'incidente, gonfia il sacco in appena 40 millisecondi.

Protegge contro gli impatti da pendolamento e da caduta tra 1,20 e 2,00 m.

Tali dispositivi sono progettati per **attivarsi automaticamente in caso di caduta**, mediante un sistema di rilevamento che garantisce il **gonfiaggio istantaneo del sacco protettivo**.

L'airbag, una volta attivato, **riduce l'energia d'impatto** e offre protezione alle aree più esposte del corpo, in particolare **schiena, torace e zona cervicale**, contribuendo a mitigare le conseguenze di un eventuale infortunio. L'utilizzo dell'airbag deve essere integrato con gli altri DPI anticaduta previsti (imbracatura, cordini, dissipatori, ecc.) e con le misure di prevenzione e protezione collettive, nel rispetto delle **istruzioni del fabbricante** e delle **procedure aziendali di sicurezza**.



# AR NELLA FORMAZIONE

# LA REALTÀ AUMENTATA (AR) NELLA FORMAZIONE SULLA SICUREZZA NEI CANTIERI

La realtà aumentata (AR) migliora la formazione sulla sicurezza nei cantieri rendendo più immersive ed efficaci le simulazioni di scenari pericolosi, come lavori in quota, opere in ambienti confinati o l'uso di attrezzature rischiose.

I lavoratori possono sperimentare e apprendere dall'esperienza, ricevendo istruzioni in tempo reale e visualizzando rischi nascosti, rendendo la formazione più realistica e concreta senza esporsi al rischio effettivo.



# LA REALTÀ AUMENTATA (AR) NELLA FORMAZIONE SULLA SICUREZZA NEI CANTIERI

La realtà aumentata è una tecnologia che combina in tempo reale elementi digitali, come immagini, suoni o informazioni, con l'ambiente fisico circostante. Attraverso l'uso di dispositivi indossabili, smartphones, tablet e visori è infatti possibile sovrapporre informazioni virtuali al mondo reale, consentendo al lavoratore di interagire contemporaneamente con entrambi, avendo a disposizione un numero superiore di informazioni rispetto a quanto non gli sarebbe possibile nel mondo reale.

Sicuramente il primo ambito di applicazione è quello della formazione dei lavoratori, la quale influenza poi la loro sicurezza e produttività.



# LA REALTÀ AUMENTATA (AR) NELLA FORMAZIONE SULLA SICUREZZA NEI CANTIERI

La REALTÀ AUMENTATA consente simulazioni immersive dove i lavoratori possono sperimentare situazioni potenzialmente pericolose in un ambiente controllato, come l'uso di DPI per lavori in quota o in un ambiente confinato, senza alcun rischio reale.

I lavoratori imparano dall'esperienza pratica, apprendendo procedure e individuando i rischi in maniera più comprensibile rispetto ad una formazione puramente teorica



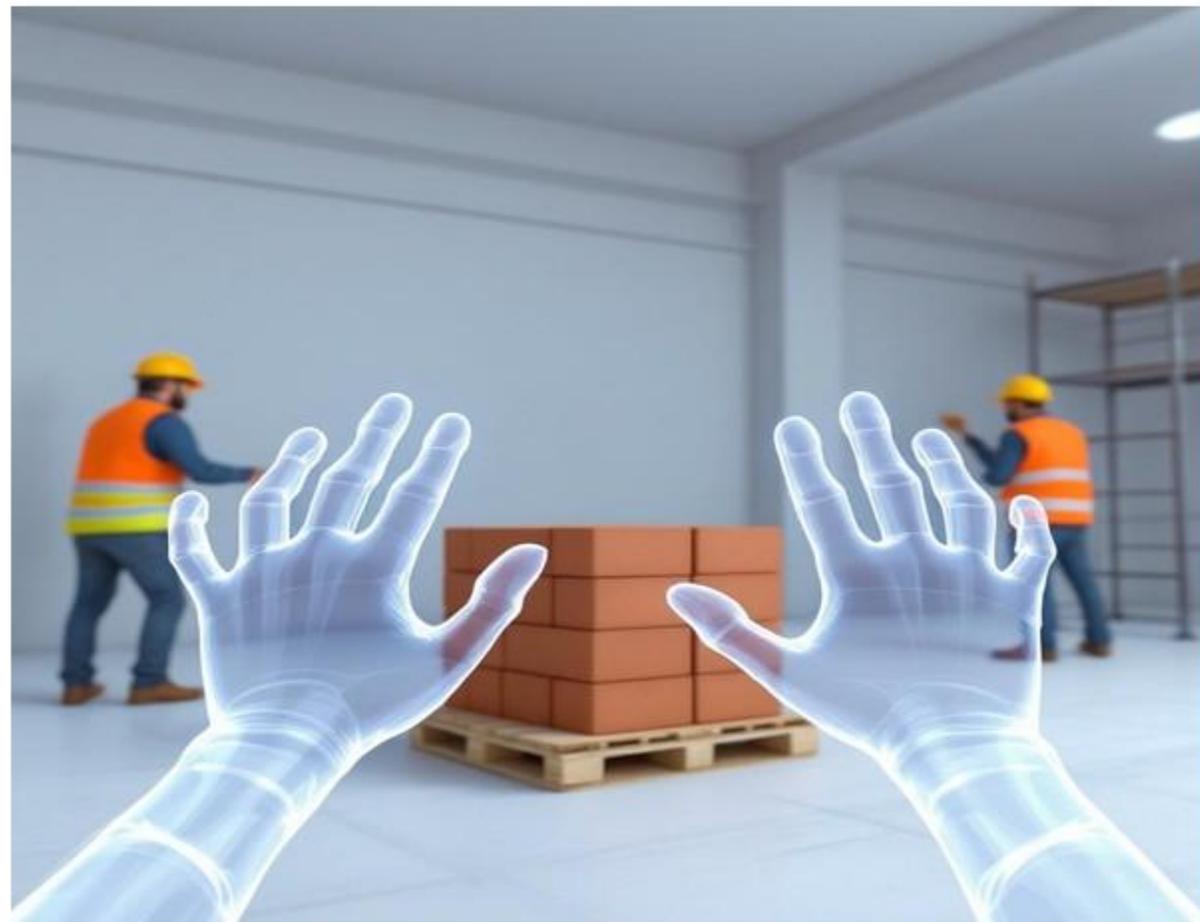
# LA REALTÀ AUMENTATA (AR) NELLA FORMAZIONE SULLA SICUREZZA NEI CANTIERI

La REALTÀ AUMENTATA consente simulazioni dove possono essere date istruzioni contestuali attraverso dispositivi come smartphone, tablet o smartglass, da cui i lavoratori possono ricevere guide visive o testuali anche per procedure complesse, manutenzioni o montaggi, direttamente sul cantiere.



# LA REALTÀ AUMENTATA (AR) NELLA FORMAZIONE SULLA SICUREZZA NEI CANTIERI

La REALTÀ AUMENTATA consente la visualizzazione dei rischi. Infatti è possibile sovrapporre informazioni virtuali alla realtà, permettendo di individuare in tempo reale i pericoli che si presentano aiutando a prevenire incidenti. La possibilità di interagire fisicamente con l'ambiente virtuale rende l'apprendimento più stimolante e coinvolgente rispetto ai metodi tradizionali



# LA REALTÀ AUMENTATA (AR) NELLA FORMAZIONE SULLA SICUREZZA NEI CANTIERI

La REALTÀ AUMENTATA consente di verificare le conformità sovrapponendo i modelli BIM (Building Information Modeling) al cantiere reale per verificare la corretta esecuzione dei lavori.

Il modello informativo BIM è la base per poter sviluppare un'ambiente completamente immersivo e realistico per il lavoratore e un metodo efficace per migliorare l'engagement in ambito formativo è sicuramente l'uso dei "Serious Games": ovvero esperienze progettate non per fini di divertimento ma per fini educativi, basati sull'apprendimento esperienziale, secondo cui le informazioni e le esperienze rimangono impresse, favorendo modificazioni comportamentali all'interno di un ambiente protetto.



# LA REALTÀ AUMENTATA (AR) NELLA FORMAZIONE SULLA SICUREZZA NEI CANTIERI

La REALTÀ AUMENTATA consente la formazione dei lavoratori su procedure complesse come guidare i lavoratori in manovre di guida o nell'utilizzo di macchinari, migliorando l'efficacia dell'apprendimento attraverso l'interazione pratica e la simulazione di guasti o incidenti. Apprendere queste informazioni in uno spazio virtuale stimola i lavoratori a una maggiore memorizzazione dei dettagli rispetto alla lettura di istruzioni scritte.



# LA REALTÀ AUMENTATA (AR) NELLA FORMAZIONE SULLA SICUREZZA NEI CANTIERI

## FORMAZIONE ED ADDESTRAMENTO

I lavoratori possono sperimentare situazioni pericolose o complesse in un ambiente controllato prima di affrontarle nella realtà del cantiere. Si può effettuare la simulazione dell'uso di attrezzature pericolose posizionate virtualmente in quello che sarà il cantiere o la gestione delle interferenze con uno scavo di sbancamento prima che questo venga realizzato, permettendone la visione sul campo e come questo va ad interferire con tutte gli altri elementi presenti nel cantiere (ponteggi, baracche, impianti di cantiere, viabilità, etc.); possono essere fornite direttamente in campo istruzioni ai lavoratori ciò permette di anticipare possibili incidenti, analizzando schemi ricorrenti di comportamento e individuando condizioni potenzialmente pericolose



# LA REALTÀ AUMENTATA (AR) NELLA FORMAZIONE SULLA SICUREZZA NEI CANTIERI

## FORMAZIONE ED ADDESTRAMENTO

Attraverso l'analisi dei dati raccolti durante le simulazioni, l'AI può valutare la capacità di un lavoratore di affrontare situazioni specifiche e fornire un riscontro e un ritorno di informazioni. Questo aiuta a identificare le competenze in cui un lavoratore potrebbe avere bisogno di ulteriore addestramento o miglioramento.



# IL MONITORAGGIO AMBIENTALE IOT

# IL MONITORAGGIO AMBIENTALE IOT

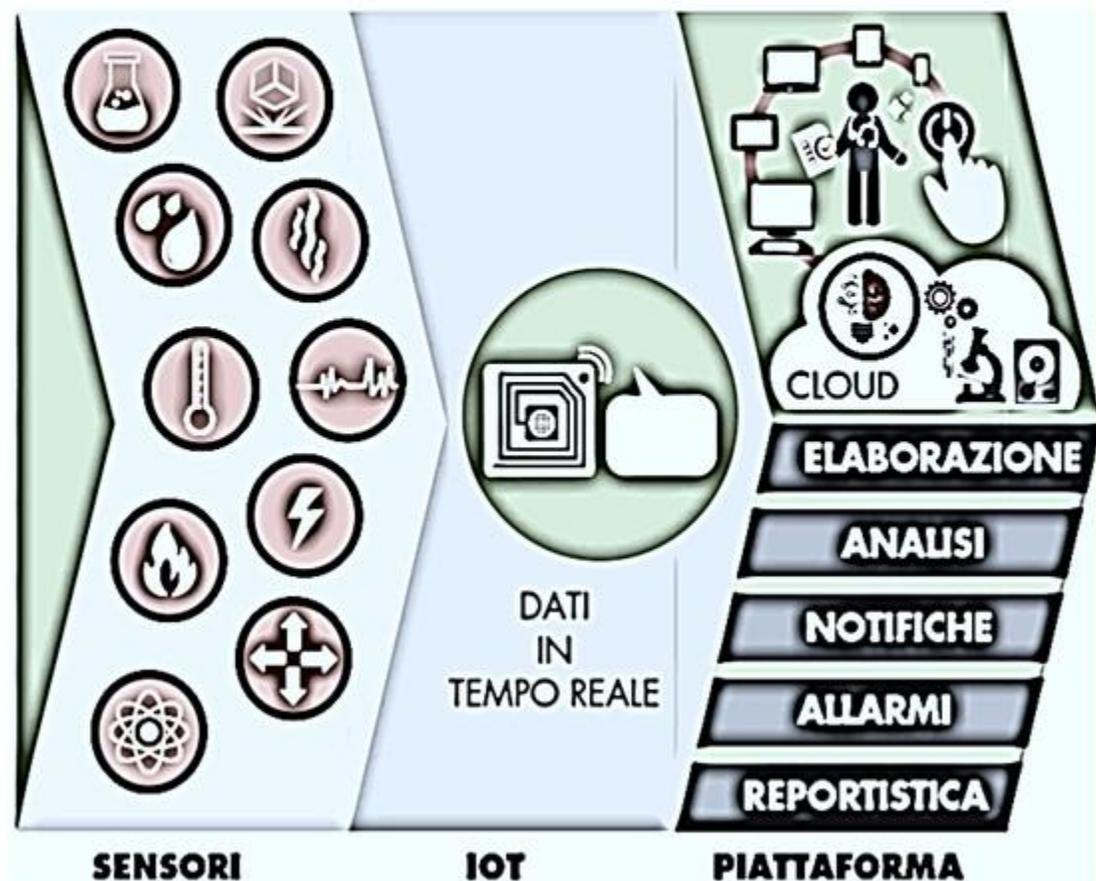
Il monitoraggio ambientale tramite IoT trasforma la gestione dei dati ambientali da un processo periodico e manuale a un processo continuo e automatizzato



AREA DI MONITORAGGIO	Parametri Chiave
QUALITÀ DELL'ARIA	PM10, PM2.5, PM1.0, NO <sub>2</sub> , CO, SO <sub>2</sub>
INQUINAMENTO ACUSTICO	Livelli di pressione sonora (dB)
IDRICO/ ACQUA	pH, conducibilità, torbidità, livelli di inquinanti specifici
STRUTTURALE/ GEOLOGICO	Inclinazione, vibrazioni, deformazioni

# IL MONITORAGGIO AMBIENTALE IOT

- **MONITORAGGIO CONTINUO (H24):** Consente la supervisione costante delle condizioni ambientali, fondamentale per attività con limiti orari rigorosi (es. rumore notturno in cantiere).
- **INTERVENTO PROATTIVO:** Permette di agire immediatamente per mitigare un problema (es. attivare nebulizzatori d'acqua al rilevamento di un picco di polveri) prima che vengano violate le normative.
- **TRACCIABILITÀ E CONFORMITÀ:** Fornisce una registrazione dettagliata e immutabile dei dati, essenziale per dimostrare la conformità normativa .



# IL MONITORAGGIO AMBIENTALE IOT

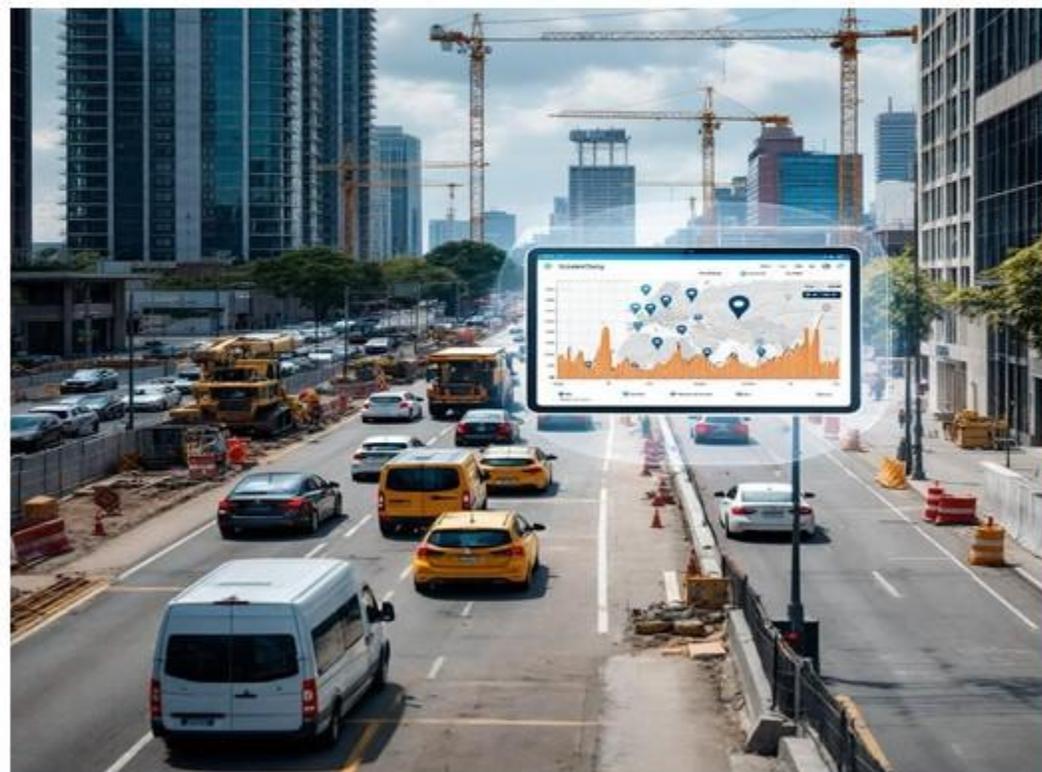
- **SENSORI INTELLIGENTI (THE THINGS):** Dispositivi a basso consumo energetico (alimentati a batteria o a energia solare) in grado di rilevare parametri fisici (temperatura, vibrazioni) e chimici (gas, polveri). Sono il punto di raccolta dati.
- **RETE DI COMUNICAZIONE (THE INTERNET):** Utilizza tecnologie wireless a lungo raggio e a basso consumo per inviare i dati in modo efficiente dal campo al cloud.
- **PIATTAFORMA CLOUD E SOFTWARE:** Elabora, archivia e analizza i dati. Questa piattaforma include dashboard grafiche per la visualizzazione e, soprattutto, genera allarmi automatici in tempo reale quando i parametri superano le soglie preimpostate.



# IL MONITORAGGIO AMBIENTALE IOT

## Visualizzazione in Tempo Reale (Dashboard)

- **MAPPE GpS:** I dati dei sensori vengono geolocalizzati su una mappa del cantiere. Ciò consente agli operatori di identificare immediatamente dove si sta verificando un problema (es. un picco di rumore vicino a un'abitazione specifica).
- **GRAFICI DINAMICI:** La dashboard mostra l'andamento storico e in tempo reale dei parametri (PM10, dB, vibrazioni). L'operatore può visualizzare facilmente se un picco è un evento isolato o l'inizio di una tendenza preoccupante.
- **INDICATORI DI STATO:** Uso di codici colore (semafori) per rappresentare lo stato attuale:
  - Verde: Condizione normale, ben al di sotto della soglia.
  - Giallo: Stato di attenzione, il valore si avvicina alla soglia critica.
  - Rosso: Stato di allarme, la soglia critica è stata superata.

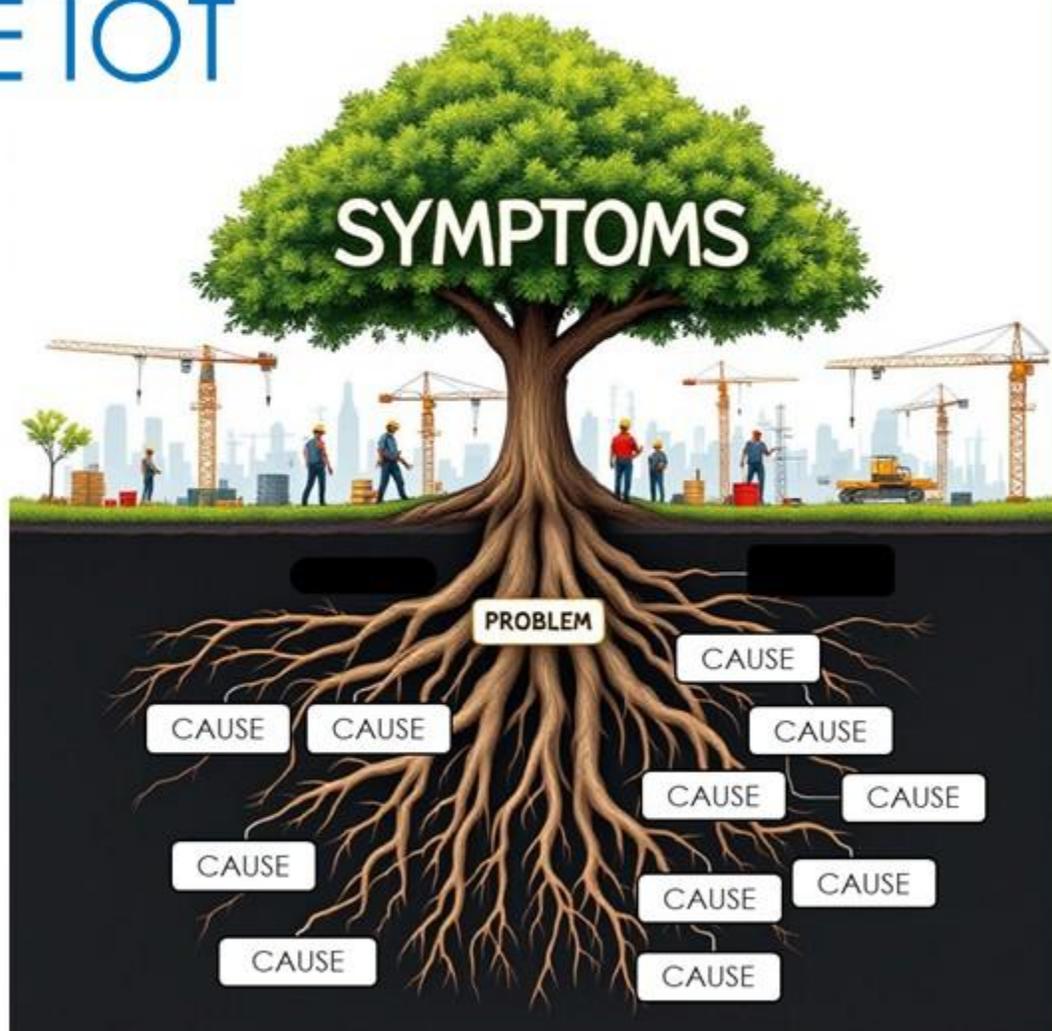


# IL MONITORAGGIO AMBIENTALE IOT

## Analisi e Reportistica

La piattaforma elabora i dati per generare la documentazione necessaria alla conformità.

- **REPORT AUTOMATICI DI CONFORMITÀ:** Generazione di report periodici (giornalieri, settimanali) che dimostrano la conformità del cantiere ai limiti di legge locali, essenziali per le autorità di controllo.
- **ANALISI DELLE CAUSE:** Incrocio dei dati ambientali con il registro delle attività. Ad esempio, la piattaforma può correlare un picco di PM10 con l'orario di inizio di una specifica attività di scavo in una data area
- **AZIONE CORRETTIVA IMMEDIATA:** Viene ordinata l'azione più rapida (es. irrigazione dell'area di scavo, sostituzione di un macchinario rumoroso, interruzione temporanea del lavoro).
- **REGISTRAZIONE E CHIUSURA:** Il sistema IoT registra automaticamente l'evento di allarme, il tempo di risposta dell'operatore e il tempo necessario al valore per tornare alla normalità. Questa documentazione è fondamentale per la conformità e per l'analisi dei rischi futuri.

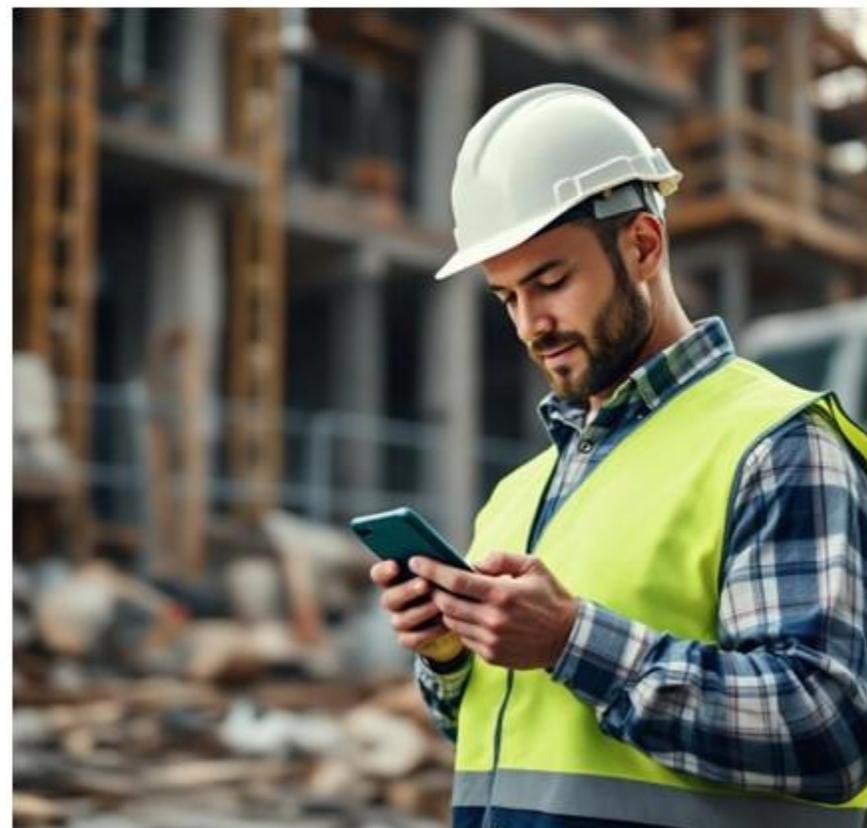


# IL MONITORAGGIO AMBIENTALE IOT

## Canali di Notifica

L'allarme critico deve raggiungere immediatamente la persona giusta:

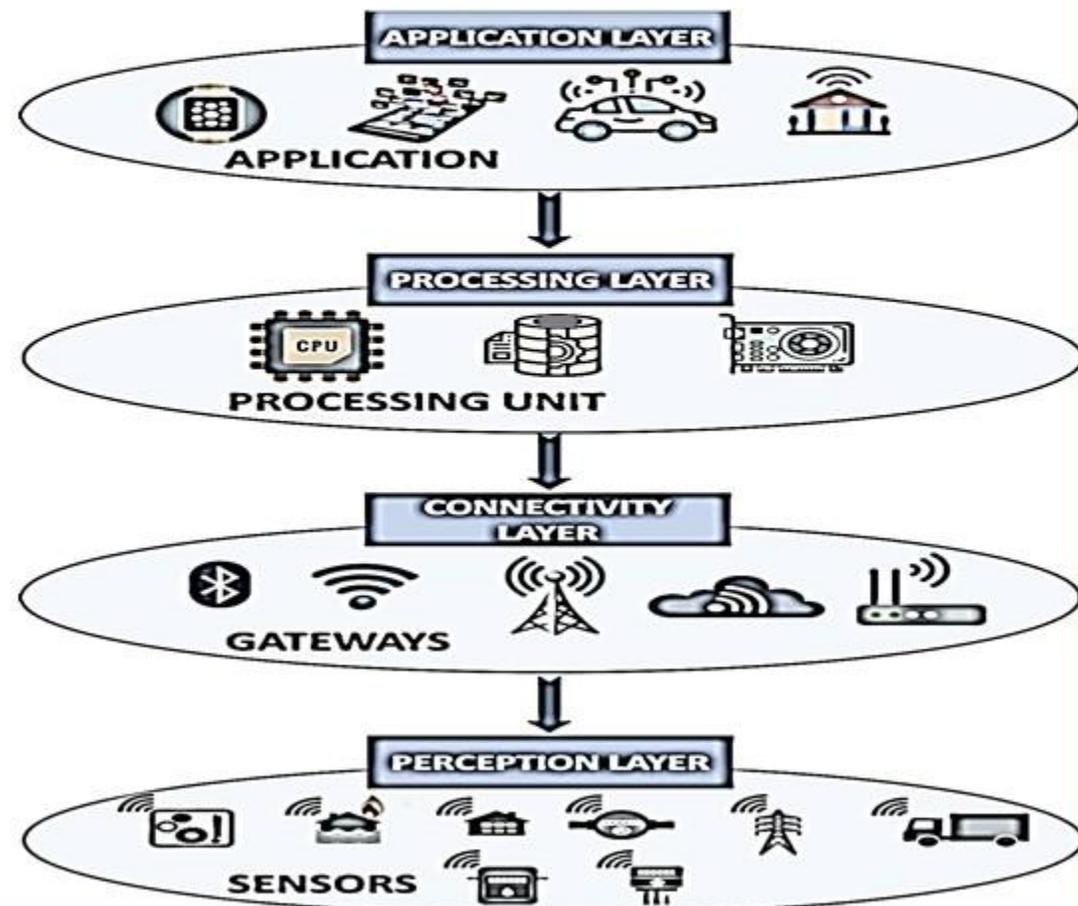
- **NOTIFICHE PUSH/APP:** Messaggi diretti al Responsabile di Cantiere o al preposto operativo tramite l'app dedicata.
- **SMS/E-MAIL:** Notifiche di fallback per assicurare che l'avviso venga ricevuto anche in assenza di connessione internet ottimale



# IL MONITORAGGIO AMBIENTALE IOT

## L'architettura del sistema iot

1. Strato dei Sensori (Perception Layer)
2. Strato della Rete (Network/Transmission Layer)
3. Strato di Elaborazione e Gestione (Processing Layer)
4. Strato delle Applicazioni (Application Layer)



*Theoretical Computer Science Volume 929, 11 September 2022, Pages 95-113 - An analysis of architecture, framework, security and challenging aspects for data aggregation and routing techniques in IoT WSNs,*

# IL MONITORAGGIO AMBIENTALE IOT

## L'Architettura del Sistema IoT

### Strato della Rete (Network/Transmission Layer)

Questo strato si occupa di prendere i dati dai sensori e inviarli al sistema centrale per l'elaborazione.

- COMPONENTI: Gateway, router, antenne, e i protocolli di comunicazione.
- PROTOCOLLI CHIAVE:
  - LoRaWAN / NB-IoT: Ideali per dati a bassa frequenza e per coprire grandi aree del cantiere con un consumo energetico minimo.
  - 5G / 4G: Utilizzati quando è necessaria una trasmissione di dati ad alta velocità o in tempo reale (es. streaming video o dati strutturali critici).
- FUNZIONE: Il Gateway funge da ponte: raccoglie i dati da diversi sensori nelle vicinanze e li aggrega, crittografandoli, prima di inviarli al Cloud



# IL MONITORAGGIO AMBIENTALE IOT

## L'Architettura del Sistema IoT

### Strato dei Sensori (Perception Layer)

Questo è lo strato più vicino al mondo fisico. Include tutti i dispositivi hardware che interagiscono direttamente con l'ambiente del cantiere.

- **COMPONENTI:** Sensori ambientali (per polveri, rumore, gas, vibrazioni, temperatura), attuatori (dispositivi che possono eseguire azioni, es. valvole, motori, nebulizzatori), e tag RFID o GPS per il tracciamento di risorse e personale.
- **FUNZIONE:** Rilevare e raccogliere dati grezzi sul campo. I sensori devono essere robusti e a basso consumo energetico.

*Esempio in Cantiere: La stazione di monitoraggio posizionata sul perimetro del cantiere*



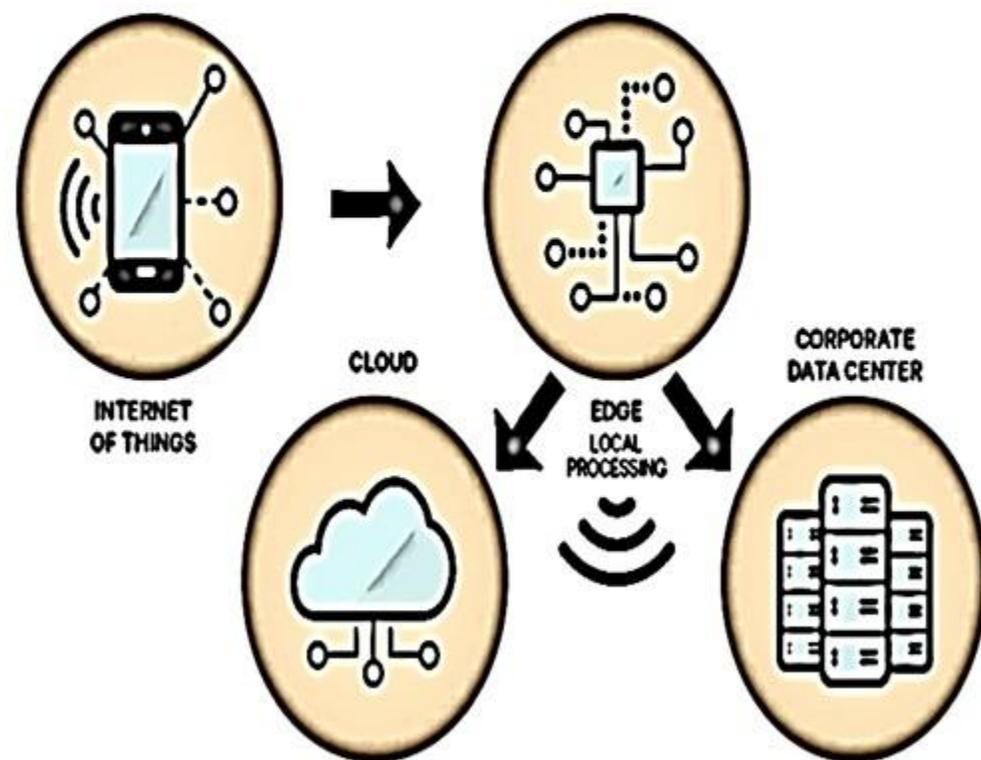
# IL MONITORAGGIO AMBIENTALE IOT

## L'Architettura del Sistema IoT

### Strato di Elaborazione e Gestione (Processing Layer)

Questo è il "cervello" del sistema, dove avviene l'analisi del dato. Si trova tipicamente su un server cloud o, per applicazioni di sicurezza critica, su server edge (vicino al cantiere).

- Componenti: Server Cloud, database, motori di analisi (Analytics Engine), algoritmi di Machine Learning (ML).
- Funzione:
  - **ARCHIVIAZIONE:** I dati vengono salvati in modo sicuro per la tracciabilità legale (conformità).
  - **NORMALIZZAZIONE E PULIZIA:** Il sistema valida i dati (rimuove errori o valori anomali).



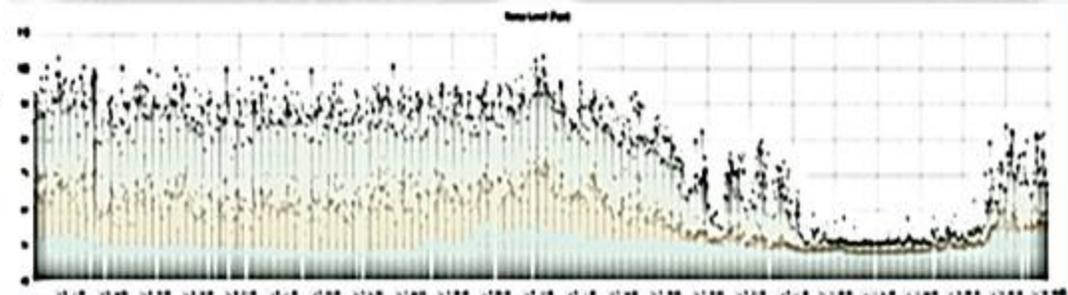
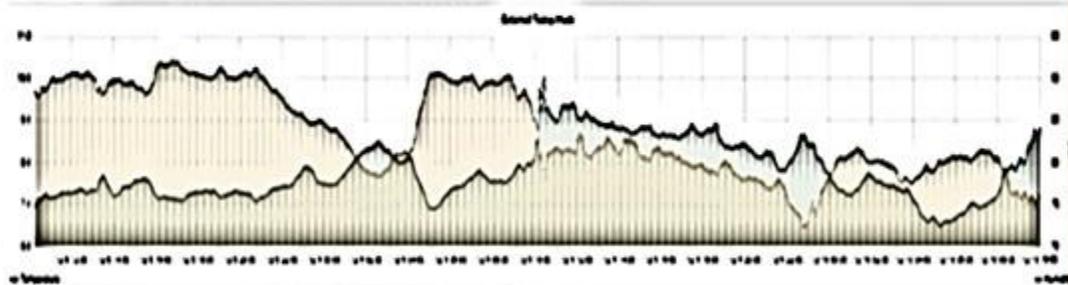
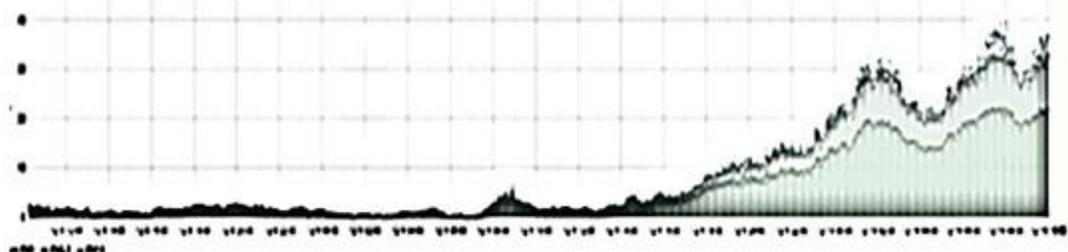
# IL MONITORAGGIO AMBIENTALE IOT

## L'Architettura del Sistema IoT

### Strato delle Applicazioni (Application Layer)

Questo è lo strato di interfaccia con l'utente, che rende i dati utilizzabili per le decisioni operative.

- Componenti: Dashboard, interfacce API (per l'integrazione con BIM o software gestionali), sistemi di allarme (SMS, e-mail, notifiche push).
- Funzione:
  - **VISUALIZZAZIONE:** Fornisce la Dashboard in tempo reale (mappe GIS, grafici) per monitorare lo stato di salute ambientale.
  - **NOTIFICA:** Attiva gli Alert automatici in base alle soglie definite, inviandoli al Responsabile di Cantiere per l'intervento immediato.
  - **REPORTISTICA:** Genera automaticamente i report di conformità necessari per l'autorità

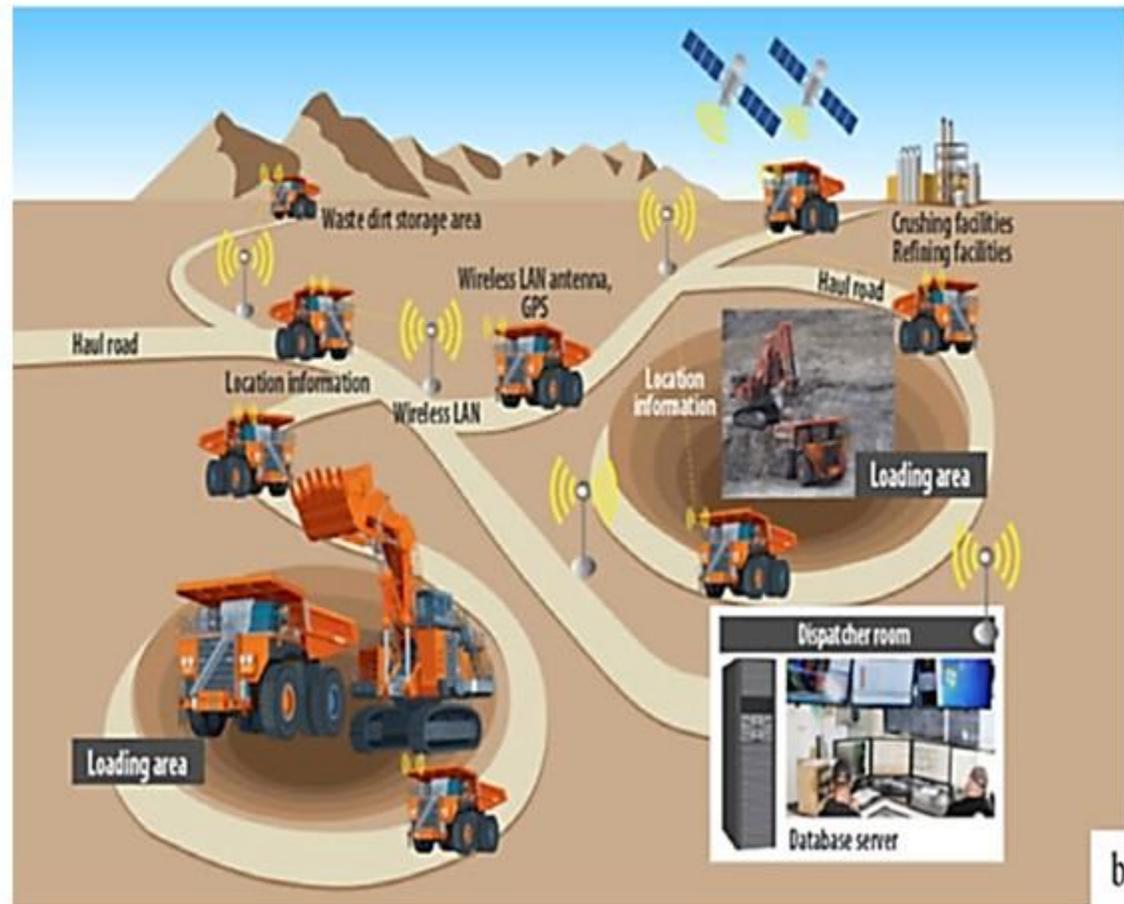


# IL MONITORAGGIO AMBIENTALE IOT

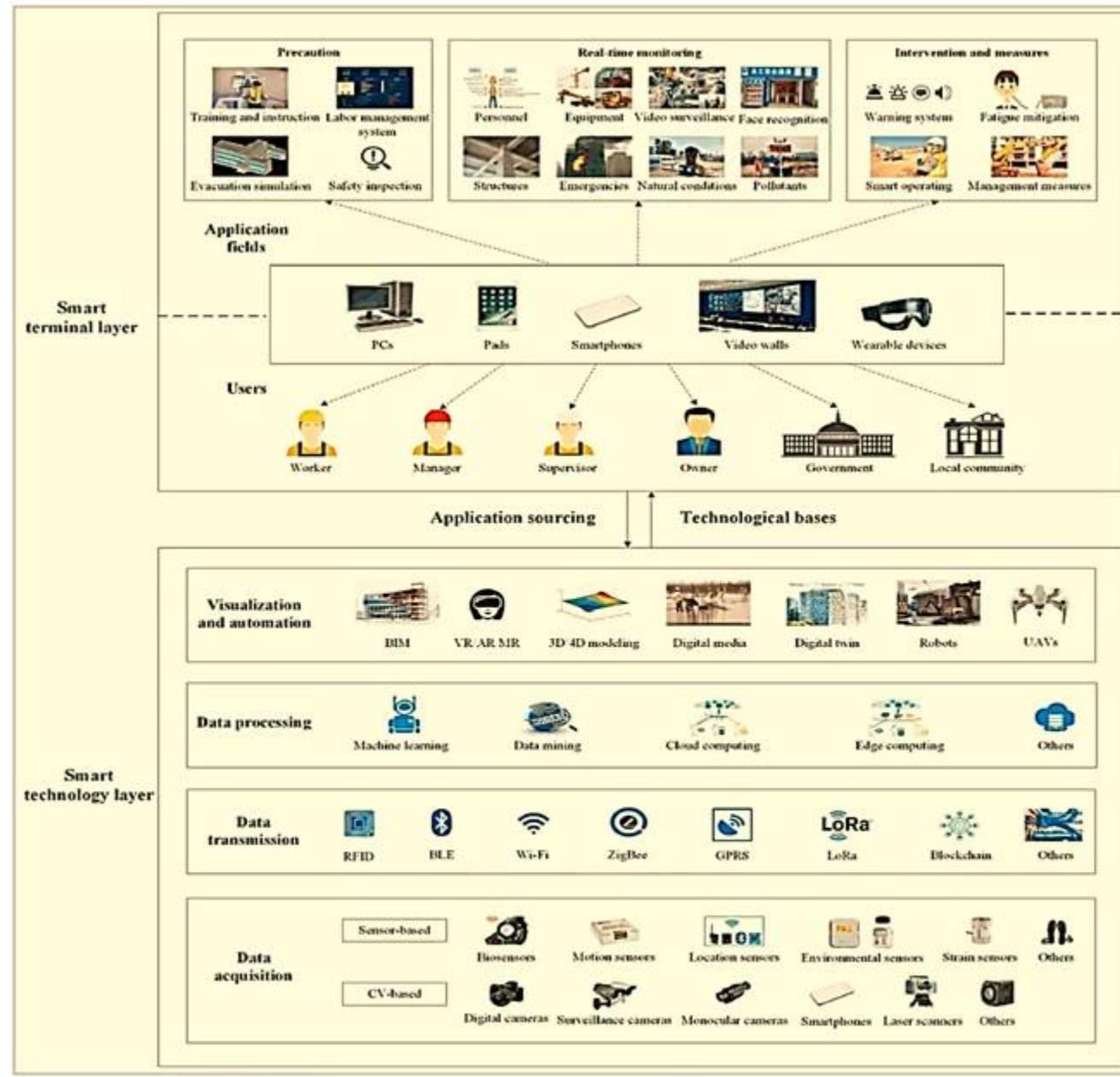
## macchinari edili

Le applicazioni delle tecnologie dei sensori, come il monitoraggio delle condizioni, la costruzione autonoma e l'Internet delle cose (IoT), sono state ampiamente studiate per i macchinari edili. In primo luogo, questo articolo discute la tecnologia di monitoraggio delle condizioni nei macchinari edili, che comprende principalmente il monitoraggio dell'inquinamento da petrolio e delle perdite, il monitoraggio delle vibrazioni.

*Overview of Applications of the Sensor Technologies for Construction Machinery- 2023- YING JIANG1 AND XIANGYU HE -Digital Object Identifier 10.1109/ ACCESS.2020.3001968*



Smart construction sites: A promising approach to improving on-site HSE management performance - Maozeng Xu, Xiuying Nie, , Heng Li, , Jack C.P. Cheng, Zhongya Mei - Journal of Building Engineering Volume 49, 15 May 2022,





L'ALVEARE DEL  
PROFESSIONISTA



ORDINE DEI PERITI INDUSTRIALI  
DELLE PROVINCE DI ALESSANDRIA - ASTI - TORINO



Collegio Geometri Torino



ORDINE DEGLI  
INGEGNERI  
DELLA PROVINCIA DI  
TORINO



GRAZIE PER  
L'ATTENZIONE

ING. FULVIO GIANI  
info@studioinggiani.it  
<http://www.studioinggiani.it/>

ING. LILIANA RIVAUTELLA  
liliana.rivautella@libero.it

SEGUICI SULLE NOSTRE PAGINE SOCIAL E SU [RESTRUCTURA.COM](http://RESTRUCTURA.COM)