

## INDUSTRIAL INTERNET OF THINGS

La diffusione della tecnologia digitale ha scatenato un cambiamento sociale.

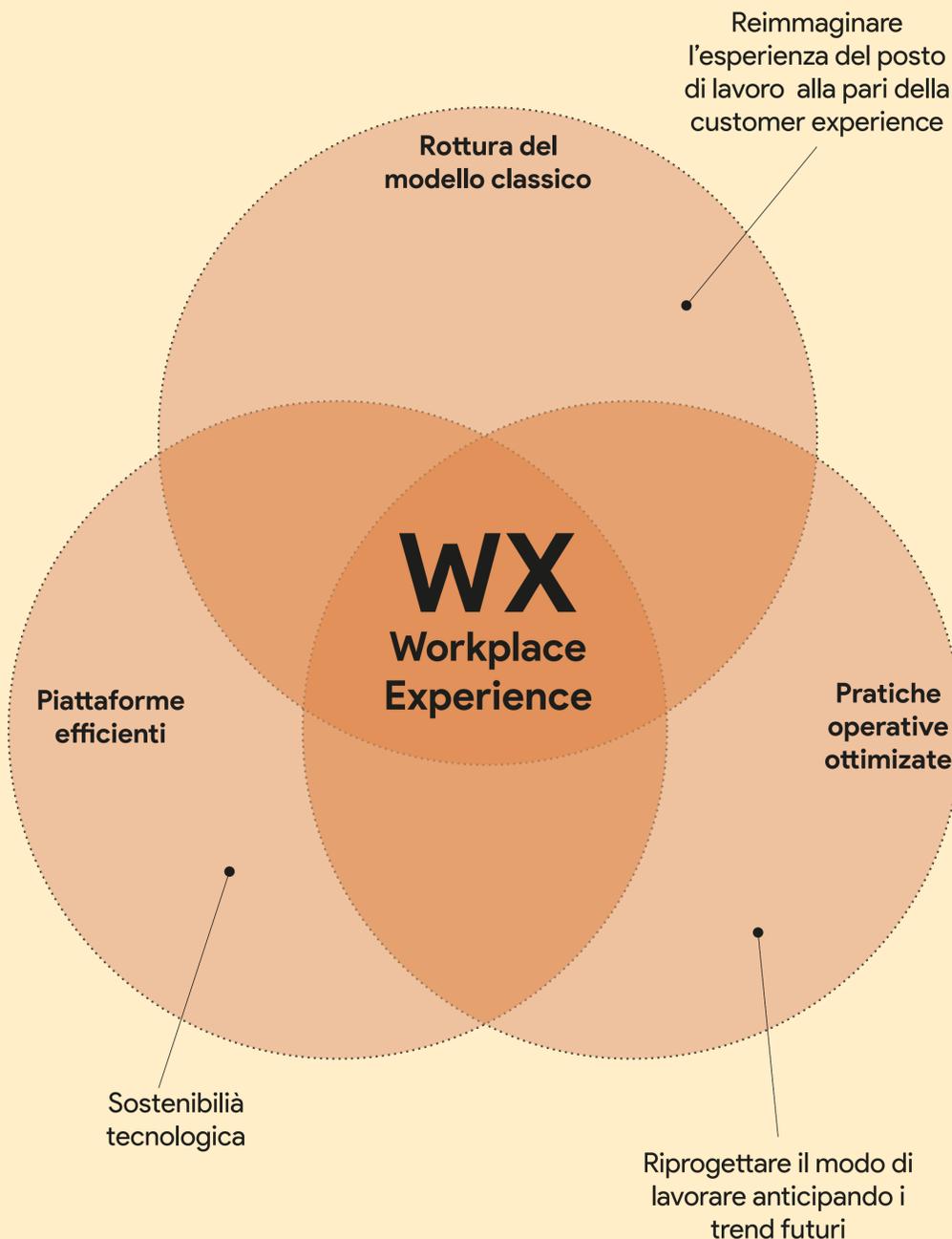
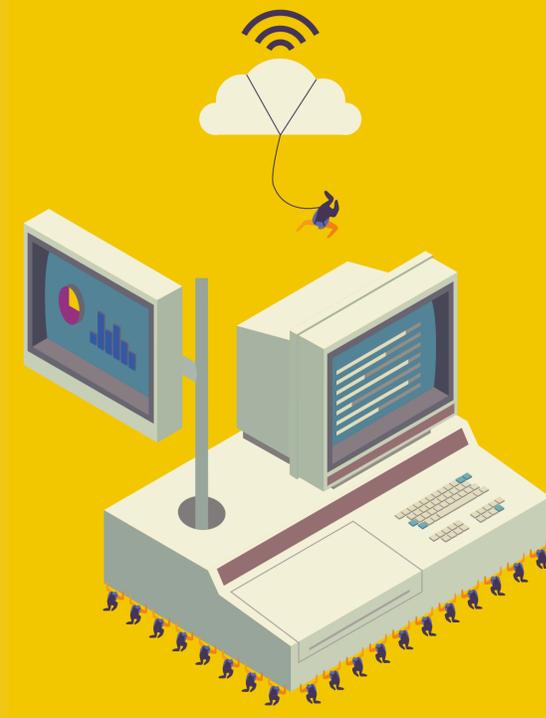
Più della metà delle imprese italiane dichiara di adottare soluzioni in ambito 4.0 e allo stesso tempo il 2,5% del campione dichiara di non conoscere l'espressione Industria 4.0.

Le aree di innovazione in cui si concretizzano le applicazioni delle aziende innovative riguardano Smart Factory, Smart Supply Chain e Smart Lifecycle.

Un forte investimento nello smart manufacturing potrebbe portare ad una

crescita lorda di 125miliardi di euro per l'Europa, con un importante impatto in particolare sull'automotive e sulla logistica (+17% in 10 anni). La mancata adozione dei processi digitali invece porterebbe ad una perdita potenziale di 605 miliardi di euro.

Oggi stiamo entrando in una critica fase dell'evoluzione dell'IloT, dove l'uomo rischia di diventare schiavo della collezione del dato. Questa, delegata agli operatori di produzione, rischia di diventare un'attività molto impegnativa.



Fonte: avanade, *There's a new X in town. WX - Workplace experience.*

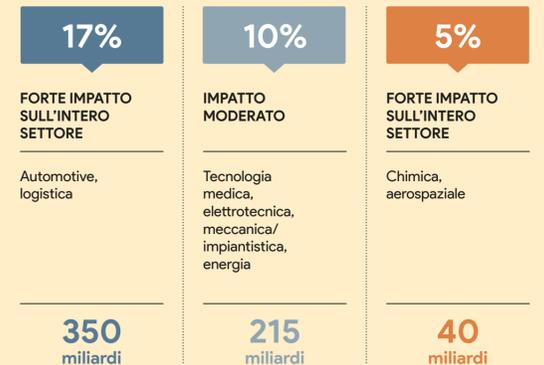
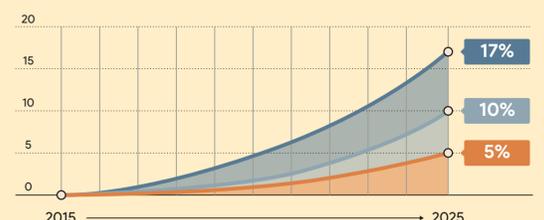
### Livello di digital readiness dei paesi europei



Fonte: elaborazione su dati Eurostat, European Data Monitoring Tool, IDC (2016).

### L'impatto del digitale

#### Crescita del valore aggiunto lordo in UE 17



POTENZIALE PERDITA IN CASO DI MANCATO SVILUPPO

Fonte: Roland Berger, *The Digital Transformation of Industry*, 2015.

## CASO STUDIO: HP COMPOSITES S.P.A.

L'innovazione è nulla senza forti radici nel territorio, che deve saper crescere di pari passo con le imprese che ospita. Per questo calarsi nella realtà del distretto produttivo locale costituisce una sfida e una possibilità di confronto con la realtà delle imprese che ne fanno parte.

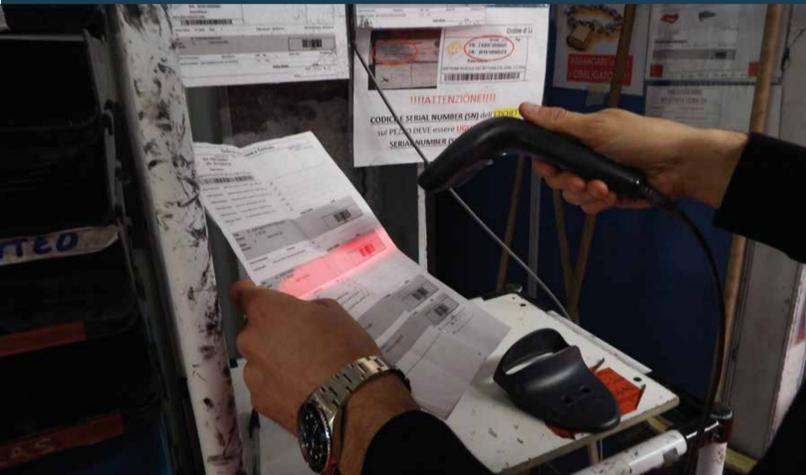
HP Composites, nata nel 2010 come startup, è oggi un'eccellenza italiana leader a livello mondiale.

La gestione della produzione in serie nell'ambito dei compositi in fibra di carbonio è molto complessa. La lavorazione delle parti in composito è ge-

stita attraverso processi di medio-larga serie. In un settore dove la meccanizzazione non è molto spinta in favore di processi artigianali, il poter scalare la produzione dalla piccola serie alla grande serie costituisce un vantaggio competitivo importante.

Ecco che, quindi, tecnologie di tracciamento della produzione come MES possono fare la differenza.

Tuttavia molti sistemi informatici come questi si basano su una infinita quantità di supporti cartacei che erodono la gran parte dei vantaggi. I processi di dichiarazione risultano essere macchinosi ed alientanti.



## LA TECNOLOGIA RFID

A temperature estreme quali quelle di autoclavi o degli ambienti frigoriferi (caso specifico del ciclo produttivo del composito in fibra di carbonio dove si passa in genere dai -20°C ai 150°C), i tag possono non funzionare e danneggiarsi.

Solo specifici tag possono superare queste condizioni avverse.

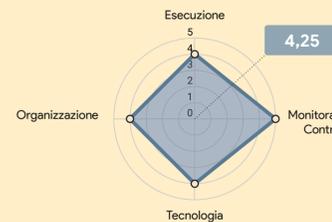
Inoltre l'elevata costante dielettrica del composito in fibra di carbonio limita la distanza di lettura, schermando parzialmente il tag dalle onde elettromagnetiche del lettore.

Per verificare il funzionamento efficiente di questi sono stati effettuati diversi test.



## Valutazione delle funzioni aziendali

### DESIGN AND ENGINEERING



### LOGISTIC MANAGEMENT



### PRODUCTION MANAGEMENT



### SUPPLY CHAIN MANAGEMENT



## STATO DELL'ARTE



### Ubimax xBand (2017)

PESO (g): 100  
DIMENSIONI (mm): 64×38×24  
FREQUENZA : UHF  
CONNETTIVITÀ : Bluetooth



### FEIG HyWEAR compact (2019)

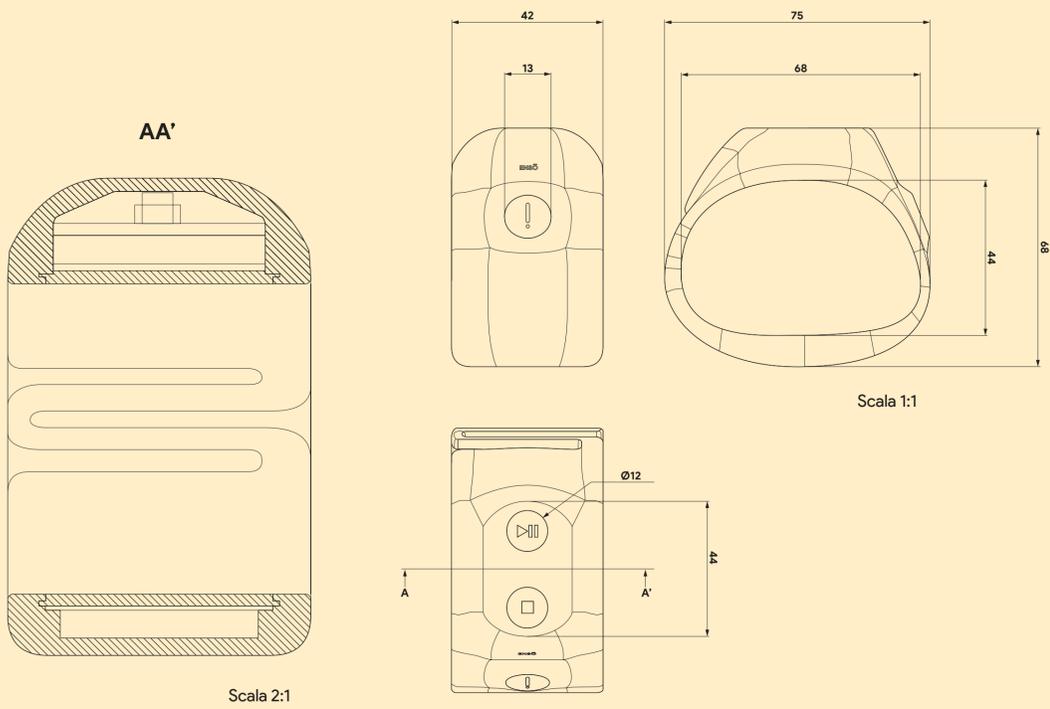
PESO (g): 70  
DIMENSIONI (mm): 60×50×23  
FREQUENZA: UHF (865 – 928 MHz)  
CONNETTIVITÀ: Bluetooth V5.0, WiFi



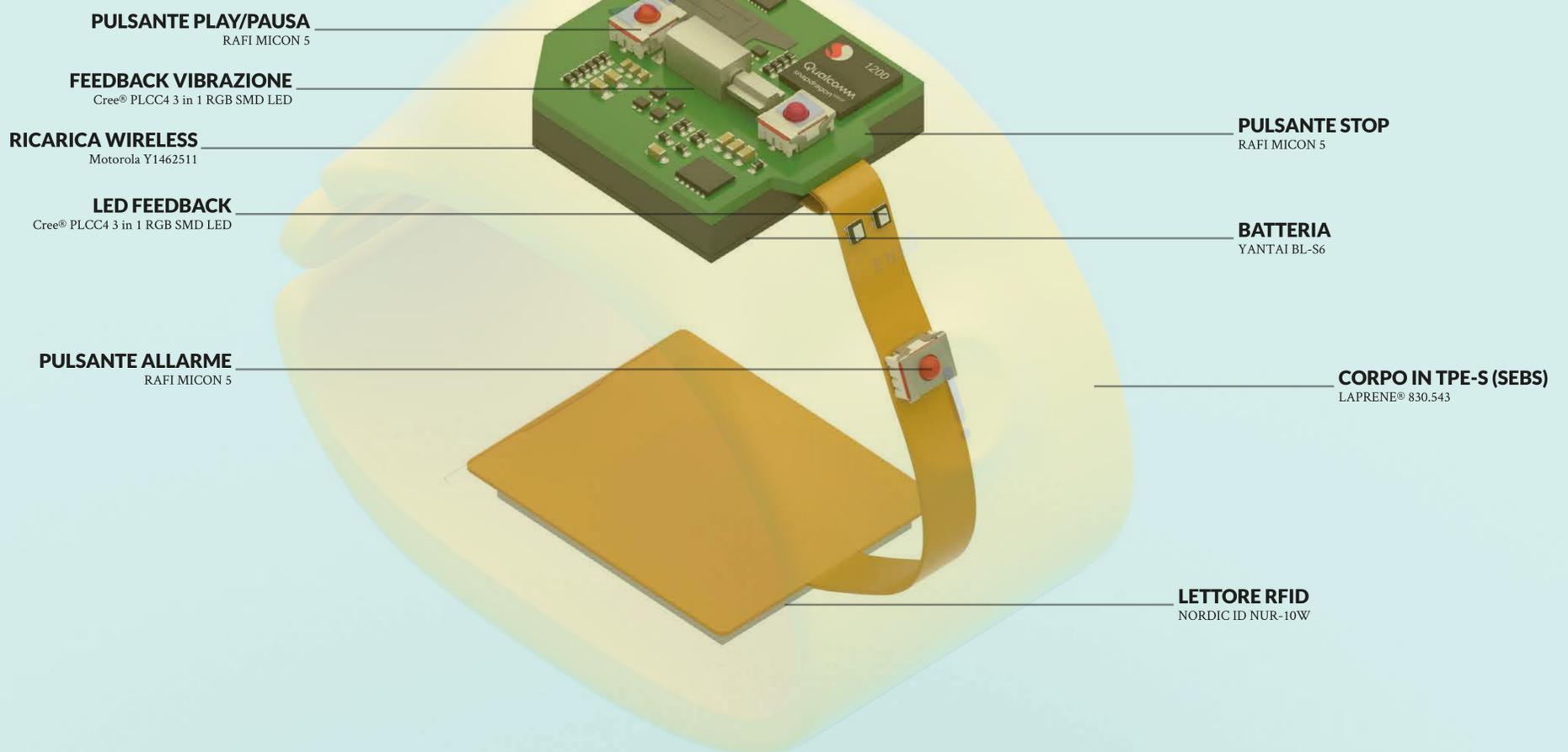
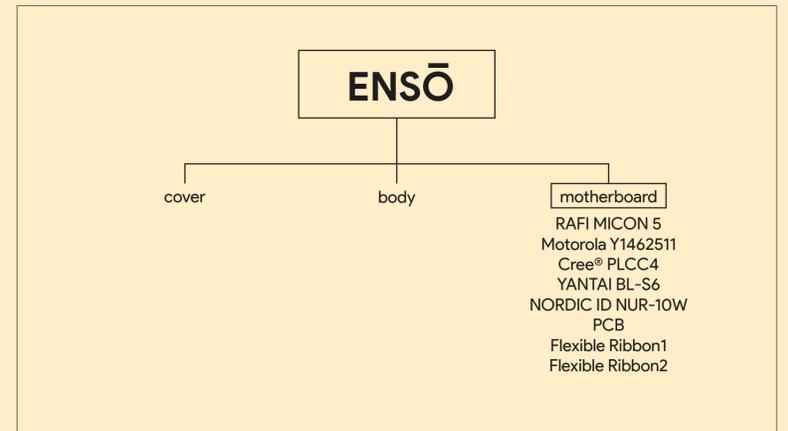
### WESTUNITIS Co. Tecco TC-A01 (2012)

PESO (g): 80  
DIMENSIONI (mm): 195×27×95  
FREQUENZA : HF  
CONNETTIVITÀ : Bluetooth V2.1

## DIMENSIONI

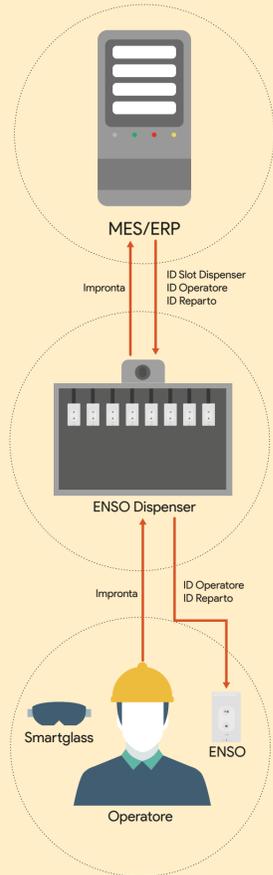


## ALBERO DELLE COMPONENTI

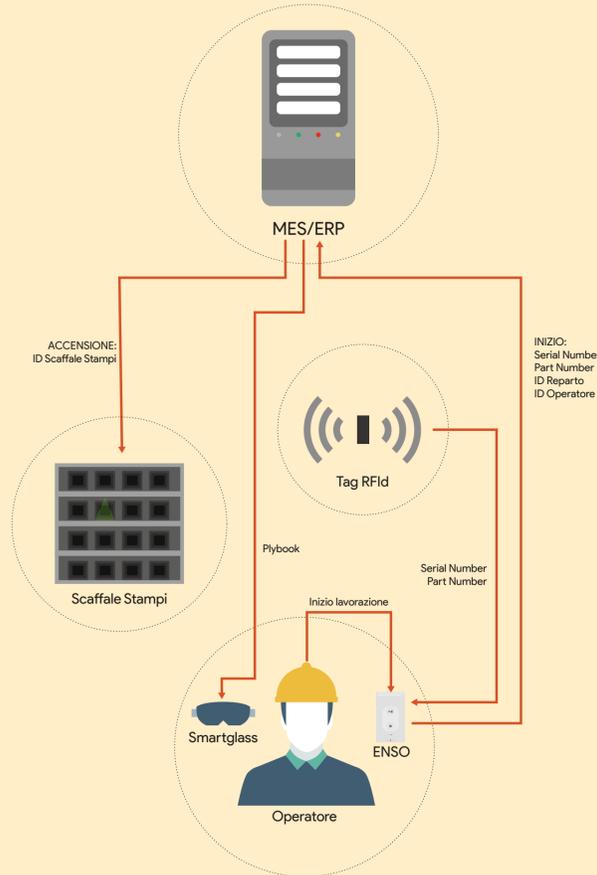


# COMUNICAZIONE DATI UOMO-MACCHINA

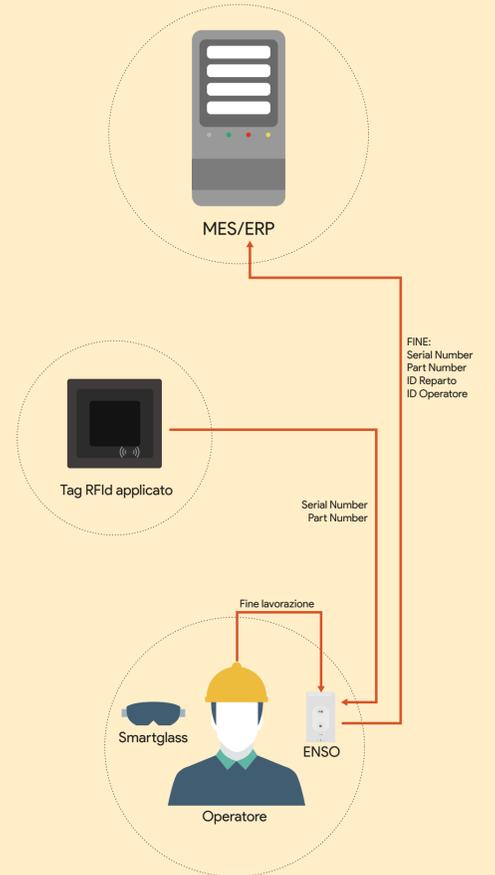
## Fase di accesso



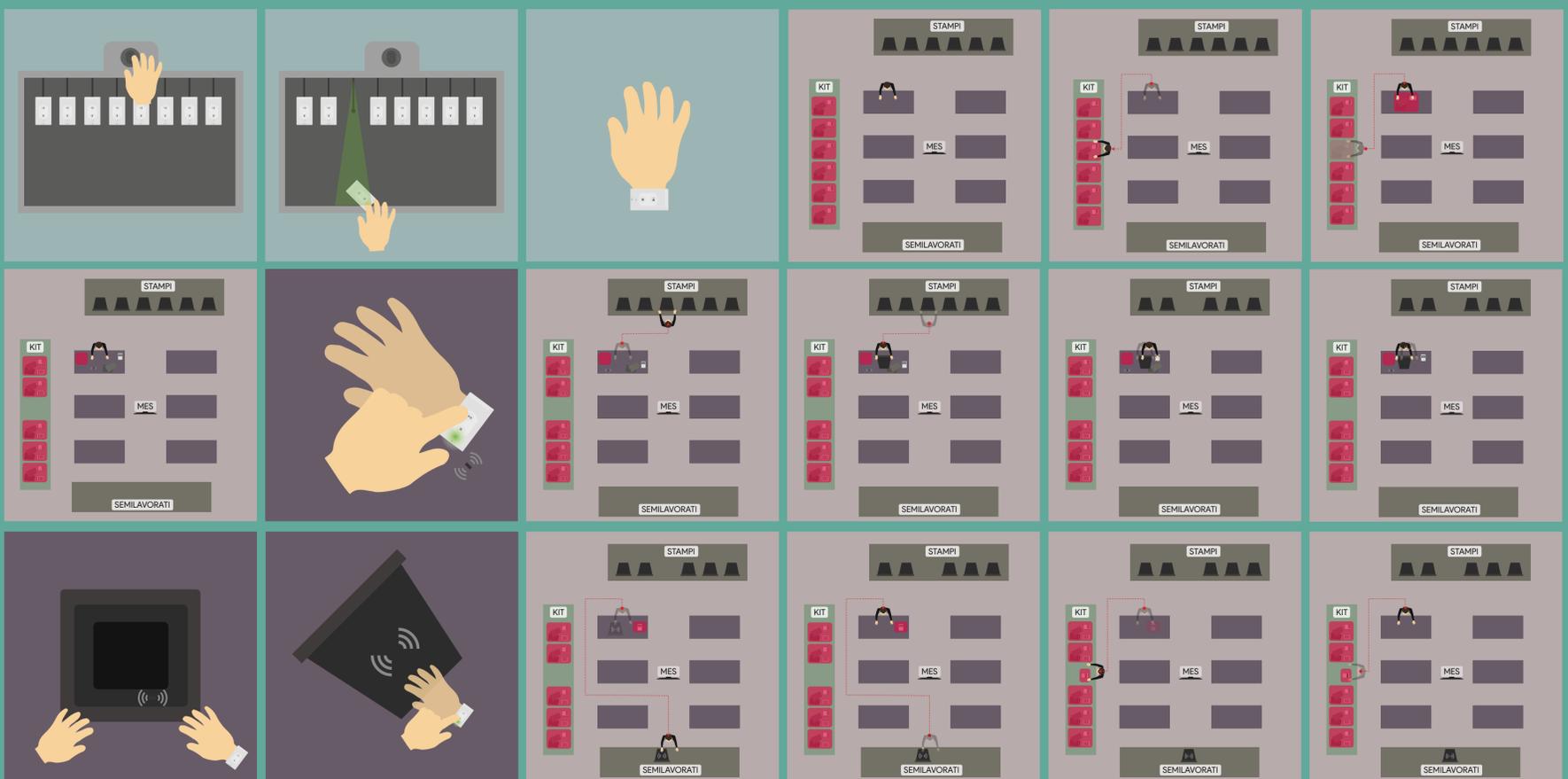
## Inizio lavorazione nel reparto laminazione

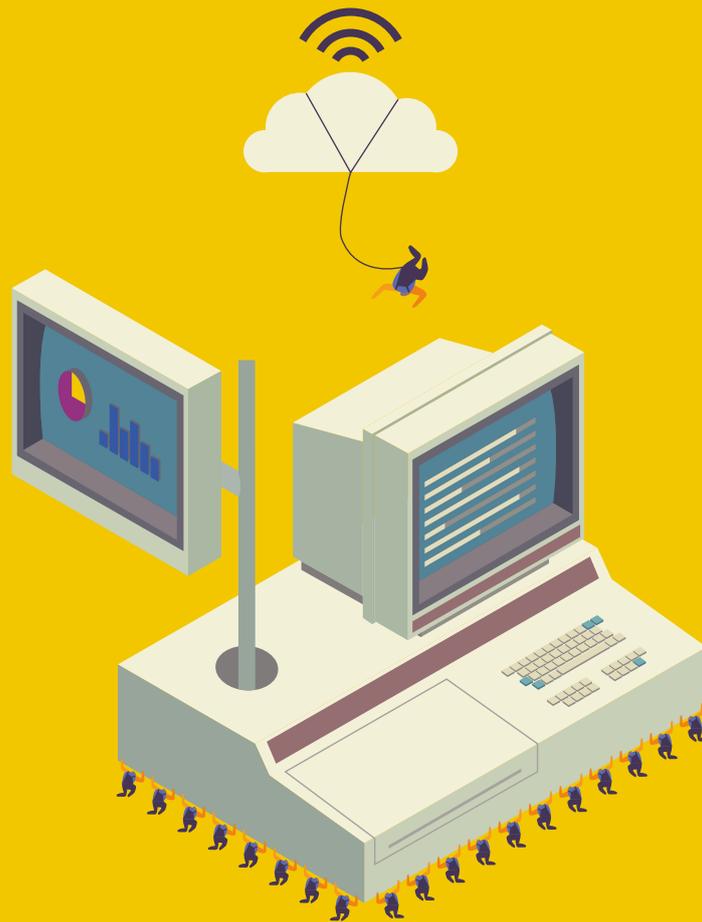


## Fine lavorazione nel reparto laminazione



# STORYBOARD (Laminazione)





# ENSÒ

PROGETTO DI UN SISTEMA INTELLIGENTE PER IL MIGLIORAMENTO DELLA WORKPLACE EXPERIENCE IN GRADO DI MONITORARE GLI STATI DELLA PRODUZIONE INDUSTRIALE DI PARTI IN COMPOSITO CON FIBRA DI CARBONIO.

**NICCOLÒ COLAFEMMINA**



# ENSÒ

PROGETTO DI UN SISTEMA INTELLIGENTE PER IL MIGLIORAMENTO DELLA  
WORKPLACE EXPERIENCE IN GRADO DI MONITORARE GLI STATI DELLA  
PRODUZIONE INDUSTRIALE DI PARTI IN COMPOSITO CON FIBRA DI CARBONIO.



S A A D

Scuola di Ateneo  
**Architettura e Design "Eduardo Vittoria"**  
Università di Camerino

Tesi di Laurea:

PROGETTO DI UN SISTEMA INTELLIGENTE PER IL MIGLIORAMENTO DELLA WORKPLACE  
EXPERIENCE IN GRADO DI MONITORARE GLI STATI DELLA PRODUZIONE INDUSTRIALE DI  
PARTI IN COMPOSITO CON FIBRA DI CARBONIO. - A.A. 2018/2019

Relatore: Prof. Luca Bradini

Correlatore: Prof. Francesco De Angelis

Studente: Niccolò Colafemmina Matr. 098846

# INDICE

<b>1. INTRODUZIONE E METODO DI RICERCA</b>	<b>8</b>
INTRODUZIONE	
HP COMPOSITES. IL CASO STUDIO	
METODO DI RICERCA E DESIGN	
PIANIFICAZIONE	
<b>2. PRINCIPI DI INDUSTRIA 4.0</b>	<b>18</b>
INDUSTRIA 4.0	
IL MODELLO ITALIANO	
SMART MANUFACTURING	
ATTIVITÀ AZIENDALI COINVOLTE	
SMART TECHNOLOGIES DELL'INDUSTRIA 4.0	
CAMPI D'APPLICAZIONE	
<b>3. METODOLOGIA DI ANALISI DELLA DIGITAL READINESS</b>	<b>60</b>
BACKBONE DELL'AZIENDA E PROCESSI COINVOLTI	
RISULTATI DEL REPORT DELLA DIGITAL READINESS	
<b>4. LA TECNOLOGIA RFID</b>	<b>152</b>
<b>5. STATO DELL'ARTE DEI TAG RFID</b>	<b>188</b>
<b>5. STATO DELL'ARTE DEI DISPOSITIVI DI LETTURA RFID</b>	<b>206</b>
<b>7. CASE STUDIES</b>	<b>235</b>
VOLKSVAGEN AG	
FCA	
LAMBORGHINI	
<b>8. PRINCIPI DI DESIGN</b>	<b>244</b>

<b>9. ASPETTI NORMATIVI</b>	<b>246</b>
<b>10. SKETCH ED ERGONOMIA D'USO</b>	<b>254</b>
<b>11. ARCHITETTURA DEI DATI E DELLE INTERAZIONI</b>	<b>259</b>
<b>12. SPECIFICHE DEI MATERIALI E DEI COMPONENTI</b>	<b>269</b>
<b>13. RAPPRESENTAZIONI DIMENSIONALI</b>	<b>276</b>
<b>14. MODELLAZIONE 3D</b>	<b>278</b>
<b>15. REALIZZAZIONE E ANALISI DEL PROTOTIPO</b>	<b>282</b>
<b>16. ANALISI DELLE TECNOLOGIE DI PRODUZIONE</b>	<b>324</b>
<b>17. RENDER</b>	<b>326</b>
<b>18. CONCLUSIONI</b>	<b>330</b>
<b>ULTERIORI DOCUMENTI UTILI</b>	<b>336</b>



INDUSTRIAL INTERNET OF THINGS  
INDUSTRY 4.0  
SMART MANUFACTURING  
DIGITAL WORKPLACE  
OPERATION MANAGEMENT  
MANUFACTURING EXECUTION SYSTEM  
SUPPLY CHAIN  
IDENTITÀ DIGITALE

# 1. INTRODUZIONE E METODO DI RICERCA

## INTRODUZIONE

La tecnologia digitale ha scatenato un cambiamento sociale. Le persone di tutte le generazioni sono sempre più a loro agio con i loro dispositivi connessi, i sensori sono ovunque generando enormi quantità di dati. Ma come vengono utilizzati i dati memorizzati e analizzati?

Sono ormai d'uso comune gli applicativi per il monitoraggio dell'ambiente, per prevedere le tendenze della popolazione, prevedere i tassi di criminalità e pianificare i servizi sociali, il controllo del traffico, i parcheggi, la comunicazione rapida con le forze di polizia o il servizio antincendio e il controllo della gestione dei rifiuti. Ma quando il processo di digitalizzazione interessa l'azienda questo tocca campi come la determinazione dei modelli di acquisto, previsione di nuove tendenze e ottimizzazione della produzione.

L'Industria 4.0 italiana si conferma essere in un momento di grande fermento con la crescita delle attività di sperimentazione ed applicazione sul campo. Ha raggiunto nel 2017, secondo una stima prudente<sup>1</sup>, un valore compreso tra 2,3 e 2,4 miliardi di euro, con una crescita del 30% rispetto al 2016, di cui l'84% realizzato verso imprese italiane e la

rimanente quota come export di progettualità, prodotti e servizi.

Secondo la stessa ricerca, più della metà delle imprese italiane dichiara di adottare soluzioni in ambito 4.0 e allo stesso tempo il 2,5% del campione dichiara di non conoscere l'espressione Industria 4.0.

Lo studio mostra, inoltre, come le aree di innovazione in cui si concretizzano le applicazioni delle aziende innovative riguardano Smart Factory, Smart Supply Chain e Smart Lifecycle.

Queste Smart Technologies riguardano sia Information Technology (IT) in ambito di Industrial Internet of Things, Industrial Analytics e Cloud Manufacturing, sia Operational Technology (OT) in ambito di Advanced Automation, Advanced Human Machine Interface e Additive Manufacturing).

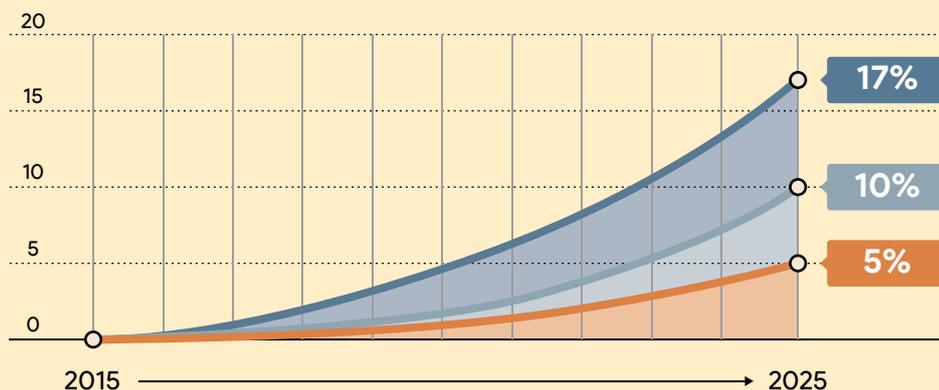
Secondo il report di Roland Berger<sup>2</sup>, agenzia di consulenza attiva nel settore, un forte investimento nello smart manufacturing potrebbe portare ad una crescita lorda di 125mila miliardi di euro per l'Europa a 17, con un forte impatto in particolare sull'automotive e sulla logistica (+17% in 10 anni). La mancata adozione dei processi digitali invece porterebbe ad una perdita potenziale di 605 miliardi di euro.

1. Giovanni Miragliotta, *Industria 4.0 in Italia: diffusione e valore di mercato*, 8 Novembre 2018. Articolo disponibile sul sito [blog.osservatori.net/it\\_it/industria-4-0-italia-diffusione](http://blog.osservatori.net/it_it/industria-4-0-italia-diffusione). Ultima consultazione 25 Marzo 2019.

2. Roland Berger Strategy Consultants, *The Digital Transformation Of Industry*, 15 Marzo 2015. Articolo disponibile sul sito [rolandberger.com/publications/publication\\_pdf/roland\\_berger\\_digital\\_transformation\\_of\\_industry\\_20150315.pdf](http://rolandberger.com/publications/publication_pdf/roland_berger_digital_transformation_of_industry_20150315.pdf). Ultima consultazione 25 Marzo 2019.

## L'impatto del digitale

### Crescita del valore aggiunto lordo in UE 17



17%

**FORTE IMPATTO  
SULL'INTERO  
SETTORE**

Automotive,  
logistica

**350**  
miliardi

10%

**IMPATTO  
MODERATO**

Tecnologia  
medica,  
elettrotecnica,  
meccanica/  
impiantistica,  
energia

**215**  
miliardi

5%

**FORTE IMPATTO  
SULL'INTERO  
SETTORE**

Chimica,  
aerospaziale

**40**  
miliardi

POTENZIALE PERDITA IN CASO DI MANCATO SVILUPPO



1



INDUSTRIA E PALAZZO  
SOLLECITAZIONE PER IL  
LAVORO E INNOVATION

Il McKinsey Global Institute (MGI)<sup>3</sup> stima che nel 2025 l'Internet of Things avrà un impatto potenziale di circa 11 trilioni l'anno e di questi circa il 50% riguarderà il settore dell'Industrial Internet of Things (IIoT). I processi di business si trasformeranno per favorire la manutenzione predittiva, l'uso efficiente di beni, l'elevata produttività fino a creare nuovi modelli di business.

L'IoT oggi è ancora in una fase iniziale di crescita. Sempre più macchine, container, veicoli e persone si interfacciano con sensori che rilevano il loro stato e scambiando informazioni. Cisco stima che i dispositivi connessi raggiungeranno i 50 miliardi di unità nel 2025<sup>4</sup>.

Ciò che avremmo riconosciuto come l'Internet delle cose dalla nostra definizione si è evoluto per due decenni. Oggi stiamo entrando in una critica fase dell'evoluzione dell'IoT<sup>5</sup>. Un certo numero di significativi cambiamenti tecnologici ne hanno favorito l'ascesa. I prezzi dell'hardware IoT stanno calando, i sistemi cloud sono più potenti e accessibili da più utenti, l'avanzamento tecnologico

del wireless ha permesso di mettere in rete sistemi complessi di oggetti connessi rendendo possibile la raccolta e l'analisi di gigantesche mole di dati.

## HP COMPOSITES. IL CASO STUDIO

L'innovazione è nulla senza forti radici nel territorio, che deve saper crescere di pari passo con le imprese che ospita. Non c'è organizzazione che possa crescere e prosperare se non strettamente connessa all'ecosistema in cui è inserita. Per questo calarsi nel territorio costituisce una sfida e una possibilità di confronto con la realtà delle imprese che ne fanno parte.

HP Composites<sup>6</sup>, nata nel 2010 come startup, è oggi un'eccellenza italiana leader a livello mondiale nel settore dei compositi in fibra di carbonio. È inserita nel contesto della carbon valley, un distretto produttivo di 13 aziende che si estende tra Marche e Abruzzo e che intercetta il settore meccanico, ingegneristico, il campo della formazione e dei materiali compositi. All'interno della carbon valley si è strutturato un com-

3. McKinsey Global Institute, *The Internet Of Things: Mapping The Value Beyond The Hype*, 15 Giugno 2015. Articolo disponibile sul sito [rolandberger.com/publications/publication\\_pdf/roland\\_berger\\_digital\\_transformation\\_of\\_industry\\_20150315.pdf](http://rolandberger.com/publications/publication_pdf/roland_berger_digital_transformation_of_industry_20150315.pdf). Ultima consultazione 25 Marzo 2019.

4. Joseph Bradley, Joel Barbier, and Doug Handler, *Embracing the Internet of Everything to capture your share of \$14.4 trillion*, 2013. Articolo disponibile sul sito [cisco.com/c/dam/en\\_us/about/ac79/docs/innov/IoE\\_Economy.pdf](http://cisco.com/c/dam/en_us/about/ac79/docs/innov/IoE_Economy.pdf). Ultima consultazione 25 Marzo 2019.

5. Brian Merchant, *With a Trillion Sensors, the Internet of Things Would Be the "Biggest Business in the History of Electronics"*, 29 Ottobre 2013. Articolo disponibile sul sito [motherboard.vice.com/en\\_us/article/8qx4gz/the-internet-of-things-could-be-the-biggest-business-in-the-history-of-electronics](http://motherboard.vice.com/en_us/article/8qx4gz/the-internet-of-things-could-be-the-biggest-business-in-the-history-of-electronics). Ultima consultazione 25 Marzo 2019.

6. HP Composites, sito ufficiale [hpcomposites.it](http://hpcomposites.it). Ultima consultazione 25 Marzo 2019.

plesso know how che si estende dalla formazione, alla ricerca e sviluppo fino alla produzione vera e propria.

Il core business della HP Composites<sup>7</sup> è il settore automobilistico di alto livello, da competizione e stradale costituendo un punto di riferimento del comparto manifatturiero della vallata del Tronto.

La gestione della produzione in serie nell'ambito dei compositi in fibra di carbonio è molto complessa. La lavorazione delle parti in composito è gestita attraverso processi di medio-larga serie. In un settore dove la meccanizzazione non è molto spinta in favore di processi artigianali, il poter scalare la produzione dalla piccola serie alla grande serie costituisce un vantaggio competitivo importante. A tal fine il reparto di ricerca e sviluppo ha un ruolo fondamentale per innovare prodotti e processi produttivi.

L'open innovation è il driver principale che ha permesso la nascita del "Polo dei materiali compositi"<sup>8</sup>, allo scopo di rafforzare la rete di relazioni fra le aziende del settore, per diventare un riferimento tecnico e industriale a livello internazionale per la produzione in serie di materiale composito avanzato. Ed è grazie alla collaborazione tra le aziende del Polo, che è stata sviluppata una tecnologia alternativa per la produzione di manufatti in materiale composito. La

produzione attraverso l'uso di autoclave a temperatura e pressione controllata, il metodo più comune, comporta importanti costi in termini di tempo e risorse. L'ibridazione della metodologia di produzione tramite pressa e autoclave (Air Press Moulding) ha garantito di unire i vantaggi delle due lavorazioni per permettere l'efficientamento della produzione di serie medio-larga.

## METODO DI RICERCA E DESIGN

La ricerca avrà il fine ultimo di progettare una soluzione che possa intervenire nel processo di efficientamento produttivo dell'azienda. Verranno indagati i temi dell'Industria 4.0, lo sviluppo di processi di efficientamento e le tecniche di analisi e sviluppo di transizione digitale nonché i trend del design delle interfacce di comunicazione uomo-macchina (HtoM) e macchina-macchina (MtoM) e delle evoluzioni delle architetture informatiche che li gestiscono. Sulla base delle tecniche e dei modelli di transizione digitale verrà analizzata il grado di digitalizzazione ed efficienza dei processi produttivi.

La soluzione progettuale dovrà interessare l'efficienza dell'intero processo produttivo ed essere applicabile e scalabile alle varie fasi di lavorazione. Avrà

7. Smau, *HP Composites, leader nel mercato dei materiali compositi, si apre all'open innovation*, 2018. Articolo disponibile sul sito [mau.it/milano18/success\\_stories/hp-composites-leader-nel-mercato-dei-materiali-compositi-si-apre-alloopen-innovation/](http://mau.it/milano18/success_stories/hp-composites-leader-nel-mercato-dei-materiali-compositi-si-apre-alloopen-innovation/). Ultima consultazione 25 Marzo 2019.

8. Picenotime, *Tra Marche e Abruzzo nasce il polo dei materiali compositi*, 19 Luglio 2017. Articolo disponibile sul sito [picenotime.it/articoli/25095.html](http://picenotime.it/articoli/25095.html). Ultima consultazione 25 Marzo 2019.

effetti sui reparti attigui come può essere la gestione della produzione.

Il rilevamento delle problematiche legate allo stato attuale delle cose e le opportunità di miglioramento delle interfacce saranno alla base del design della soluzione che verrà dettagliata a partire dalla fasi di brainstorming, sketch, aspetti normativi, modelli di interazione fino alla sperimentazione virtuale attraverso la modellazione solida computerizzata, l'analisi tecnica delle componenti e il continuo confronto con gli stakeholders del progetto.





HP Composites, Telaio in finitura. Foto: [fondazioneingap.it](http://fondazioneingap.it), 2017.

## PIANIFICAZIONE

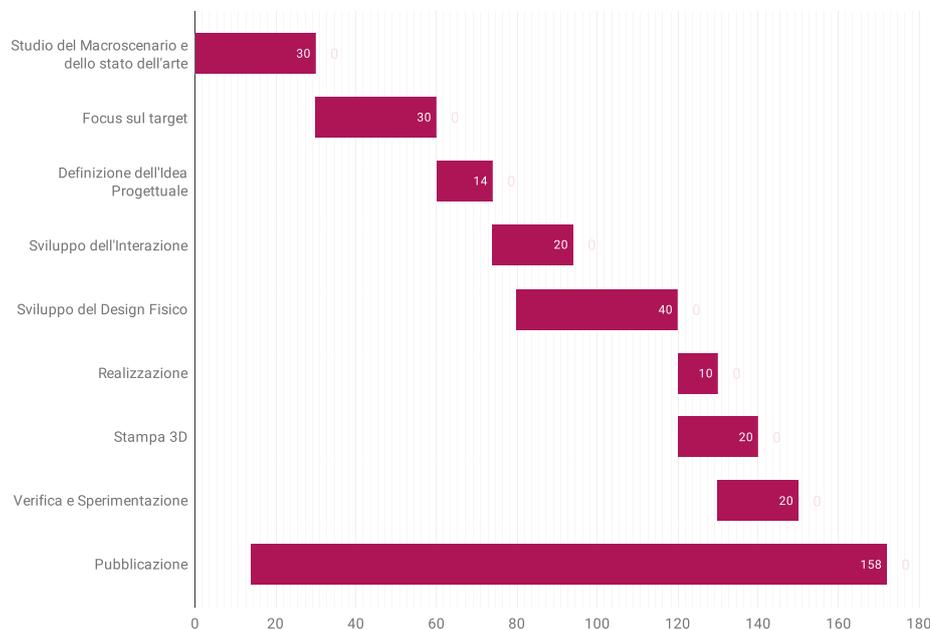
Lo scopo principale della gestione dei tempi di progetto è quello di assicurare che l'esecuzione delle attività progettuali sia il più possibile aderente a quanto pianificato, intervenendo con modifiche ove sia necessario.

Il piano dei lavori riporterà, nella rappresentazione a barre denominata diagramma di GANTT una barra per ciascuna attività della Work Breakdown Structure - WBS. Gli estremi della barra rappresentano le date pianificate di inizio e fine. La lunghezza della barra ne rappresenta, invece, la durata pianificata. Il piano dei lavori verrà approvato (baseline della schedulazione) prima dell'inizio delle attivi-

tà e, come tale, tutto il suo contenuto andrà validato dalla realtà dei fatti. Le attività critiche vengono rappresentate con barre rosse e le non critiche con barre blu.

Una volta iniziate le attività, si procederà all'analisi degli scostamenti. Essa viene rappresentata visivamente con il cosiddetto diagramma di GANTT di verifica in cui ogni attività schedulata della WBS è rappresentata da due barre. Una barra indica lo stato effettivo attuale e l'altra lo stato della baseline della schedulazione di progetto approvata.

Per determinare quali attività sia opportuno rivedere e quali no è necessario condurre la cosiddetta Analisi del Percorso Critico (Critical Path Analysis o Critical Path Method - CPM).



ID	Step	Descrizione	Milestone	Stato	Inizio	Durata (gg)	Data di inizio	Data di consegna	Scostamento	Stato in Durata	Durata restante
0	Studio del Macrosценario e dello stato	Industria 4.0 (33%), Digital transformation, IIoT (33%), Dispositivi concorrenti (perceptual maps) (33%)	Definizione scenari e 6-7 dispositivi	100%	0	30	14/02/2019	16/03/2019	0	30	0
1	Focus sul target	Tecniche di progettazione e produzione compositi, limiti (forme, dimensioni, ...), report, interviste operai direttore di produzione)	Definizione delle tecniche di produzione e editing report in testo, immagini, schizzi, TOUR DI PRODUZIONE IL 01/03/2019	100%	30	30	16/03/2019	15/04/2019	0	30	0
2	Definizione dell'Idea Progettuale	Brainstorming, chiavi di lettura, temi, sketch	Incontro con gli stakeholders sulle idee	100%	60	14	15/04/2019	29/04/2019	0	14	0
3	Sviluppo dell'Interazione	Sviluppo funzioni e percezioni delle funzioni (azione/feedback), lato HtoM e MtoM, analisi requisiti, UML	Verifica delle mappe d'interazione completata	100%	74	20	15/04/2019	05/05/2019	0	20	0
4	Sviluppo del Design Fisico	disegno parti e assieme, analisi ergonomiche, meccaniche e relative a normativa, definizione componenti, specifiche di prodotto, materiali	Consegna completata	100%	80	40	29/04/2019	08/06/2019	0	40	0
5	Realizzazione	Definizione prestazioni del concept, approvvigionamento dei componenti (20%), programmazione delle funzioni (80%)	Consegna completata	100%	120	10	08/06/2019	18/06/2019	0	10	0
6	Stampa 3D	modellazione superfici, verifica dei supporti e degli .stl, stampa 3D, rifinitura pezzi	Stampa completata	100%	120	20	08/06/2019	28/06/2019	-10	20	0
7	Verifica e Sperimentazione	verifica del funzionamento e modifica del progetto e revisione, conclusioni	Revisioni (10)	100%	130	20	18/06/2019	08/07/2019	0	20	0
8	Pubblicazione	Stesura tesi, tavole (4 A17), presentazione (15m), Book	Consegna completata	100%	14	158	14/02/2019	22/07/2019	138	158	0

## 2. PRINCIPI DI INDUSTRIA 4.0

### SMART MANUFACTURING

I concetti di Industry 4.0 e Smart Manufacturing viaggiano su binari convergenti. La storia dello Smart Manufacturing parte da un'iniziativa americana intitolata SMLC<sup>1</sup> (Smart Manufacturing Leadership Coalition) che ha unito nel 2012 aziende produttrici, enti di ricerca, università e organizzazioni di produttori nella ricerca e nello sviluppo di standard, piattaforme e infrastrutture condivise. Ha come obiettivo il superamento dell'implementazione di sistemi di controllo di processo e di automazione in modo frammentario, l'identificazione delle lacune tecnologiche del settore manifatturiero, la partecipazione diretta per risorse tecniche di settore industriale, governativo e universitario.

### INDUSTRIA 4.0

Il paradigma di Industria 4.0 viene identificato grazie a due processi distinti. Nel 2011, alla fiera di Hannover in Germania<sup>2</sup>, fu la prima volta che si parlò di Industria 4.0: una visione di una nuova Rivoluzione Industriale che avrebbe avuto impatto sul futuro del lavoro e quindi sulla società.

Nell'ottobre del 2012 Henning Kagermann (fisico e fondatore del SAP), Wolfgang Wahlster (professore di Intelligenza Artificiale) e Wolf-Dieter Lukas (fisico e membro del Ministero dell'Educazione e della Ricerca tedesco) presentarono al governo tedesco il programma "Industry 4.0"<sup>3</sup> con l'intento di promuovere politiche di lungo termine per la digitalizzazione del settore manifatturiero di uno dei paesi più efficienti al mondo:

*"In addition, Industrie 4.0 will address and solve some of the challenges facing the world today such as resource and energy efficiency, urban production and demographic change. Industrie 4.0 enables continuous resource productivity and efficiency gains to be delivered across the entire value network. It allows work to be organized in a way that takes demographic change and social factors into account. Smart assistance systems release workers from having to perform routine tasks, enabling them to focus on creative, value-added activities. In view of the impending shortage of skilled workers, this will allow older workers to extend their working lives and remain productive for longer. Flexible*

1. Sito ufficiale [smartmanufacturingcoalition.org](http://smartmanufacturingcoalition.org), ultima consultazione 7 Marzo 2019.

2. Sito ufficiale [hannovermesse.de/en/news/key-topics/industrie-4.0](http://hannovermesse.de/en/news/key-topics/industrie-4.0), ultima consultazione 7 Marzo 2019.

3. Massimo Temporelli, Vi spiego la quarta rivoluzione industriale, 22 Maggio 2018, articolo disponibile sul sito [millionaire.it/vi-spiego-la-quarta-rivoluzione-industriale](http://millionaire.it/vi-spiego-la-quarta-rivoluzione-industriale), ultima consultazione 7 Marzo 2019.

*work organization will enable workers to combine their work, private lives, and continuing professional development more effectively, promoting a better work-life balance”*

Per decenni, la Germania si è classificata tra le principali nazioni industrializzate del mondo. La produzione tedesca rappresenta oltre il 22% della produzione economica mondiale, a fronte di una percentuale di circa il 12% negli USA<sup>4</sup>.

La capillarizzazione del digitale all'interno del settore manifatturiero permette attraverso l'efficientamento dei processi elasticità di adattamento resiliente in un mondo che è in continuo cambiamento.

Il dibattito sul tema si allargò a tutti paesi industrializzati, fino a quando si raggiunse il picco di consapevolezza pubblica nel 2016 quando la conferenza di Davos del World Economic Forum venne aperta con il motto “Mastering the Fourth Industrial Revolution”<sup>5</sup>.

Le precedenti rivoluzioni industriali hanno reso indipendente l'uomo dalla sua essenza animale, hanno reso possibile la produzione di massa e portato il digitale a miliardi di persone. Questa quarta rivoluzione industriale è, tuttavia, fondamentalmente diversa poiché è caratterizzato da una serie di nuove tecnologie che stanno fondendo il mondo fisico, digitale e biologico, influenzando tutte le discipline, le economie e le industrie.

Schwab, autore del libro presentato a Davos, invita leader e cittadini a costruire insieme un futuro che funzioni per tutti mettendo le persone al primo posto, responsabilizzandole e ricordando costantemente che tutte queste nuove tecnologie sono prima di tutto strumenti creati da persone per le persone.

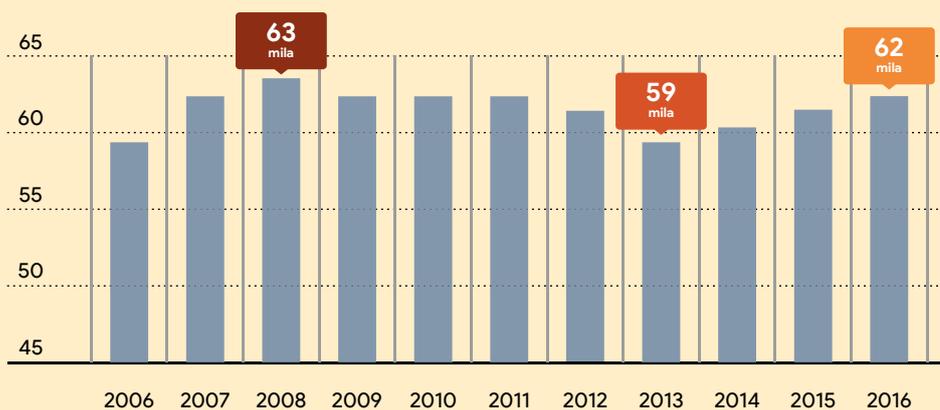
A differenza del modello tedesco di Industria 4.0, caratterizzato da un alto tasso di adozione di robotizzazione e automazione, il modello italiano si contraddistingue per il fattore umano. L'interconnessione tra uomo e macchina è fondamentale perciò si parla di Human-Centred Manufacturing. Sempre più l'operatore di fabbrica ha maggiore flessibilità nello svolgere le proprie attività<sup>6</sup> mentre la coordinazione dei reparti è sempre più efficiente attraverso le comunicazioni fra il personale in reti IIoT. La persona ha il pieno controllo del processo e della tecnologia occupando un ruolo chiave nell'ottimizzazione delle performance.

UNCTADstat Database, United Nations Conference on Trade and Development, 2013.

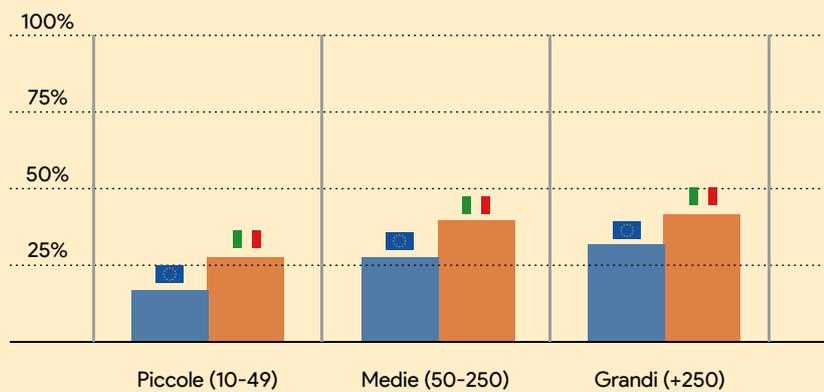
5. World Economic Forum, *The Fourth Industrial Revolution*, by Klaus Schwab, articolo disponibile sul sito [weforum.org/about/the-fourth-industrial-revolution-by-klaus-schwab](http://weforum.org/about/the-fourth-industrial-revolution-by-klaus-schwab), ultima consultazione 7 Marzo 2019.

6. Iaria Vesentini, *Lavoro*, in *Ducati finisce l'era del cartellino. Arriva il nuovo contratto «smart»*, articolo disponibile sul sito [ilsole24ore.com/art/impresa-e-territori/2019-02-23/in-ducati-finisce-l-era-timbratura-cartellino-150833.shtml?uuiid=ABQIfaXB](http://ilsole24ore.com/art/impresa-e-territori/2019-02-23/in-ducati-finisce-l-era-timbratura-cartellino-150833.shtml?uuiid=ABQIfaXB), ultima consultazione 7 Marzo 2019.

## I robot industriali in Italia



Fonte: Siri - Associazione Italiana di Robotica e Automazione, 2017.



Fonte: Eurostat, 2018.

Allo stesso tempo crescono gli investimenti nella robotica collaborativa e nell'automazione. Nel 2017 il parco installato è salito a 62mila unità, in crescita dell'8% rispetto al precedente anno in cui sono state effettuate 6465 installazioni per una media di 74 robot per 10mila addetti<sup>7</sup>, dati che posizionano l'Italia alla settima posto al mondo in termini numerici, secondo posto in Europa.

### **LA FABBRICA DIGITALE E IL TUNNEL DELL'INNOVAZIONE MEC SPE**

La *Fabbrica Digitale oltre l'automazione*<sup>8</sup> è l'iniziativa che mostra il ruolo determinante delle tecnologie di produzione 4.0 nei diversi settori e contesti applicativi sviluppata nei saloni di Mecspe, giunta alla 6<sup>a</sup> edizione delle 18 della fiera.

Sono in mostra soluzioni che vanno dall'informatica, alla sensoristica industriale, dal Cloud Manufacturing, alle tecnologie di identificazione automatica, fino ai Software e alle macchine capaci di comunicare in wireless attraverso l'IIoT<sup>8</sup>.

In occasione della prossima edizione di MEC SPE che si terrà a Parma, VEM sistemi e Cisco hanno deciso di fare fronte comune per promuovere la trasformazione digitale. Presenteranno la loro proposta congiunta attraverso diverse demo live riguardo strumenti per la connected factory, Connected Machine, Industrial security, Industrial collaboration<sup>9</sup>.

Il *Tunnel dell'Innovazione*, rinnovamento della Fabbrica Digitale oltre l'automazione<sup>8</sup>, è un'iniziativa realizzata grazie alla collaborazione con il Cluster Fabbrica Intelligente (CFI), che riunisce oltre 300 soci, tra imprese, università, centri di ricerca e altri stakeholder, e che vedrà protagonisti i Lighthouse Plant, 4 progetti pilota appartenenti ad Ansaldo Energia, ABB Italia, Tenova/ORI Martin e Hitachi Rail Italy, che il Cluster ha selezionato per conto del Ministero dello Sviluppo Economico come fiore all'occhiello del made in Italy ed esempio concreto del "saper fare" nazionale da mostrare in Italia e all'estero. Dei "veri e propri impianti produttivi da esplorare, basati sullo sviluppo e applicazione delle tecnologie digitali previste nel Piano Industria 4.0, che oltre agli aspetti organizzativi e tecnologici mettono in evidenza altri principi: la centralità dell'uomo nel suo ruolo, nel rispetto di dignità e sicurezza; la necessità della collaborazione

7. Luca Orlando, *In Italia più investimenti per robot e automazione*, articolo disponibile sul sito [biesse-group.com/media/files/1389\\_Sole24%20-%20p13.pdf](https://biesse-group.com/media/files/1389_Sole24%20-%20p13.pdf), 13 Ottobre 2017, ultima consultazione 25 Marzo 2019.

8. *Fabbrica Digitale oltre l'automazione*<sup>8</sup>, sito ufficiale [mecspe.com/it/saloni-espositivi/fabbrica-digitale](https://mecspe.com/it/saloni-espositivi/fabbrica-digitale), ultima consultazione 25 Marzo 2019.

9. Barbara Tomasi, *Digital transformation a MEC SPE, la vision VEM sistemi e Cisco*, articolo disponibile sul sito [techfromthenet.it/201903218156/News-attualita/per-la-digital-transformation-unione-tra-vem-sistemi-e-cisco.html](https://techfromthenet.it/201903218156/News-attualita/per-la-digital-transformation-unione-tra-vem-sistemi-e-cisco.html), 25 Marzo 2019, ultima consultazione 25 Marzo 2019.

come unica via percorribile per rafforzare la competitività e il valore aziendale e la compatibilità ambientale<sup>10</sup>.

#### ABB ITALIA<sup>11</sup>

Sono tre le realtà produttive di ABB Italia coinvolte. Lo stabilimento di Dalmine (BG) produce apparecchiature e quadri di Media Tensione: il piano si focalizza sulla riduzione dei tempi di sviluppo di nuove linee di produzione più efficienti, sulla formazione del personale attraverso la virtual reality e sulla riduzione delle difettosità. Per il sito di Frosinone (Roma), che produce apparecchiature di Bassa Tensione, il progetto si focalizza sullo sviluppo di soluzioni che migliorino benessere e ergonomia lavorativa grazie all'utilizzo di robot collaborativi e intelligenza artificiale. Infine, nel sito di Santa Palomba (RO), che produce anch'esso apparecchiature di Bassa Tensione, il progetto trova applicazione nel campo della manutenzione predittiva e analitica e in quello della sicurezza. Per i tre stabilimenti ABB Italia ha previsto un programma di investimenti in R&S finalizzati all'evoluzione delle attuali Lean Factory in Digital Factory secondo il modello Impresa 4.0.

#### ANSALDO ENERGIA<sup>12</sup>

Ansaldo Energia si occupa di centrali termiche, turbine a gas e a vapore, turbogeneratori. Nel progetto ci saranno otto aree applicative, ognuna corrispondente a un obiettivo da raggiungere: gestione operativa della produzione, gestione operativa fisica, gestione prestazioni asset produttivi, gestione dati tecnici, gestione dati qualità e manifattura additiva, smart safety, smart training e cyber security.

Il Lighthouse Plant di Ansaldo Energia è un progetto articolato in 8 aree applicative di interesse per l'azienda, che indirizza lo sviluppo e l'applicazione di tutte le tecnologie previste nel Piano Impresa 4.0, secondo un modello articolato su tre grandi filoni di intervento:

10. Piemme Edizioni, *MECSPE 2019: appuntamento con l'industria 4.0 e il Tunnel dell'Innovazione*, articolo disponibile sul sito [albengacorsara.it/2019/03/26/mecspe-2019-appuntamento-con-l-industria-4-0-e-il-tunnel-dellinnovazione/](http://albengacorsara.it/2019/03/26/mecspe-2019-appuntamento-con-l-industria-4-0-e-il-tunnel-dellinnovazione/), 25 Marzo 2019, ultima consultazione 25 Marzo 2019. Maggiori dettagli saranno mostrati al pubblico durante i giorni di apertura della manifestazione.

11. Brano tratto da ABB ITALIA, *PRESENTAZIONE PROGETTO LIGHTHOUSE PLANT PER ABB ITALIA*, articolo disponibile sul sito [mecspe.com/public/uploads/sites/6/LHP-e-linee-di-intervento\\_ABB-1.pdf](http://mecspe.com/public/uploads/sites/6/LHP-e-linee-di-intervento_ABB-1.pdf), 7 Febbraio 2019, ultima consultazione 25 Marzo 2019.

12. Brano tratto da ANSALDO ENERGIA, *PRESENTAZIONE PROGETTO LIGHTHOUSE PLANT PER ANSALDO ENERGIA*, articolo disponibile sul sito [mecspe.com/public/uploads/sites/6/LHP-e-linee-di-intervento\\_ANSALDO-2.pdf](http://mecspe.com/public/uploads/sites/6/LHP-e-linee-di-intervento_ANSALDO-2.pdf), 7 Febbraio 2019, ultima consultazione 25 Marzo 2019.

- Le prime 3 aree applicative (1. Gestione Operativa Produzione, 2. Gestione Operativa Fisica, 3. Gestione Prestazioni Asset Produttivi) permettono di estendere la digitalizzazione su tutte le linee produttive, migliorandone la relativa efficienza e qualità e, al tempo stesso, introducono innovazioni quali lo Smart Tracking di tutti i fattori di produzione e la Predictive Maintenance realizzata attraverso il retrofitting di impianti e macchinari già operativi (seguendo lo stesso approccio che Ansaldo Energia sta adottando sulla sua flotta installata per offrire servizi digitalizzati a valore aggiunto ai nostri clienti);

- Le successive 2 aree applicative, (4. Gestione Dati Tecnici e 5. Gestione Dati Qualità e Manifattura Additiva), capitalizzano l'utilizzo delle nuove tecnologie di Big Data in ambito tecnico e di qualità per facilitare la raccolta, l'analisi e l'utilizzo dei dati a supporto delle decisioni e delle azioni delle risorse di fabbrica. Inoltre si promuove l'utilizzo dell'Additive Manufacturing (Stampa 3D) nei processi produttivi;

- Le ultime 3 aree applicative (6. Smart Safety, 7. Smart Training e 8. Cyber Security) fanno riferimento a processi e applicazioni digitali innovative (realtà aumentata e virtuale, simulazione, interfaccia uomo-macchina semplificate) che, una volta sviluppate e sperimentate in fabbrica, potranno essere replicate – adeguatamente adattate – su altri scenari operativi quali i cantieri dei nuovi impianti e le attività in campo del service (manutenzione e assistenza).

### HITACHI RAIL ITALY <sup>13</sup>

*Inspire the Future* è il progetto Lighthouse di Hitachi Rail Italy che ha l'obiettivo di sostenere il processo di digital transformation di tutta catena operativa nei siti di Reggio Calabria, Napoli e Pistoia. Il progetto include lo studio di nuove piattaforme di prodotti con prestazioni evolute in termini efficienza, qualità e sicurezza, a vantaggio quindi della sostenibilità ambientale e della "passenger experience" e quello relativo a metodi di progettazione avanzati e digitali che consentano di incrementare le prestazioni del prodotto (per peso, ingombro e costo) nel rispetto dei vincoli operativi. Partner del progetto di ricerca sono l'ITIA (Istituto di Tecnologie Industriali e Automazione) del CNR, l'Università degli studi di Firenze, l'Università degli Studi di Napoli Federico II, l'Università di Cassino e del Lazio Meridionale, l'Università di Salerno. Gli investimenti di sviluppo industriale programmati sui tre plant italiani sono abilitanti per la

13. Brano tratto da HITACHI RAIL ITALY, *PRESENTAZIONE PROGETTO LIGHTHOUSE PLANT PER HITACHI RAIL ITALY*, articolo disponibile sul sito [mecspe.com/public/uploads/sites/6/LHP-e-linee-di-intervento\\_Hitachi-2.pdf](https://mecspe.com/public/uploads/sites/6/LHP-e-linee-di-intervento_Hitachi-2.pdf), 7 Febbraio 2019, ultima consultazione 25 Marzo 2019.

**DIGITALE**  
zione<sup>®</sup> **FABBRICA**  
oltre l'autom

**ICA DIGITALE**  
automazione<sup>®</sup>

**LA DIGITALE** **FABBRICA**  
omazione<sup>®</sup> oltre l'a





Mecspe. Fabbrica Digitale oltre l'automazione®. Foto: automazione-plus.it, 2017.

digital transformation e indirizzati sia alle infrastrutture informatiche che alle capacità produttive: la realizzazione di nuove reti dati, il potenziamento delle capacità di calcolo necessarie alle simulazioni, un nuovo PLM per la gestione di tutto il ciclo di vita del prodotto nonché investimenti in robotica per la saldatura e in centri di lavoro digitali.

#### ORI MARTIN<sup>14</sup>

Il progetto *Lighthouse Acciaio\_4.0* ha l'obiettivo di realizzare una Cyber Physical Factory dell'acciaio che, attraverso l'utilizzo delle tecnologie abilitanti di Industria 4.0, permetta l'integrazione verticale, orizzontale e trasversale del ciclo manifatturiero. I vantaggi di questo nuovo modello di fabbrica sono molteplici: esso porterà a un incremento della produttività, accompagnato da un minore utilizzo di materiali ed energia, e da una riduzione dell'impatto ambientale. In due parole: efficienza e sostenibilità ambientale accompagnata da una maggiore ripetibilità nel rispetto della flessibilità richiesta dal processo di produzione dell'acciaio da rottame.

ORI Martin, acciaieria per la produzione di acciai di alta qualità, si propone come system integrator di innovazioni in ambito Industria 4.0, trasformando il sito produttivo di Brescia in una smart factory. Tenova, azienda del Gruppo Techint che opera nel settore metallurgico e minerario, è partner tecnologico industriale nel progetto, con l'obiettivo di sviluppare modelli innovativi di controllo integrato di processo per l'acciaieria sfruttando dati e sensori intelligenti, realizzando applicazioni di Machine Learning e supporto da remoto per la manutenzione predittiva dei principali equipaggiamenti.

#### BIESSE

Biesse, una delle più importanti realtà italiane che abbia intrapreso un percorso di trasformazione digitale, ha realizzato in partnership con Accenture una piattaforma<sup>15</sup> per raccogliere ed elaborare in tempo reale i dati dei propri macchinari sparsi nel mondo. Il sistema Sophia è costituito da un'applicazione che sfruttando i sensori inseriti nei macchinari può elaborare i dati sul funzionamento degli impianti fornendo su smartphone o tablet i risultati. La raccolta di questi dati permette di poter attivare in tempo reale l'attività di manutenzione, minimizzando i tempi di intervento dei tecnici o addirittura evitando il loro

14. Brano tratto da ORI MARTIN, *PRESENTAZIONE PROGETTO LIGHTHOUSE PLANT PER ORI MARTIN*, articolo disponibile sul sito [mecspe.com/public/uploads/sites/6/LHP-e-linee-di-intervento\\_ORI-MARTIN-1.pdf](https://www.mecspe.com/public/uploads/sites/6/LHP-e-linee-di-intervento_ORI-MARTIN-1.pdf), 7 Febbraio 2019, ultima consultazione 25 Marzo 2019.

15. Luca Orlando, *La fabbrica sbarca sul cellulare*, articolo disponibile sul sito [biessegroup.com/media/files/1389\\_Sole24%20-%20p13.pdf](https://www.biessegroup.com/media/files/1389_Sole24%20-%20p13.pdf), 13 Ottobre 2017, ultima consultazione 25 Marzo 2019.



IoT  
S. P. S. A.

Server: Test\_08

### DAILY PRODUCTION

Availability: 90%  
Amount of 10 minutes (Planned) time to Machine On Site  
From: 2019/07/15 09:42  
to: 2019/07/15 10:42







**UPDATE**

Write something or upload a photo or a video

Write here your update...

Upload a file:

- File icon
- Photo icon
- Video icon

Done

invio attraverso un intervento a distanza, via software.

L'accumulo di dati consentirà di creare algoritmi per anticipare i guasti sulla base di parametri specifici permettendo di sviluppare la manutenzione in modo predittivo. Come spiega Marco Morchio, responsabile Accenture Strategy:

*“Attraverso le tecnologie le imprese possono non solo ottimizzare i processi e aggiornare il parco macchine rendendolo connesso ed intelligente, ma soprattutto rivedere la propria value chain, offrendo nuovi prodotti e servizi.”*

Dopo aver testato l'applicazione con le prime 50 macchine, Biesse è già passata alla fase operativa di mercato, avendo già venduto in pochi mesi 400 impianti connessi, con la prospettiva di diffondere la piattaforma all'intero listino.

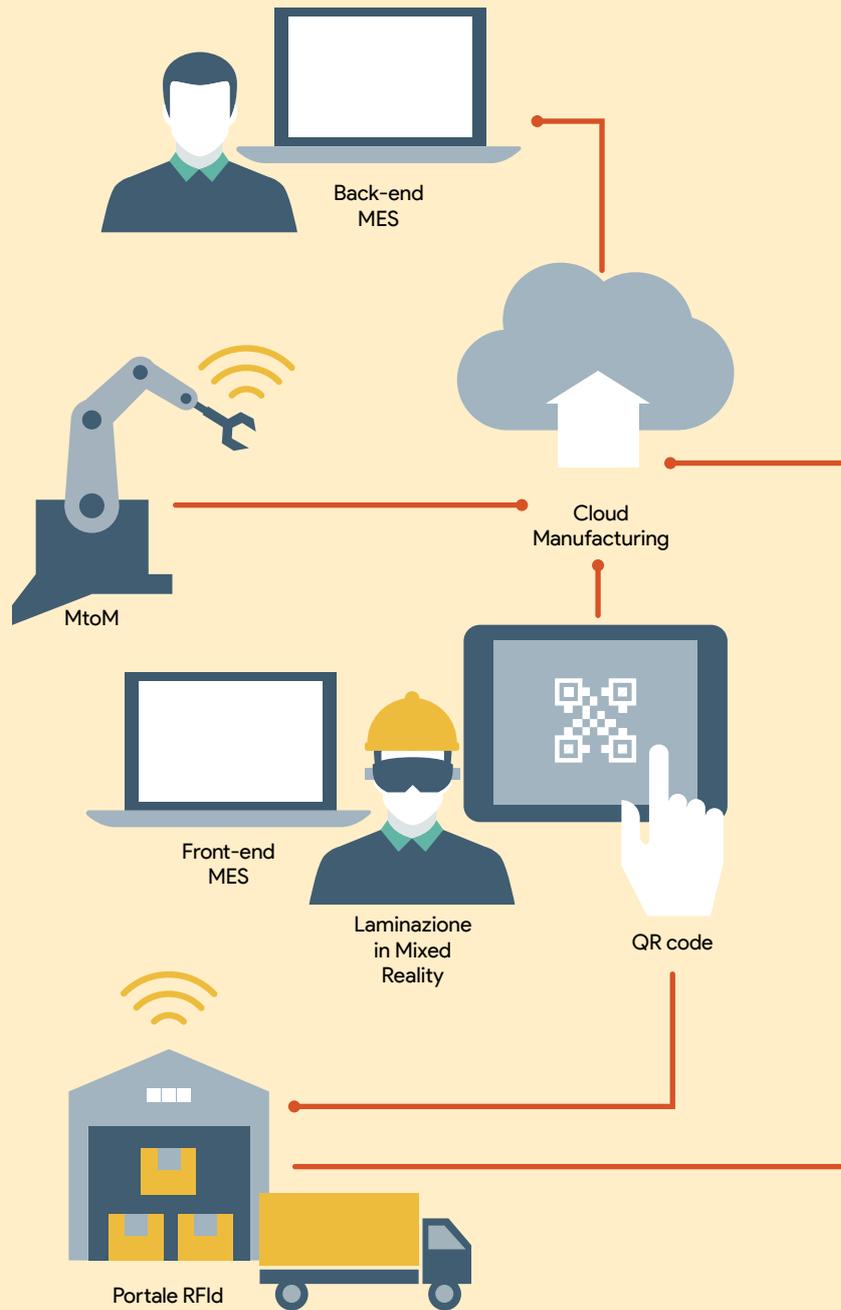
### **DALLARA**

Dallara è un'azienda che ha superato i 45 anni di vita con l'obiettivo di costruire auto da corsa. Nel corso degli anni la produzione è profondamente cambiata fino a raggiungere le 300 vetture. Tra le varie competenze chiave dell'azienda vi è la progettazione e la produzione dei materiali compositi. Questa è caratterizzata da lotti da piccoli numeri e una variabilità molto alta oltre che una componente manuale altissima che caratterizza la produzione quasi come un processo artigianale, medesime caratteristiche riscontrate nella HP Composites. L'elemento umano è fondamentale per raggiungere i massimi livelli qualitativi, ma allo stesso tempo è fonte di errori generando difformità e problemi.

In Dallara la produzione avviene a partire da rotoli di fibra di carbonio preimpregnati di resina epossidica (prepreg) che per conservare le loro prestazioni qualitative necessitano di essere conservati a -20°C, per poi passare in celle a 0°C per 6 ore prima del taglio.

Uno dei principali problemi riscontrati era il rispetto della “catena del freddo” sia durante lo scarico della materia prima che nella prima fase di taglio, dove non vi era la garanzia che completata questa fase i rotoli tornassero subito nelle celle frigorifere rischiando eventuali rilevazioni di difformità nel prodotto semilavorato quando il processo di produzione è completo. Infatti la polimerizzazione dei prepreg inizia dai 30°C, deteriorando così il materiale. L'azienda emiliana ha deciso di dotarsi di tecnologie attive di tracciabilità di taggare i telai e i rotoli di prepreg con tecnologia RFID<sup>16</sup> e sensori di temperatura per assicurarsi che la

16. Marco De' Francesco, *I segreti digitali delle auto di Dallara, di Tacchi del Brenta e di.....*, articolo disponibile sul sito [industriaitaliana.it/cisco-dallara-tachificio-del-brenta/](http://industriaitaliana.it/cisco-dallara-tachificio-del-brenta/), 24 novembre 2017, ultima



Architettura del sistema di digitalizzazione della produzione Dallara.

materia prima non sia deteriorata e per assemblarla, manualmente, secondo l'ordine richiesto dal progetto. Attraverso un sistema informatico, elaborando i dati in cloud, si può avere sempre la situazione puntuale di ogni singolo rotolo, sulla sua posizione, sulla sua temperatura sul suo stato di allerta complessivo evitando sprechi costosissimi. In particolare, su una dashboard compaiono segnali verdi, o gialli o rossi, che indicano se la bobina è utilizzabile o meno in relazione al rispetto della catena del freddo. Quanto alla localizzazione, è realizzata con tecnologia wireless. Il sistema consente di valutare anche il genere di lavorazioni che la bobina ha subito. Altri sensori in autoclave controllano il processo di "cottura" del carbonio permettendo una certificazione di qualità di ciascun prodotto realizzato. Si risolve così un problema a monte che genera ricadute di inefficienza produttiva e costi esponenzialmente più grandi.

Il controllo continua allo stesso modo in tutte le fasi di stoccaggio nel ciclo di produzione attraverso armadi dotati degli stessi sensori e connessi al sistema. Le diverse pelli derivate da un rotolo ereditano un tag dal "tag padre" sul rotolo, e questo permette di monitorare che l'operatore monti tutte le pelli e nell'ordine corretto. C'è un'applicazione in dotazione su tablet che impedisce il montaggio in un ordine sbagliato, abilitando la successiva fase solo al montaggio della pelle con il tag corretto al fine di garantire la gestione FIFO (First In First Out) delle pelli per minimizzare lo spreco di materiale per deterioramento. Ciò permette di ottenere un controllo qualità in tempo reale e di associare ad ogni prodotto una certificazione di qualità del processo produttivo che ha seguito la corretta catena del freddo a garanzia delle massime prestazioni del materiale.

Inoltre l'intero processo consente di eliminare il supporto cartaceo per la certificazione scritta delle varie fasi da parte dell'operatore che doveva riportare l'ora della lavorazione e firmarla per garantirla personalmente.

Fattore fondamentale è la produzione "artigianale", cioè caratterizzata da piccole serie e non automatizzata. Caratteri che incrociano quelli della produzione HP Composites: quando vi è una forte artigianalità il Machine to Machine (MtoM) diventa Human Machine Interface, dove l'interazione umana è fondamentale.

Il sistema è stato sviluppato da Cisco, azienda leader nel settore IT.

Per Cisco il concetto di Industria 4.0 cede il passo all'Impresa 4.0: il focus non è sulla linea di produzione o sulla macchina interconnessa, ma sul valore

consultazione 25 Marzo 2019.

Maggiori dettagli sono disponibili nell'intervista di CoseConnesse.it a Fabrizio Arbucci, ITC Manager di Dallara, Real Time Location Tracking: Smart Logistic & Physical Safety, video disponibile sul sito [youtu.be/9IMfYppTfkU](https://youtu.be/9IMfYppTfkU), trasmesso dal vivo in streaming il 24 mag 2017, ultima consultazione 15 Aprile 2019.

del digitale posto al servizio dell'impresa manifatturiera. Come afferma Andrea Pontremoli, AD e direttore generale di Dallara:

*«Il digitale sta entrando nel prodotto. La fibra di carbonio è un tessuto che dispone di trame diverse in rapporto allo scopo; poi viene impregnata con una resina che le conferisce particolari caratteristiche fisiche. Deve essere tenuta a freddo, a -17°C, senza soluzione di continuità; e non può essere più lavorata se sono passati sei mesi dalla sua prima produzione in quanto fibra. Ora, ci sono chip che misurano di continuo temperature e posizione del rotolo di fibra. È molto importante per noi, perché ci consente di utilizzare il rotolo per tutta la sua vita utile, e di evitare costosi scarti, che prima delle nuove tecnologie erano la regola. I dati provenienti dai sensori sono raccolti da un nostro cloud privato».*

Ciò permette a Dallara di produrre più pezzi, mantenendo una certificazione puntuale che viene consegnata al cliente, passando quindi ad una produzione “industriale” di pezzi “artigianali”, fattore importante per lavorare con grandi player delle auto sportive, che non adottano spesso pezzi in carbonio per la difficoltà a certificare grandi lotti di pezzi.

Un'altro ambito di digitalizzazione in cui l'azienda sta sviluppando nuove pratiche è sul posizionamento delle pelli.

Attraverso un'applicazione in mixed reality il laminatore può vedere la posizione esatta del posizionamento di ogni specifica pelle in virtuale sullo stampo reale. Ciò rende possibile un controllo aggiuntivo su un processo manuale riducendo eventuali errori.

Dopo il processo di cura dei telai questi vengono dotati di un tag aggiuntivo per il rilevamento della posizione all'interno della fabbrica attraverso l'uso di portali RFID. L'intero ecosistema garantisce lo stato produttivo completo dell'azienda, potendo intervenire per migliorare l'efficienza produttiva.

Molte aziende utilizzano metodi di tracciamento manuali con barcode reader dove il barcode va posto sulla parte, spesso cambiato e quindi con molteplici possibilità di errore. Mentre nel caso di Dallara l'elevato automatismo è fondamentale per evitarli.

Ci si aspetta che le applicazioni di Industria 4.0 abilitate dall'Internet of Things creino una nuova ondata di produttività in fabbrica. Mentre ciò che ha interessato l'Industria 3.0 è stata la sola automazione di fabbrica ora vi sono notevoli opportunità oltre all'automazione industriale standard.

Ad esempio, attraverso macchine interconnesse e gestite da sensori e attuatori, è possibile migliorare l'impiego delle risorse in modo significativo utilizzando apparecchiature di rilevamento automatico per ridurre gli errori umani e meccanici che influenzano la produttività. Monitoraggio remoto, tracciamento e controllo delle attrezzature e del flusso di lavoro possono produrre ulteriori risparmi energetici, di tempo e costo mentre utilizzando specifici sensori per determinare quando le macchine hanno bisogno di assistenza si può prevenire guasti e risparmiare sui costi di manutenzione ordinaria.

Lo Smart Manufacturing influenza varie attività dell'azienda.

### **OPERATIONS MANAGEMENT<sup>17</sup>**

È la gestione fondamentalmente basata sul processo di produzione dell'azienda. Si occupa di garantire che il flusso di lavoro interno dell'azienda sia ottimizzato al punto di massima efficacia, dalla produttività della forza lavoro alla conversione dei magazzini delle materie prime dell'azienda in prodotti. Uno dei principali obiettivi di una buona OM è la riduzione del tempo di attraversamento di un processo, ottenibile attraverso la parallelizzazione delle attività, la modifica della sequenza delle attività, la riduzione o l'eliminazione delle attese e delle interruzioni.

Con le soluzioni IIoT, i produttori possono ottenere un visione completa di ciò che sta accadendo in ogni punto del processo di produzione e potendo, in tempo reale, intervenire per mantenere un flusso ininterrotto di prodotti finiti ed evitare difetti. Molte case automobilistiche, ad esempio, utilizzano sensori per monitorare l'umidità per ottimizzare il processo di verniciatura; se le condizioni sono sfavorevoli, il pezzo da lavorare viene indirizzato ad un'altra parte della impianto, riducendo così eventuali riverniciature e minimizzando il tempo per questa determinata attività nell'impianto.

### **SUPPLY CHAIN MANAGEMENT E INDUSTRIAL DATA SCIENCE**

Le discipline dell'Operation Management e della Supply Chain Management (SCM) sono strettamente vicine e interconnesse: se la OM è costituita come una rete interna all'azienda, la SCM è aperta verso l'esterno fino ai clienti. La SCM è un sistematico e strategico coordinamento delle tradizionali funzioni aziendali e delle tattiche prima all'interno di ogni azienda e poi lungo i vari membri della catena di distribuzione con l'obiettivo di migliorare le prestazioni di lungo periodo dei singoli membri e dell'intera catena; mentre per catena di distribuzione si intende una serie di tre o più entità (organizzazioni o individui) direttamente

17. B. Mahadevan, *Operation Management: Theory and Practice*, 2009, Pearson Education India.

coinvolte in flussi (a monte e/o a valle) di prodotti, servizi, denaro e/o informazioni dalla materia prima fino all'ultimo cliente (Mentzer 2001)<sup>18</sup>. Possono esistere anche dei flussi di ritorno, solitamente inclusi nella cosiddetta logistica di ritorno (Reverse logistics).

La tendenza nelle strategie aziendali è quella di orientarsi verso i clienti e non più sul prodotto. Il principale obiettivo è controllare i fenomeni di vendita, prevedendo l'evoluzione dei consumi e delle tendenze del mercato. Se è chiaro che vengano coinvolti marketing e controllo, la logistica svolge un ruolo fondamentale, dalla logistica interna all'azienda alla logistica esterna attraverso le relazioni con i clienti e il monitoraggio delle prestazioni dei prodotti finiti.

Gli effetti di una SCM efficiente influenzano:

- la previsione della domanda, necessaria al fine di comprendere più approfonditamente le esigenze dei consumatori;
- la pianificazione della domanda, per realizzare piani di azione più attendibili e precisi e ridurre il numero di resi reverse logistics;
- il trattamento degli ordini;
- la pianificazione della capacità produttiva e quindi il conseguente utilizzo ottimale degli impianti;
- la pianificazione dell'utilizzo dei materiali;
- l'integrazione tra domanda e fornitura;
- l'integrazione e collaborazione tra produzione, logistica e marketing.

La gestione della catena di distribuzione mira a costruire ed ottimizzare la rete tra fornitori, terzisti, clienti e distribuzione. Lo sviluppo di tecniche di analisi di Big Data consentono di controllare nel dettaglio la supply chain ed evitare criticità e colli di bottiglia dovuti al processo.

Queste tecniche vengono denominate Business Process Intelligence (BPI)<sup>19</sup>. Attraverso l'analisi in tempo reale dei dati di processo vengono mappato e analizzato l'andamento dei processi logistici continuamente in modo da poter intervenire sui colli di bottiglia in tempo reale.

18. Una delle più recenti e complete definizioni di Supply Chain Management. Mentzer, J.T., *Defining Supply Chain Management*, *Journal of Business Logistics*, Vol. 22, No. 2, 2001, pp. 1–25.

19. Daniela Grigori, Fabio Casati, Malu Castellanos, Umeshwar Dayal, Mehmet Sayal, Ming-Chien-Shan, *Business Process Intelligence*, abstract di ricerca disponibile sul sito [sciencedirect.com/science/article/pii/S0166361503001994](http://sciencedirect.com/science/article/pii/S0166361503001994), 17 December 2003, ultima consultazione 7 Marzo 2019.

---

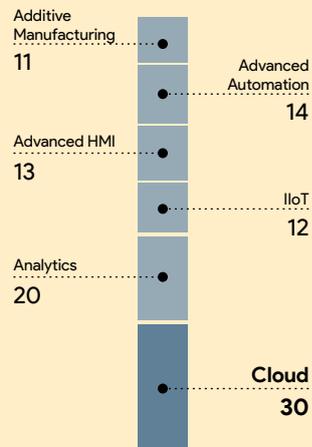
## Le startup dell'industria 4.0

---

### Nuove startup per anno di nascita



### Le applicazioni delle startup



**1,7**  
miliardi  
di dollari

## **PRODUCT-SERVICE DEVELOPMENT**

Riguarda lo sviluppo di nuovi prodotti e servizi e progettazione del loro ciclo di vita: dalla fase di produzione, alla fase di acquisizione e utilizzo, fino al fine vita ed eventuale riuso, rilavorazione (re-manufacturing) o riciclo.

Una delle principali tendenze nello Smart Manufacturing è l'integrazione fra IT e OT. La separazione fra questi due ambiti è avvenuta per motivi storici. Prima dell'esplosione delle nuove tecnologie di connessione in rete, l'IT era proprietaria e i vari sistemi di gestione erano caratterizzati da tecnologie differenti non in grado di comunicare fra loro. Lo stesso avveniva per le OT e questa netto muro comunicativo ha prefigurato la separazione organizzativa.

L'integrazione di queste due aree è fondamentale per ridurre al minimo problemi di gestione derivanti da possibili guasti o imprevisti.

## **INFORMATION TECHNOLOGIES (IT)**

### **INDUSTRIAL INTERNET OF THINGS (IIOT)**

Se il dominio applicativo dell'IoT tocca ogni ambito dell'attività umana, l'IIoT riguarda i sistemi del mondo della produzione, detti anche "Cyber-Physical Systems".

L'ambito dei dati acquisiti si sta espandendo continuamente; dalla fabbrica, dall'edificio e dalle apparecchiature e dispositivi sul campo alle informazioni sull'infrastruttura sociale, come le condizioni di utilizzo dell'energia e le informazioni sul trasporto, e informazioni sui comportamenti, le situazioni e le emozioni delle persone. Man mano che la quantità di dati del cloud si espande, la fornitura di servizi puramente cloud raggiungerà i suoi limiti. Il cloud da solo non sarà in grado di gestire queste quantità di dati.

Raccogliere ed elaborare il vastissimo peso dei Big Data che vengono generati ad un'altissima frequenza dai sistemi IIoT rappresenta il grande ostacolo dell'applicazione di questa tecnologia su vasta scala. È necessaria una piattaforma per l'elaborazione dei dati efficiente e ad alta velocità che riduca al minimo la quantità di comunicazioni di dati tra l'area produttiva e il cloud, eseguendo l'elaborazione immediata dei dati sul posto.

Se da un lato l'avanzamento tecnologico è in grado di incrementare la velocità di connessione con tecnologie come il 5G, dall'altro i dispositivi IIoT diventano sempre più avanzati ed intelligenti rendendo possibile elaborazioni dati molto complesse già alla terminazioni periferiche della rete direttamente negli oggetti connessi.

Uno dei player principali di questa nuova tendenza di sviluppo è Toshiba. L'Edge Computing è una delle tecnologie principali nell'architettura SPINEX





Visore Microsoft Hololens per la catena di montaggio Volvo. Foto: alvolante.it, 2015.

IoT<sup>20</sup> di Toshiba. Il nome SPINEX è stato scelto per riflettere il desiderio di Toshiba di creare un'architettura che funge da colonna vertebrale dell'impresa. Grandi quantità di dati, disposti in ordine cronologico, sono sottoposti a un'elaborazione collaborativa distribuita efficiente sul sito e nel cloud.

La transizione digitale in chiave Edge Computing nell'architettura SPINEX è composta da 4 step:

- VISUALIZATION. Comprendere i siti di lavoro e le situazioni reali che lo riguardano in modo preciso e tempestivo per rilevare problematiche e anomalie.
- OPTIMIZATION. Analizzare i big data accumulati per l'ottimizzazione per ridurre i costi e aumentare la produttività, inclusi meno sprechi in termini di fatica e tempo.
- AUTOMATION. La guida e il controllo automatici vengono applicati durante l'utilizzo di Digital Twins per fare previsioni future, ovvero la capacità di simulare per quanto possibile non solo il prodotto, come si faceva una volta, ma anche i processi che afferiscono alla produzione, ad avere un ruolo fondamentale.
- AUTONOMY. L'AI (Artificial Intelligence) produce regole dinamicamente in risposta a stimoli ambientali.

Spesso si parla di Fog Computing, una via di mezzo tra l'archiviazione dei dati in locale e quella sul cloud: una nuvola che si abbassa vicino al device che trasmette i dati o alle persone<sup>21</sup>. Grazie a queste caratteristiche la fog è sicura, altamente disponibile, virtualizzata, in tempo reale in grado di provvedere a edge computing, networking e storage e di permettere una potente convergenza tra le tecnologie IT e le tecnologie operative industriali. Stando più vicino alle fonti di produzione dei dati, integrano in tempo reale la sicurezza.

La fog fornisce l'anello mancante fra i dati che devono essere spinti alla nuvola, e quelli che possono essere analizzati localmente, ai margini ed è applicabile a tutti i vertical dell'IIoT.

*"Nell'era dei pc il modello di gestione dei dati era semplice:*

20. Toshiba Digital Solutions Corporation, *The "spine" of "Caring for People, IoT"*, articolo disponibile sul sito [toshiba.co.jp/iot/en/spinex/](https://toshiba.co.jp/iot/en/spinex/), ultima consultazione 7 Marzo 2019.

21. 01net, *Fog computing, come funziona e perché serve al mondo IoT*, 1 febbraio 2018, articolo disponibile sul sito [01net.it/fog-computing-mondo-iot/](https://01net.it/fog-computing-mondo-iot/), ultima consultazione 7 Aprile 2019.

*tutto sull'hard disk, cioè immagazzinato a livello locale. Poi è arrivato il cloud, la nuvola: i dati sono stati spostati su grandi server in remoto, lontani e accessibili via internet. Così per esempio la musica è passata da cd e mp3 all'ascolto in streaming. Ma il modello del cloud non è perfetto. Soprattutto: è progettato per contenere i dati ma non per reagire in tempo reale. E il tempo reale è l'elemento fondamentale per l'internet of things: senza questa prontezza non potremmo far funzionare le auto che si guidano da sole, le città intelligenti, e così via. Ecco perché ho pensato servisse un livello intermedio in tutta l'architettura. Una via di mezzo tra le memorie fisiche locali e il cloud, fatta di piccoli data center che lavorano su scala locale e facilitano il flusso e la gestione dei dati<sup>22</sup>*

Per promuovere questo tipo di tecnologia nel 2015 è stato costituito anche l'OpenFog Consortium<sup>23</sup> incorporato di recente nel Industrial Internet Consortium<sup>24</sup>, un gruppo di vendor tra cui Cisco Systems, Intel, Microsoft, Dell, and ARM Holdings e organizzazioni di ricerca come la Princeton University e che oggi include oltre 500 compagnie.

Su questi principi Huawei e Toshiba Digital Solutions hanno presentato la prima soluzione Smart Factory basata su NB-IoT il 4 dicembre 2017<sup>25</sup>.

In occasione del Global Mobile Broadband Forum 2017, Huawei e

Toshiba Digital Solutions (Toshiba) hanno presentato il primo sulle soluzioni Smart Factory basate su NB-IoT (Narrowband Internet of Things).

Nel corso dell'evento entrambe le aziende hanno realizzato demo di soluzioni Smart Factory, tra cui l'IoT Gateway di Toshiba dotato di un chipset Huawei NB-IoT. Le soluzioni Smart Factory basate su NB-IoT aiutano i produttori a monitorare da remoto lo stato del funzionamento degli apparati collocati in luoghi dove l'alimentazione non è disponibile e i segnali LTE attuali sarebbero difficili da raggiungere.

Di seguito all'annuncio diversi player tecnologici si sono mossi nella stessa

22. Flavio Bonomi, CTO Nebbiolo Technologies Inc., dichiarazione disponibile sul sito [01net.it/fog-computing-mondo-iot/](http://01net.it/fog-computing-mondo-iot/), ultima consultazione 7 Aprile 2019.

23. Open Fog Consortium, sito ufficiale [openfogconsortium.org](http://openfogconsortium.org), ultima consultazione 26 Marzo 2019.

24. Industrial Internet Consortium, sito ufficiale [iiconsortium.org/index.htm](http://iiconsortium.org/index.htm), ultima consultazione 26 Marzo 2019.

25. Huawei, *The "spine" of "Caring for People, IoT"*, 4 Dicembre 2017, nota stampa disponibile sul sito [e.huawei.com/it/marketing-material/it/20171204182416](http://e.huawei.com/it/marketing-material/it/20171204182416), ultima consultazione 26 Marzo 2019.

direzione. Uno dei leader italiani nel settore è TIM<sup>26</sup> che, insieme con Olivetti hanno annunciato la disponibilità di servizi innovativi dedicati all'Internet of Things abilitati dalla tecnologia di ultima generazione NB-IoT.

La connettività NB-IoT di TIM si estende sull'intero territorio nazionale diventando catalizzatore di innovazione in materia di IIoT.

Le soluzioni basate su NB-IoT consentono di installare dispositivi radiotrasmettenti a bassissimo consumo in grado di funzionare senza interruzioni per oltre 10 anni, collegandoli e facendoli comunicare in modo sicuro e affidabile, anche in aree di difficile copertura, come ad esempio tombini, locali interrati, cantine o box.

Grazie al NB-IoT è possibile rendere più efficace ed efficiente l'offerta di servizi primari come gas, acqua e luce, supportare il miglioramento delle condizioni ambientali grazie al monitoraggio della qualità dell'aria, promuovere stili di vita più sostenibili abilitando soluzioni di monitoraggio del consumo di calore o servizi per le smart city come la gestione dei parcheggi.

Il NB-IoT è una tecnologia Low Power Wide Area (LPWA). Queste riempiono il vuoto esistente tra le tecnologie di comunicazione cellulare a lungo raggio (3G e 4G LTE, in attesa che si completi lo sviluppo del 5G) e quelle wireless a breve e brevissima distanza (Bluetooth, Wi-Fi e RFID). Pensate e realizzate per facilitare le comunicazioni automatizzate e fornire connettività a dispositivi e applicazioni a "bassa mobilità" e scambio dati molto limitato, sono caratterizzate, come dice anche il nome, un consumo energetico estremamente contenuto.

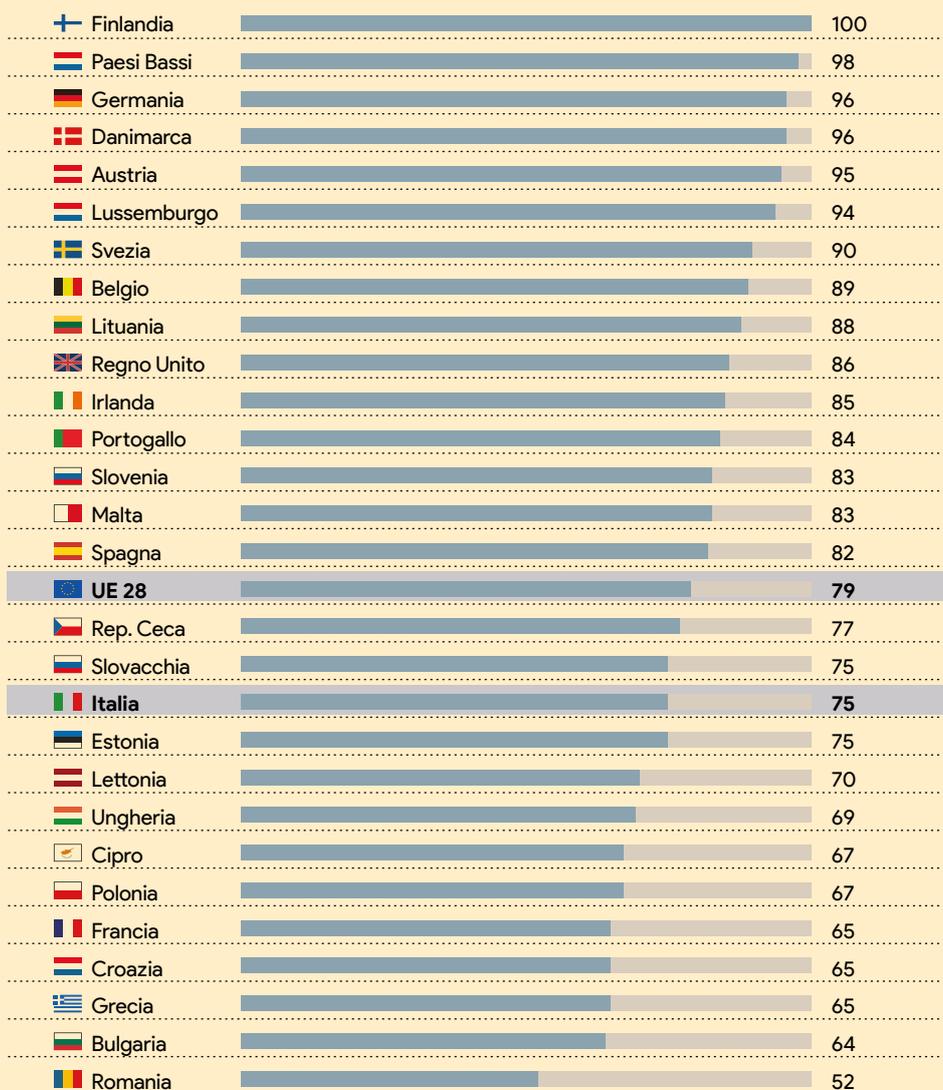
## INDUSTRIAL ANALYTICS

Sono strumenti per trattare ed elaborare grandi moli di dati nell'ambito manifatturiero e di Supply Chain Management. I dati quindi possono provenire da sistemi IoT connessi al layer produttivo (per esempio macchinari sensorizzati e connessi), o dallo scambio tra sistemi IT per la pianificazione e sincronizzazione dei flussi produttivi e logistici. Nei Manufacturing Big Data rientra l'applicazione di nuove tecniche e strumenti di Data analytics & visualization, Simulation e Forecasting, per evidenziare l'informazione celata nei dati e il suo uso efficace per supportare decisioni rapide.

## CLOUD MANUFACTURING

26. Olivetti, *Disponibili i servizi Internet of Things di nuova generazione per le Smart City e l'Industry 4.0 sulla rete 4G/5G di TIM*, 14 Febbraio 2019, nota stampa disponibile sul sito [telecomitalia.com/tit/it/archivio/media/note-stampa/olivetti/2019/Nota-stampa-TIM-Olivetti-NB-IoT-14022019.html](http://telecomitalia.com/tit/it/archivio/media/note-stampa/olivetti/2019/Nota-stampa-TIM-Olivetti-NB-IoT-14022019.html), ultima consultazione 26 Marzo 2019.

## Livello di digital readiness dei paesi europei



Fonte: elaborazione su dati Eurostat European Data Monitoring Tool, IDC (2016).

Applicazione del Cloud Computing nell'Industria 4.0, con accesso diffuso, agevole e on demand a servizi IT – infrastrutturali, di piattaforma o applicativi – a supporto di processi produttivi e di gestione della Supply Chain. Il Cloud Manufacturing spazia dalla virtualizzazione delle risorse fisiche necessarie alle macchine di fabbrica a quella di applicazioni, dati e processi su piattaforme di e-execution ed e-collaboration ospitate in Cloud, a quella delle stesse risorse produttive.

### **OPERATION TECHNOLOGIES**

#### **ADVANCED AUTOMATION**

Sono sistemi di produzione automatizzati<sup>27</sup> in ambiti come la capacità d'interazione con l'ambiente, l'auto-apprendimento e la guida automatica, l'uso di tecniche di visione e pattern recognition (sistemi di manipolazione, controllo qualità) e infine la capacità di interagire con gli operatori.

#### **ADVANCED HUMAN MACHINE INTERFACE**

Dal momento che i CPS (Cyber-Physical Systems) intelligenti stanno trasformando il processo di comunicazione uomo-macchina, richiedono nuovi tipi di interfacce per assicurare un'interazione fluida. Le nuove HMI (Human-Machine Interfaces) devono essere più sofisticate per migliorare l'efficienza e le operazioni di servizio remoto, specialmente in ambito industriale dove vi sono forti sollecitazioni ambientali che costituiscono grandi quantità di informazioni percepite<sup>28</sup>.

Poiché gli operatori di produzione sono coinvolti nel processo di produzione per prendere decisioni critiche, le HMI dovrebbero consentire comandi facilmente e rapidamente accessibili, in modo da aumentare la precisione e la velocità di risoluzione dei problemi.

Nei sistemi touchscreen le interfacce industriali consentono la connettività IoT/M2M e consentono alle aziende manifatturiere di monitorare e controllare le operazioni industriali da impianti locali e remoti. Le moderne interfacce touch sono molto più sensibili e consentono di gestire le macchine anche indossando guanti o in presenza di sporco e polvere apportando maggiore comfort e sicurezza all'operatore.

27. Daniele Lazzarin, *Industria 4.0, le 6 tecnologie abilitanti secondo il Politecnico di Milano*, 19 Gennaio 2016, articolo disponibile sul sito [digital4.biz/supply-chain/industria-40-politecnico-milano-sei-tecnologie-abilitanti/](http://digital4.biz/supply-chain/industria-40-politecnico-milano-sei-tecnologie-abilitanti/), ultima consultazione 26 Marzo 2019.

28. Sandra Khvoynitskaya, *Applications Of Advanced Human-Machine Interfaces In The Industry 4.0 Era*, 12 Giugno 2018, articolo disponibile sul sito [itransition.com/blog/applications-of-advanced-human-machine-interfaces-in-the-industry4-era](http://itransition.com/blog/applications-of-advanced-human-machine-interfaces-in-the-industry4-era), ultima consultazione 26 Marzo 2019.

Le interfacce vocali, in genere, non hanno uno schermo per visualizzare le informazioni, ma facilitano l'accesso ai dati attraverso interazioni a mani libere, intuitive ed efficienti. Il linguaggio è il mezzo di comunicazione più naturale per le persone e in Industry 4.0. Le interfacce a comando vocale diventano indispensabili soprattutto nelle condizioni in cui è necessario il funzionamento remoto delle macchine evitando l'interazione tattile.

Simile alle interfacce vocali, il controllo gestuale consente la manipolazione senza contatto di macchine industriali o sistemi informatici. Riconoscono i movimenti della mano o della testa dell'operatore e utilizzano speciali algoritmi matematici per controllare o interagire con i dispositivi. Ciò è possibile attraverso una varietà di dispositivi: guanti cablati, telecamere sensibili alla profondità o stereocamere, controller di tracciamento manuale. Le interfacce gestuali consentono un'interazione uomo-macchina più precisa e più rapida.

Il valore della realtà virtuale e aumentata è destinata a raddoppiare ogni anno fino al 2021 in tutti i settori, compreso Industry 4.0. I vantaggi dell'utilizzo delle tecnologie VR e AR sono notevoli: maggiore produttività in termini di quantità, qualità, velocità e flessibilità. I casi d'uso includono la lavorazione e produzione, l'educazione e la collaborazione, la pianificazione di fabbrica, l'assemblaggio e la prototipazione digitale.

Nella manutenzione e riparazione, ad esempio, un operatore che indossa visori VR / AR è in grado di controllare i parametri delle macchine di produzione, di poter avere feedback sulle loro prestazioni e di poter regolare ciascuna macchina senza toccarla fisicamente.

#### ADDITIVE MANUFACTURING

È una serie di tecnologie di fabbricazione in cui il prodotto finito è formato senza la necessità di fondere il materiale in stampi né di rimuoverlo da una forma grezza. Questa tecnologia molto efficiente per la prototipazione è ancora poco sviluppata per la produzione industriale e si ritiene che in un futuro breve possa divenire una chiave e uno dei trend dell'Industria 4.0.

La stampa 3D è ad oggi, nell'ambito di Industry 4.0, la tecnologia digitale più dirompente, potenzialmente in grado di stravolgere i tradizionali paradigmi produttivi. Si tratta di una vera e propria rivoluzione, visto che la produzione non avviene più per asportazione di materiale dal pieno, bensì aggiungendo materiale.

Il settore medico è quello dove l'Additive Manufacturing sta trovando applicazione in virtù del fatto che si possono sperimentare nuove modalità di trattamento delle patologie. Nel campo dentale trova la sua migliore espressione

grazie alla realizzazione di protesi da utilizzare nei pazienti<sup>29</sup>.

### **SMART LIFE CYCLE**

Riguarda il processo di sviluppo di un nuovo prodotto, la gestione del suo ciclo di vita e la gestione dei fornitori coinvolti in queste fasi. Il prodotto nell'era dell'IoT diventa intelligente e comunicante, offrendo nuove risorse al Product Lifecycle Management. La gestione intelligente del ciclo di vita permette di ottenere informazioni diverse inerenti non soltanto lo stesso prodotto e alla sua lavorazione ma anche a tutta la filiera dei servizi associati, dalle implicazioni sullo sviluppo del brand, alle relazioni con operatori e consumatori al fine di migliorare la qualità delle relazioni e del business.

La manutenzione prescrittiva all'interno della fabbrica raccoglie dati, crea modelli analitici predittivi e suggerisce le azioni da intraprendere per ottimizzare le attività di gestione degli asset. Senza un'adeguata visibilità e trasparenza sulla salute di strumenti e macchinari, però, i tempi di fermo non pianificati sono praticamente impossibili da prevedere o prevenire. Una soluzione di manutenzione predittiva raccoglie e analizza costantemente e in tempo reale i dati sullo stato degli asset al fine di comprendere meglio la causa principale dei problemi, prevedere il momento migliore in cui fare manutenzione prima che si verifichi un malfunzionamento per evitare così fermi non pianificati.

### **SMART SUPPLY CHAIN**

Le nuove tecnologie dell'Industria 4.0 hanno effetti anche sulla pianificazione dei flussi fisici e finanziari nel sistema logistico-produttivo.

Nascono, così, nuovi ambiti di studio come la Workplace Experience<sup>30</sup>, un nuovo approccio che interessa l'intera area di lavoro per innovarne la sostenibilità a tutto campo. Combina l'uso di tecnologia, lavorazioni, cultura e l'esperienza dell'operatore con un focus sull'efficienza di costi, produttività e crescita.

Dotando le persone delle tecnologie giuste e coinvolgendole è possibile creare un valore sostenibile per le aziende attraverso una maggiore efficienza, produttività e crescita.

Tutto questo ha un impatto maggiore quando la workplace diventa digitale. Le nuove tecnologie attraverso una user experience sempre più interattiva e in-

29. Andrea Bacchetti, Massimo Zanardini, *Additive manufacturing: cos'è e come funziona la manifattura additiva*, 17 Ottobre 2018, articolo disponibile sul sito [internet4things.it/iot-library/che-cose-il-3d-printing-e-come-si-colloca-nellambito-industry-4-0-e-iot/](http://internet4things.it/iot-library/che-cose-il-3d-printing-e-come-si-colloca-nellambito-industry-4-0-e-iot/), ultima consultazione 26 Marzo 2019.

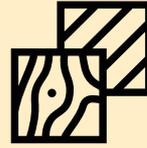
30. Annalisa Casali, *Cosa è il digital workplace e perché è importante per la tua azienda*, 13 Dicembre 2018, articolo disponibile sul sito [internet4things.it/cloud/cosa-e-il-digital-workplace-e-perche-e-importante-per-la-tua-azienda/](http://internet4things.it/cloud/cosa-e-il-digital-workplace-e-perche-e-importante-per-la-tua-azienda/), ultima consultazione 26 Marzo 2019.



Fonte: Toshiba Digital T-Soul, *All about "SPINEX," Toshiba's new IoT architecture.*



**RICICLO**  
Sostenibilità,  
durata vita, luogo  
di riciclo.



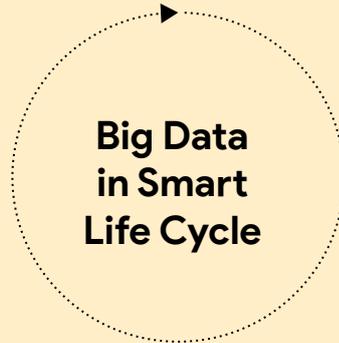
**MATERIA PRIMA**  
Materiali e  
ingredienti,  
provenienza,  
sostenibilità.



**CONSUMO**  
Dati di utilizzo,  
controllo  
funzionamento.



**MANIFATTURA**  
Quando dove è  
stato prodotto,  
componenti, lotto,  
linea produttiva,  
stabilimento.



**Big Data  
in Smart  
Life Cycle**



**ACQUISTO  
CONSUMATORE**  
Indirizzo store,  
Attrazione clienti,  
Volumi di vendita,  
Variazioni di  
domanda



**LOGISTICA**  
Informazioni  
logistiche, Luogo e  
Quantità stock, 3PL



**VENDITA  
ALL'INGROSSO**  
Indirizzo store,  
Inventario,  
Autenticità  
prodotto

tuitiva stanno rivoluzionando il modo di lavorare. Sebbene sia un trend comune nell'ambito dell'organizzazione e la progettazione degli spazi fisici dell'ufficio non lo è ancora per la postazione di lavoro degli operatori di produzione.

Per digital workplace si intende un ecosistema virtuale che nasce dall'ibridazione di nuovi spazi di lavoro e tecnologie emergenti. Gli analisti di Gartner<sup>31</sup>, la definiscono in “una strategia d'impresa che abilita modalità di lavoro innovative e più efficaci, sfruttando tecnologie e modelli organizzativi orientati al lavoratore, migliorando il coinvolgimento e la produttività dei dipendenti”. L'obiettivo principale è l'efficientamento delle comunicazioni e della collaborazione all'interno dei team di lavoro. Oggi gli strumenti di collaborazione groupware sono molto più sofisticati e permettono ai team di lavorare in modo sincronizzato e in real time. Se questi concetti sono ben noti nell'ambito dei servizi d'ufficio non lo sono ancora, o almeno non così marcatamente, in ambito produttivo. Siano impiegato o operatori di produzione, i dipendenti avranno la certezza di reperire le informazioni rilevanti per il proprio lavoro nel minor tempo possibile e operare sempre su dati aggiornati, caratteristiche che non sono intrinseche delle interfacce offline.

Tutto ruota attorno alla gestione delle informazioni. Alcune tecnologie sono ormai d'uso comune come le piattaforme di digitalizzazione del desktop e delle postazioni, i servizi cloud e l'enterprise mobility management (EMM). Ma nuovi trend ridisegnano gli spazi di lavoro digitali. L'intelligenza artificiale attraverso le tecniche del machine learning permettono la personalizzazione delle informazioni rendendole disponibili a ciascun membro dell'organizzazione sulla base delle attività che sta svolgendo, sulle sue abitudini e necessità anche non manifeste. Gli assistenti virtuali evoluti assistono i dipendenti nelle necessità delle mansioni quotidiane ed il loro accesso avviene in qualunque luogo ed in tempo reale. Le Ready Analytics aiutano i dipendenti attraverso l'analisi puntuale dei dati di contesto con maggiore efficienza. Le pratiche di Silo Buster e Crowdsourcing potenziano la generazione e condivisione di nuove idee. La mentorship virtuale è uno degli strumenti più in crescita in questo ambito attraverso l'uso di network interni e blog gestiti dal personale.

Sebbene appare chiaro l'impatto “soft” e virtuale delle nuove tecnologie nelle attività dei dipendenti, queste coinvolgono anche una dimensione “hard” a partire dal ripensamento degli spazi di lavoro al fine di ottenere un'interazione intelligente fra gli operatori che li vivono. Anche in questo caso le applicazioni nell'ambito delle attività di servizio in ufficio aprono la strada a nuovi concetti

31. Mike Gotta, Nikos Drakos, Carol Rozwell, Whit Andrews, Monica Basso, Karen Hobert, Jack Santos, Stephen Emmott, *Predicts 2018: Digital Workplace Technologies*, 8 Dicembre 2017.





Studio Sapetti, Chairless Chair, 2017. Foto: dezeen.com.



per le postazioni degli operatori di produzione. I dispositivi di comunicazione wireless sono la colonna portante di questa filosofia.

Un digital workplace promuove anche una gestione efficiente degli assets aziendali. Gli spazi sono votati alla massimizzazione della produttività agile grazie ad applicazioni IIoT ed AI. La rilevazione automatica delle abitudini è alla base delle applicazioni di best practices e della gestione delle risorse più efficienti. Il risultato finale è una razionalizzazione degli investimenti nelle risorse e un aumento della soddisfazione dei dipendenti che hanno la possibilità di scelta su modalità e contesti di lavoro.

Partners4Innovation<sup>32</sup> (P4I) è una delle realtà più importanti in ambito di digital transition dell'organizzazione aziendale. Secondo gli analisti di P4I un digital workplace ha cinque caratteristiche fondamentali:

- **SEMPLICITÀ D'USO.** Le pratiche e le modalità di utilizzo degli spazi e degli assets comuni devono essere chiare e semplici. Le tecnologie digitali devono essere orientate all'utilizzatore attraverso pratiche comuni nell'ambito UI/UX (User Interface and User Experience).
- **ACCESSIBILITÀ UNIVERSALE.** L'accessibilità dei dati deve essere seamless, ovvero deve poter avvenire attraverso l'uso di tutte le tipologie di dispositivi complessi in dotazione ai singoli dipendenti (smartphone, tablet e computer in genere)
- **DIMENSIONE SOCIALE.** Per favorire la collaborazione in tempo reale occorre adottare spazi che ben integrino l'uso di applicazioni di social networking, dalla messaggistica istantanea ai social network aziendali.
- **APERTURA.** Sfruttando la connettività diffusa e il cloud i dati devono poter circolare ed essere accessibili in modo semplice da tutti i dipendenti che ne hanno bisogno.
- **INTELLIGENZA.** La tecnologia deve assistere passo per passo l'utente nell'uso dei dispositivi che la integrano. L'adozione di digital workplace efficienti consente maggiore produttività, maggiore creatività, maggiore accelerazione nel processo di innovazione.

32. Sito ufficiale Partners4Innovation [digital360.it/p4i/](https://digital360.it/p4i/), ultima consultazione 28 Marzo 2019.

## **SMART FACTORY**

I processi che rappresentano il cuore della manifattura, dunque produzione, logistica interna ed esterna, manutenzione, qualità, sicurezza e rispetto delle norme. In particolare si parla di Smart Production quando le innovazioni tecnologiche trovano spazio nei processi operativi della manifattura. L'Osservatorio Smart Manufacturing della School of Management del Politecnico di Milano indica che la situazione italiana è in fermento con circa 135 applicazioni in questo ambito all'interno di 43 aziende, ma in se confrontata su ciò che appare a livello globale risulta rallentata da fattori di contesto, culturali, organizzativi e dalla capacità di offerta delle tecnologie abilitanti.

L'indagine dell'Osservatorio realizzata all'estero (analizzate 59 applicazioni di Smart Technologies su un campione di 55 aziende) rivela come nel mondo lo Smart Manufacturing sia un fenomeno ben recepito, dagli Stati Uniti all'Europa fino alle potenze manifatturiere asiatiche, con prevalenza di applicazioni nei comparti automotive, aerospaziale/difesa e metalmeccanico. Anche all'estero vi è una prevalenza dell'area Smart Execution (lo sviluppo di tutte quelle applicazioni dove l'IoT facilita le attività di logistica, di sicurezza, di controllo, di manutenzione e qualità, vale a dire tutte le classiche applicazioni di supporto alle operations.), a cui appartiene oltre l'80% dei casi rilevati, mentre le applicazioni di Smart Integration (i sottoprocessi di sviluppo di nuovi prodotti e dei rapporti con i fornitori, oltre all'aspetto di valutazione del rischio, di gestione dei tempi e delle specifiche di lavoro) appaiono numericamente più esigue.

IoT e Manufacturing Big Data si confermano le tecnologie già pronte per entrare nei processi delle aziende, mentre il Cloud Manufacturing è quella più versatile sia in termini di aree applicative che di settori.

## **IDENTITÀ DIGITALE**

Probabilmente quello dell'identità digitale è uno dei primi ambiti che è stato influenzato dalla diffusione del digitale diventando d'uso comune.

Il grado di affidabilità e le quantità ed il tipo di informazioni richiesti per l'accreditamento e la verifica dell'identità possono variare in modo molto significativo a seconda del tipo di mansione e del livello di sicurezza associato.

L'identità digitale è articolata in due parti: chi uno è, identità vera e propria, e le credenziali che ognuno possiede, ovvero gli attributi propri dell'identità. In particolare lo standard ISO/IEC 24760-1<sup>33</sup> definisce un quadro dei concetti e del-

33. Norma disponibile sul sito [iso.org/standard/57914.html](http://iso.org/standard/57914.html).

Vedi sintesi: Kai Rannenberg, *A framework for identity management (ISO/IEC 24760)*, presentazione disponibile sul sito [internet4things.it/iot-library/che-cose-il-3d-printing-e-come-si-colloca-nellam-](http://internet4things.it/iot-library/che-cose-il-3d-printing-e-come-si-colloca-nellam-)



---

**PREFERENZA  
USERS**

---

**93%**

degli utenti preferisce  
l'identificazione  
biometrica rispetto  
alle password

---

---

**USER  
EXPERIENCE**

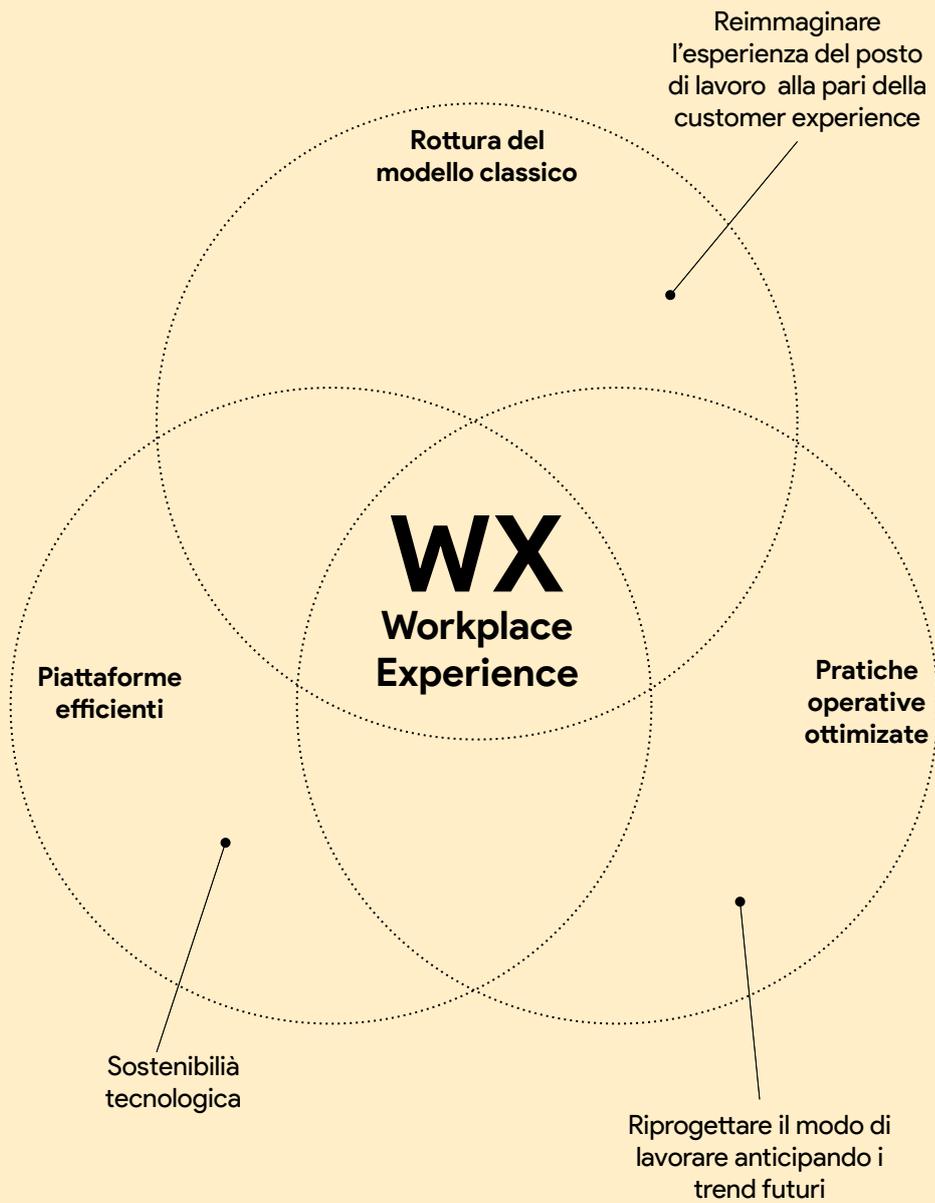
---

**70%**

in meno sul tasso di  
abbandono e  
frustrazione con  
tecnologie  
biometriche

---

Fonte: [mastercard.com](https://www.mastercard.com), *Overcoming Mobile Biometric Challenges: Mastercard and University of Oxford Collaborate on New Research Initiative*.



Fonte: avanade, *There's a new X in town. WX – Workplace experience.*

le terminologie proprie dell'identità digitale attraverso tecniche di sicurezza IT.

Se da un lato l'identità digitale per l'organizzazione aziendale è fondamentale per questioni di sicurezza, di gestione delle risorse e il miglioramento continuo della qualità, per i singoli operatori, una sua gestione corretta è importante per la protezione della privacy.

La normativa contiene, infatti, prescrizioni sull'utilizzo e la sicurezza nella protezione della privacy per quanto riguarda lo sviluppo e l'applicazione di standard e linee guida che riguardano la sicurezza in ambito di gestione dell'identità, dei dati biometrici e della privacy per l'uso di questi dati.

Secondo uno studio condotto da IBM sull'identità digitale in ambito consumer<sup>34</sup> le persone, quando accedono a dispositivi e app, privilegiano la sicurezza rispetto alla praticità. Tuttavia si sta attraversando un periodo di transizione in cui i giovani adulti riservano meno attenzione alla gestione delle password tradizionali e sono invece più propensi a utilizzare soluzioni di autenticazione biometriche.

L'applicazione tecnologica dell'identità digitale ha evidenti effetti economici e di sicurezza in termini di produttività ed efficiente uso delle risorse. L'identità digitale si sta evolvendo per includere la possibilità di esprimere tutte le varie interazioni umane in cui venga coinvolta l'identità personale. La tendenza è quella di rendere le transazioni di verifica di identità facili da utilizzare e attendibili. Poiché i Millennial diventeranno presto la generazione più rappresentata nell'ambito della forza lavoro, queste tendenze potranno influire sul modo in cui i datori di lavoro e le aziende tecnologiche forniranno l'accesso a dispositivi e applicazioni nel prossimo futuro.

Gli intervistati riconoscono i vantaggi che le tecnologie biometriche, quali i lettori di impronte digitali, le scansioni facciali e il riconoscimento vocale, hanno rispetto alla continua crescita delle minacce alla propria identità digitale.

Tra le conclusioni dello studio Future of Identity sono di particolare rilevanza alcune fattori:

- La sicurezza supera la praticità;
- La biometria è destinata a diventare dominante: il 67% degli intervistati si sente oggi a proprio agio nell'utilizzare

bito-industry-4-0-e-iot/, ultima consultazione 26 Marzo 2019.

34. IBM, *Studio IBM sul Futuro delle Identità Digitali: i Millennial trasformano il panorama delle soluzioni di autenticazione*, nota stampa disponibile sul sito [ibm.com/press/it/it/pressrelease/53671.wss](http://ibm.com/press/it/it/pressrelease/53671.wss), ultima consultazione 26 Marzo 2019. Vedi anche: Nicola Penna, *Ibm: le tecnologie biometriche saranno alla base dell'identità digitale e creeranno lavoro*, articolo disponibile sul sito [industriaitaliana.it/tutela-dellidentita-digitale-basta-parole/](http://industriaitaliana.it/tutela-dellidentita-digitale-basta-parole/), 20 febbraio 2018, ultima consultazione 26 Marzo 2019.

l'autenticazione biometrica, mentre l'87% dichiara che utilizzerà volentieri queste tecnologie in futuro.

- I Millennial sono già oltre le password. Le generazioni precedenti mostravano maggiore attenzione sulla gestione dell'identità digitale, ma erano meno inclini ad adottare soluzioni di autenticazione a più fattori o biometriche.
- I Paesi APAC sono in testa sul fronte della biometria: gli intervistati nei paesi dell'Asia-Pacifico si sono rivelati i più esperti e quelli maggiormente a proprio agio con l'autenticazione biometrica, mentre gli USA hanno mostrato di essere parecchio indietro in queste aree.

Il sondaggio ha esaminato, inoltre, le opinioni dei consumatori sulla sicurezza dei vari metodi di accesso e ha rilevato che alcuni tipi di soluzioni di autenticazione biometrica sono considerate più sicure delle password; tuttavia, sicurezza e privacy rimangono le preoccupazioni principali nell'adozione della biometria. Il 44% ha classificato le soluzioni biometriche di rilevazione delle impronte digitali come uno dei metodi di autenticazione più sicuri; password e PIN sono stati considerati meno sicuri (rispettivamente 27% e 12%). Le maggiori preoccupazioni delle persone riguardo all'autenticazione biometrica sono la privacy (il modo in cui i dati vengono acquisiti e utilizzati, 55%) e la sicurezza (che altri possano utilizzare dati biometrici falsi per accedere ai propri account, 50%).

Gli italiani si mostrano più a proprio agio con l'autenticazione biometrica, utilizzando in particolare: impronta digitale (74% vs 67% EU); impronta della mani (62% contro il 54% di EU); riconoscimento facciale (53% vs. 46% EU); riconoscimento vocale (53% vs. 46% EU).

È chiaro che questo tipo di tecnologie hanno un impatto considerevole sulla privacy degli utenti ai quali sono destinate. Se si tratta specificatamente di Plant Awareness, ovvero la consapevolezza di ciò che accade nell'impianto produttivo, oltre all'efficienza produttiva entra in gioco il fattore sicurezza.

Riguardo la Safety and Security, i due volti della sicurezza<sup>35</sup>, e più nel dettaglio nella tracciabilità delle persone esiste un vero e proprio tabù<sup>36</sup>. Ciò appare

35. Laura Reggiani, *Safety e Security, i due volti della "sicurezza"*, 6 Novembre 2008. Articolo disponibile sul sito [europeanews.it/safety-e-security-i-due-volti-della-sicurezza/](http://europeanews.it/safety-e-security-i-due-volti-della-sicurezza/). Ultima consultazione 15 Aprile 2019.

36. Repubblica.it, *Amazon brevetta un braccialetto elettronico: così controllerà merce e dipendenti*, 1 Febbraio 2018. Articolo disponibile sul sito [repubblica.it/tecnologia/prodotti/2018/02/01/news/amazon\\_brevetta\\_un\\_braccialetto\\_elettronico\\_cosi\\_controllera\\_merce\\_e\\_dipendenti-187790348/?refresh\\_ce](http://repubblica.it/tecnologia/prodotti/2018/02/01/news/amazon_brevetta_un_braccialetto_elettronico_cosi_controllera_merce_e_dipendenti-187790348/?refresh_ce). Ultima consultazione 15 Aprile 2019.

poco giustificabile se pensiamo che viviamo costantemente connessi e tracciati da app, social network e instant messaging.

È una questione di percezione, se il tracciamento avviene in un ambito di svago, di comunicazione sociale non appare come negativo, anzi, ce ne si dimentica. Quando ciò accada nell'ambito del lavoro c'è il timore che questi dati vengano impungati da chi ci lavora accanto. Per questo resta fondamentale garantire la privacy e la sicurezza dei dati degli utenti, delle persone proprio in qualità di asset aziendale, un valore. Il tracciamento funziona se garantisce privacy, sicurezza e qualità e la sua progettazione è condivisa con gli utenti e gli enti che li tutelano, come sindacati e ispettorato del lavoro al fine di generare nuovo valore.

### **CONCETTI PER LA CRESCITA ESPONENZIALE DEL DIGITALE**

Per favorire le pratiche di digitalizzazione esistono 4 fattori chiave<sup>37</sup>.

#### **MATURITÀ DIGITALE**

La priorità è rendere consapevoli le aziende del cambiamento in atto mobilitandole. Spesso accade che queste intendano i processi di digitalizzazione innanzitutto come opportunità per incrementare l'efficienza produttiva. Eppure l'economia digitale fa più che ottimizzare i modelli di business esistenti, ma può crearne di nuovi. Per identificare e realizzare queste opportunità le aziende hanno bisogno di diventare più mature digitalmente.

Ottenere una migliore comprensione di come lo spazio digitale sta cambiando è fondamentale per capire come le regole della concorrenza stesse stanno cambiando. Le aziende devono coltivare la capacità di sviluppo digitale e moltiplicare le risorse di cui hanno bisogno per cogliere nuove opportunità.

#### **STANDARD CONDIVISI**

Le società devono muoversi rapidamente per definire nuovi standard, lavorando insieme per creare piattaforme adeguate per la condivisione di idee, conoscenze ed esperienze. L'UE, ad esempio, farebbe bene a emulare il National Electromobility Platform (NPE)<sup>38</sup>del governo tedesco, un esempio di successo di

37. Charles-Edouard Bouée, Stefan Schaible, *What the digital future holds*, Berlino, Febbraio 2015. Articolo contenuto in Roland Berger Strategy Consultants, *The Digital Transformation Of Industry*, pp. 6-7, Marzo 2015. Articolo disponibile sul sito [rolandberger.com/publications/publication\\_pdf/roland\\_berger\\_digital\\_transformation\\_of\\_industry\\_20150315.pdf](http://rolandberger.com/publications/publication_pdf/roland_berger_digital_transformation_of_industry_20150315.pdf). Ultima consultazione 25 Marzo 2019.

38. Sito ufficiale nazionale-plattform-elektromobilitaet.de/en/. Ultima consultazione 25 Marzo 2019. Ad esempio, uno standard definito dalla NPE e ora diffuso a livello mondiale è la Charging Interface Initiative e.V. (CharIN e.V.) sviluppato con Audi, BMW, Daimler, Mennekes, Opel, Phoenix Con-

impostazione di uno standard efficace per la collaborazione di Stato, azienda e sindacati.

#### INFRASTRUTTURE EFFICIENTI

Una robusta infrastruttura costituisce la spina dorsale di un'economia connessa. Il successo della trasformazione digitale dipende dalla banda larga senza lacune. Impianti e macchinari devono essere collegati nel modo più esteso e sicuro possibile.

#### COORDINAMENTO SENZA CONFINI

Il successo dell'economia digitale dipende da una collaborazione che va oltre i confini nazionali e continentali. L'obiettivo è un'alleanza economica mondiale per incoraggiare lo sviluppo di gruppi, cooperative e associazioni, portando le capacità che sono sparse per il mondo insieme in una Digital Valley virtuale.

Questa sorta di "Silicon Valley" digitale permetterebbe l'interconnessione di tutti gli sviluppatori e fornitori del digitale, incentivando lo stimolo necessario per guidare nuovi sviluppi e innovazioni dei modelli di business 4.0.

tact, Porsche, TÜV SÜD e Volkswagen. Si tratta della porta per lo scambio energetico fra qualsiasi tipo di veicolo e la rete elettrica con sistema di ricarica combinata (CCS) utilizzabile in tutti gli scenari possibili di ricarica.

### 3. METODOLOGIA DI ANALISI DELLA DIGITAL READINESS

La trasformazione digitale del settore manifatturiero rappresenta per ogni azienda un cambiamento complesso da gestire. Un'azienda che intraprende questo cammino necessita di un supporto tecnologico adeguato che rende il massimo dell'efficienza solo in presenza di un quadro organizzativo dettagliato e consapevole in grado di snellire ed efficientare i processi.

Un modello di analisi utile a capire la "prontezza" di un'azienda nell'affrontare un cammino di digitalizzazione è il DREAMY (Digital REAdiness Assessment MaturitY)<sup>1</sup>.

La mission che ha guidato gli ideatori del modello è la generazione di awareness per guidare le aziende manifatturiere verso industria 4.0<sup>2</sup>.

Si sviluppa grazie ad un accordo siglato tra Confindustria, Assoconsult e Politecnico di Milano e prevede la collaborazione con i Digital Innovation Hub (DIH) al fine di supportare le aziende presenti in tutti i territori ad intraprendere progetti e programmi di investimento in tema di Industria 4.0 e digitalizzazione.

Questo si articola attraverso uno strumento di autovalutazione della maturità digitale delle aziende manifatturiere e un'analisi della maturità digitale svolta da personale esperto e specializzato in tema di Industria 4.0 tramite il DREAMY.

Il primo è disponibile gratuitamente al sito [preparatialfuturo.confindustria.it](http://preparatialfuturo.confindustria.it) e rivolto a tutte le aziende manifatturiere con il supporto del DIH.

In seguito, le aziende che hanno valutato autonomamente la propria maturità digitale possono approfondire l'analisi svolta richiedendo il supporto di personale esperto e accreditato dal Politecnico di Milano ad utilizzare il DREAMY.

L'insieme delle due soluzioni ha il fine di definire una metodologia concreta che consenta alle aziende di definire la propria strategia digitale e di individuare le azioni e le tecnologie necessarie alla completa trasformazione e di individuare i propri punti di forza e di debolezza per capire su cosa far leva per migliorare la propria situazione attuale.

Nato, dunque, per valutare la maturità digitale dei processi che più di tutti concorrono alla creazione del valore nelle aziende manifatturiere, il modello ha subito continue revisioni e aggiornamenti. È in grado di fornire una fotografia della maturità digitale in termini di grado di capacità di esecuzione, monitorag-

1. Sergio Terzi, *La "Digital Readiness" nel Manufacturing: il modello DREAMY*, articolo disponibile sul sito [blog.osservatori.net/it\\_it/digital-readiness-nel-manufacturing-modello-dreamy](http://blog.osservatori.net/it_it/digital-readiness-nel-manufacturing-modello-dreamy), 14 Novembre 2018, ultima consultazione 26 Marzo 2019.

2. Anna De Carolis, Marco Macchi, Giovanni Miragliotta, Sergio Terzi, Marco Taisch, *DREAMY 4.0 Un modello per generare awareness e guidare le aziende manifatturiere verso Industria 4.0*, presentazione svolta durante il forum "AZIENDE 4.0: E TU COSA FAI?" disponibile sul sito [confindustria.pu.it/images/primo\\_piano/presentazione-dott.ssa-de-carolis-19-10-2017\\_dreamy40\\_v1.0.pdf](http://confindustria.pu.it/images/primo_piano/presentazione-dott.ssa-de-carolis-19-10-2017_dreamy40_v1.0.pdf), Senigallia, 19 Ottobre 2017, ultima consultazione 26 Marzo 2019.

gio e controllo, organizzazione, utilizzo di tecnologie ICT, processi di ingegneria, di prodotto e di processo, gestione della produzione, della qualità, della manutenzione, della logistica e anche della supply chain.

L'analisi alla base di questo modello è orientata ad una valutazione di maturità dei processi secondo: organizzazione, processi (monitoraggio e controllo, ed esecuzione) e tecnologie di supporto.

Da qui è possibile distinguere l'azienda come in:

- stato iniziale se i processi sono poco controllati e la gestione degli stessi avviene con un approccio reattivo;
- secondo livello, se l'esperienza dei manager è l'unica a guidare le scelte di decisione;
- ultimo livello di maturità, in cui i processi e l'organizzazione sono pronti per iniziare il percorso verso Industria 4.0.

Una prima differenza di approccio vi è fra le aziende familiari, cresciute sull'esperienza personale e in cui la discontinuità digitale può essere frenata dal successo delle esperienze passate, e fra le aziende già strutturate e mature che hanno già iniziato un'analisi della gestione dei propri processi riorganizzandoli con il supporto di sistemi tecnologici.

Modelli come il DREAMY consentono di definire la propria strategia digitale e di individuare le azioni e le tecnologie necessarie alla completa trasformazione, individuando i punti di forza e di debolezza per capire su cosa far leva per migliorare la situazione attuale. Il modello è particolarmente utile per le aziende poiché costituisce una valutazione imparziale e completa, aggiornata allo stato dell'arte e della pratica suggerendo indicazioni per road-map di sviluppo e di investimento. Ma è utile anche ai fornitori di servizi 4.0 per capire i bisogni reali delle aziende industriali in termini di tecnologie e alle università ed i centri di ricerca per contribuire al progresso scientifico, insegnare il metodo e diffondere la "cultura del 4.0".

A tal fine verrà, quindi, ripercorsa la struttura principale del modello per analizzare il caso studio HP Composites.

## **DIGITAL MATURITY ASSESSMENT**

Per investire nelle tecnologie digitali è necessario conoscere nei minimi dettagli lo stato digitale dell'azienda dando una misura delle pratiche comuni che creano valore. Questa fase ripercorre tutta la backbone aziendale nelle sue funzioni.

## DESIGN & ENGINEERING

Interviene nella progettazione del layout dell'impianto produttivo, attraverso il miglioramento dell'ergonomia d'uso delle attrezzature e dei flussi produttivi. La progettazione delle parti da produrre avviene a partire dai disegni 2D e dalle specifiche richieste dai clienti. Il processo di laminazione viene definito a seconda delle caratteristiche strutturali e di producibilità. La redazione del Ply Book è fondamentale per la produzione poiché contiene le informazioni per la corretta disposizione delle pelli e delle altre specifiche della parte.

Esiste una persistente comunicazione con il reparto produttivo per la verifica delle prestazioni attese in fase progettuale ed il loro possibile miglioramento.

## OPERATION MANAGEMENT

La pianificazione e il controllo degli stati produttivi delle singole lavorazioni è fondamentale per favorire l'efficientamento.

Il controllo delle singole fasi produttive e il monitoraggio della qualità avviene attraverso il MES (Manufacturing Execution System). Il MES è un sistema che acquisisce e distribuisce informazioni che consentono l'ottimizzazione delle attività produttive dal lancio dell'ordine al prodotto finito. Utilizzando dati real-time, attuali ed accurati, il MES guida, risponde e informa sulle attività dello stabilimento e dei reparti produttivi così come e quando esse accadono. La rapidità di reazione risultante, unita alla attenzione nella riduzione delle attività senza valore aggiunto, guidano le operazioni ed i processi dello stabilimento al massimo dell'efficienza<sup>3</sup>.

Ogni operatore di produzione si interfaccia con il sistema touchscreen che attraverso la lettura di codici a barre rileva le varie informazioni utili.

## TAGLIO

Il controllo delle lavorazioni parte dalla consegna delle dime e del codice a

3. Definizione della Manufacturing Enterprise Solutions Association International (MESA International). Una comunità mondiale senza scopo di lucro di aziende manifatturiere, fornitori di hardware e software informatici, integratori di sistemi, fornitori di servizi di consulenza, analisti, editori, accademici, e studenti. L'obiettivo di MESA è aiutare le aziende associate a migliorare i risultati di business e le operazioni di produzione attraverso l'applicazione e l'implementazione della tecnologia informatica e le migliori pratiche di gestione. La MESA fu inizialmente fondata, nel 1992, per promuovere il Manufacturing Execution Systems, il cui acronimo è portata si estese successivamente alla Manufacturing Enterprise Solutions Association per includere un più ampio ambito di funzioni nell'intera catena di valore della produzione industriale e l'integrazione di dispositivi di impianto e sistemi di controllo in sistemi aziendali e business intelligence per livelli più elevati di automazione, visibilità, ottimizzazione e orchestrazione dei processi di produzione. Vedi il sito [mesa.org/en/membership/joinnow.asp](http://mesa.org/en/membership/joinnow.asp), ultima consultazione 26 Marzo 2019.

barre da parte dell'ufficio tecnico di taglio al reparto vero e proprio di taglio. Qui, come negli altri processi della filiera produttiva, l'operatore si identifica con il sistema MES puntando un codice a barre personale e dichiara inizio e fine lavorazione attraverso le opportune funzioni del sistema touch, con la relativa scansione del codice a barre della parte interessata. Una volta finito il taglio delle pelli l'operatore procede all'imbustamento del kit della parte che contiene le pelli, appunto, il Ply Book con le istruzioni di laminazione e l'etichetta corrispondente alla parte.

#### *LAMINAZIONE*

L'operatore procede all'estrazione del contenuto del kit dalla busta. Il Ply Book darà le necessarie indicazioni riguardanti lo stampo da preparare, le direttive sulle disposizioni delle pelli e la preparazione del sacco per l'autoclave o per particolari preparazioni.

#### *SACCO*

L'operatore procede all'estrazione del contenuto del kit dalla busta. Il Ply Book darà le necessarie indicazioni riguardanti lo stampo da preparare, le direttive sulle disposizioni delle pelli e la preparazione del sacco per l'autoclave o per particolari preparazioni.

#### *CURA<sup>4</sup>*

Il processo di cura può avvenire in diversi passaggi e con macchinari differenti:

- *Autoclave.* È utilizzata per la produzione di parti complesse come le monoscocche o pezzi destinati al settore aerospaziale. Pressione e temperatura interna sono controllate così da permettere una resa uniforme della componente epossidica del prepreg.
- *Press Moulding.* La stampa tramite pressa permette di avere un'elevata qualità e uniformità con tempi di ciclo brevi. Indicata per parti in serie strutturali di piccole dimensioni e di media complessità.
- *Compression Moulding.* Il ciclo di cura è svolto sotto pressa all'interno di stampi riscaldati. Normalmente si utilizza fibra corta e si adatta alla costruzione di parti piccole molto

4. HP Composites, *TECNOLOGIE*, informazioni disponibili sul sito [hpcomposites.it/tecnologie.html](http://hpcomposites.it/tecnologie.html), ultima consultazione 26 Marzo 2019.

semplici.

- *Hot Forming Pre Preg.* È una tecnologia sviluppata nel settore aeronautico per industrializzare la fase di laminazione manuale. Consiste nella termoformatura di pacchetti di preimpregnati da stampare poi in pressa o in autoclave. La formatura avviene grazie all'applicazione di calore e vuoto su un pacchetto di preimpregnato posto sul proprio stampo di formatura.
- *Air Press Moulding.* Tecnologia sviluppata da HP Composites cercando di creare un processo produttivo che potesse avere i vantaggi della produzione in autoclave e quelli della produzione in pressa. Questa tecnologia è l'ideale per grandi pezzi e per un'elevata produttività mantenendo l'equilibrio tra costi e prestazioni.
- *RTM.* Consiste nell'iniezione di resina in pressione attraverso preforme di fibra secca contenute all'interno di stampi rigidi chiusi. I prodotti della RTM sono caratterizzati da un limitato rapporto tra fibra e resina. Si adatta a geometrie semplici, ad alto spessore e preferibilmente dalle dimensioni non eccessive. Normalmente gli stampi metallici sono riscaldati e contrastano le forze di iniezione della pressa.
- *VARTM.* Simile alla tecnologia RTM con la differenza che le pressioni di iniezione sono molto basse e assistite dal vuoto. Non sono necessari né controstampi metallici né la pressa. Performance molto limitate. HP ha sviluppato una variante del VARTM e dell'infusione che consente di iniettare resine più reattive e di ridurre drasticamente i contenuti di vuoti.
- *Space Frame Technology.* Tecnologia che consente di ottenere un prodotto finito ad elevate performance formato da diverse parti (anche costruite con diverse tecnologie). Le parti sono assemblate fra di loro garantendone la continuità strutturale grazie a riporti locali di preimpregnato, il tutto processato in autoclave (a caldo e sotto pressione) a garanzia delle prestazioni finali.
- *C-RTM.* Tecnologia sviluppata da HP Composites che combina i vantaggi della produzione in Autoclave (nessun vuoto, tempi di ciclo brevi, semplicità nell'introdurre una modifica dello spessore) e quella dell'RTM (basso costo dei

materiali, alto tasso di produzione).

#### *ESTRAZIONE*

Viene disaccoppiato lo stampo dal pezzo, questo può procedere per il reparto di finitura o ritornare in laminazione per la sovrapposizione di nuove pelli.

#### *CONTROLLO QUALITÀ*

Per ogni componente, viene controllati una serie di criticità da parte dell'operatore responsabile, come ad esempio le sue dimensioni, il suo peso e i dettagli di qualsiasi modo in cui si discosta dai dati di pianificazione. Ogni prodotto ha il proprio numero identificativo univoco inciso su di un'etichetta per garantire la completa tracciabilità sia durante il processo di fabbricazione sia per il suo successivo utilizzo.

Vi sono diversi metodi per il controllo qualità ed ogni pezzo può esserne interessato in tutti o solo una parte di questi. Le maschere di prova vengono lavorate attraverso macchine a controllo numerico a partire dai disegni per verificare i volumi di ciascuna parte dei componenti prodotti mentre un metodo più avanzato è costituito dal controllo dimensionale tramite un tastatore digitale il quale verifica, toccando la parte, le coordinate nello spazio di una serie di punti campione. Confrontando la scansione ottenuta con il corrispondente modello digitale della parte è possibile verificare se le tolleranze rientrano nelle specifiche di progetto. In ogni caso il controllo ad occhio nudo dei riflessi superficiali costituisce un punto di partenza per una verifica rapida ed efficace.



Digital cutter per il taglio delle pelli in prepreg. Foto: HP Composites.



MEADY NE SH 2574-522

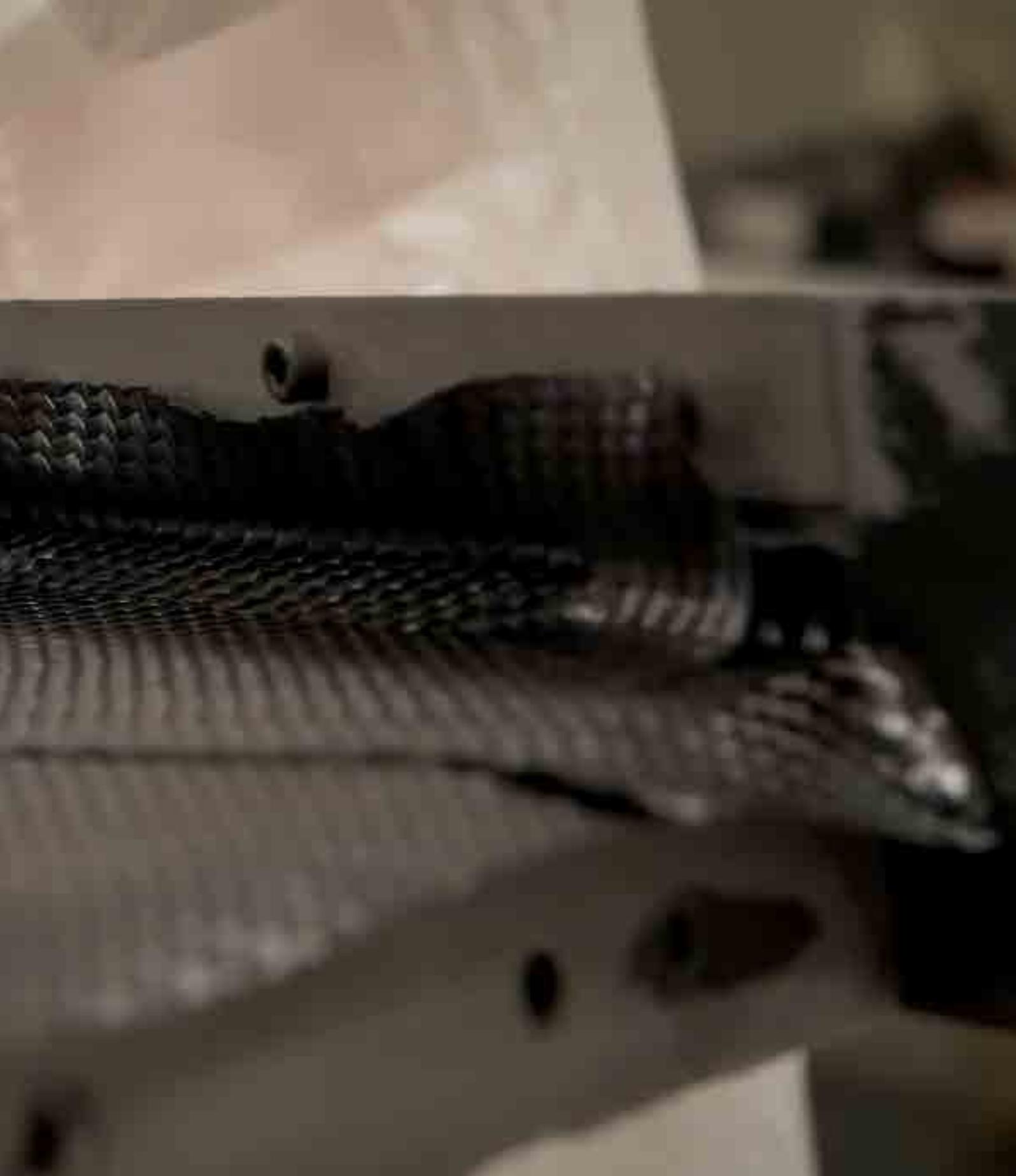




Digital cutter per il taglio delle pelli in prepreg. Foto: HP Composites.



Laminazione. Foto: HP Composites.







Preparazione dei sacchi per la cura. Foto: HP Composites.



Autoclave con parti pronte per la cura. Foto: HP Composites.







Estrazioni delle parti curate in autoclave dai sacchi. Foto: HP Composites.



Finitura di una parte curata in autoclave. Foto: HP Composites.







Analisi dimensionale attraverso un tastatore digitale. Foto: HP Composites.

### QUALITY MANAGEMENT

Riguarda le comunicazioni di stato di controllo qualità verso l'Operation Management e le strategie di miglioramento delle prestazioni da applicare al processo. Un'analisi efficiente e approfondita della qualità fa la differenza per la riduzione di colli di bottiglia e il rispetto delle prestazioni richieste in fase di progettazione. Attualmente questo processo ha un alto livello di digitalizzazione. Tutti i dati sono acquisiti tramite il MES ed è possibile tenere traccia della storia produttiva di ogni singolo pezzo e delle sue prestazioni qualitative.

### MAINTENANCE MANAGEMENT

Interviene nel progettare, organizzare e gestire la manutenzione interna all'azienda al fine di migliorare le prestazioni impiantistiche, ridurre i costi di manutenzione, migliorare l'efficienza delle azioni manutentive anche in prevenzione. Le applicazioni di Computerized Maintenance Management System (CMMS) sono fondamentali nel supporto dei servizi di manutenzione. Gli interventi di manutenzione hanno cadenza temporale e non sono dettati da algoritmi predittivi. L'integrazione con il sistema MES acquisisce i dati sugli interventi di manutenzione.

### LOGISTIC MANAGEMENT

È la gestione efficiente dei flussi di materiali fino alla consegna dei prodotti finiti attraverso i relativi dati e informazioni di scambio. Il processo è quasi totalmente a carico di provider logistici esterni; il controllo dell'azienda inizia dallo stoccaggio e la rimarchiatura di codici a barre secondo le specifiche dei clienti e termina con l'affidamento al corriere. La digitalizzazione dei dati di presa in carico e consegna è affidata a quest'ultimo.

### SUPPLY CHAIN MANAGEMENT

Interviene nella gestione della rete con i partners esterni, dall'approvvigionamento, alla gestione dell'inventario fino alla vendita. Per le merci in input il MES svolge un ruolo fondamentale. Infatti il sistema gestisce le scadenze della materia prima e il suo uso in fase di produzione, la gestione della commessa a partire dall'ordine fino alla spedizione e l'eventuale ordine di nuova materia prima.

### **LIVELLO DELLA MATURITÀ DIGITALE**

Nell'analisi sono valutate le informazioni relative a come avviene il monitoraggio e il controllo del processo analizzato, le informazioni relative alle

tecnologie ICT, hardware e/o software, utilizzate a supporto dei processi, e le informazioni relative e come avviene l'esecuzione produttiva, le informazioni relative a com'è strutturata l'organizzazione per il supporto dei processi.

Questi sono pienamente pianificati e implementati attraverso standard comuni e condivisi dai vari settori di produzione e attraverso l'applicazione di best practices organizzative e tecnologiche.

L'orientamento alla digitalizzazione dei processi presenta alcuni ostacoli. Il sistema di gestione degli ordini di lavoro e controllo non è completamente digitale; si basa su un sistema ibrido digitale e fisico. I barcode identificano parti, seriali e lavorazioni e la loro lettura attraverso gli scanner restituisce attraverso l'intermediazione di un applicativo MES (Manufacturing Execution System). A questo sistema si interfacciano gli operatori di produzione delle diverse fasi, con l'applicazione software gestionale delle risorse ERP (Enterprise Resource Planning). Gli ordini di lavorazione e controllo così come l'etichettatura delle parti vengono, però, distribuiti in forma cartacea e accompagnano i semilavorati nelle varie fasi di produzione. In particolare, le etichette non sempre si adattano alle superfici sulle quali sono applicate e la scarsa aderenza ne causa il distacco. Le distinte base vengono prodotte nella prima fase di taglio e accompagnano i semilavorati all'interno di un sacco. Ciò può rendere difficoltoso e dispersivo il reperimento del documento e la lettura delle rispettive fasi di lavorazione.

Lo smarrimento dell'ordine di lavorazione e controllo comporta la ristampa dello stesso per il proseguimento della lavorazione, in caso di smarrimento congiunto di etichetta e ordine di lavoro comporta gravi dispendi di risorse che devono essere evitati.

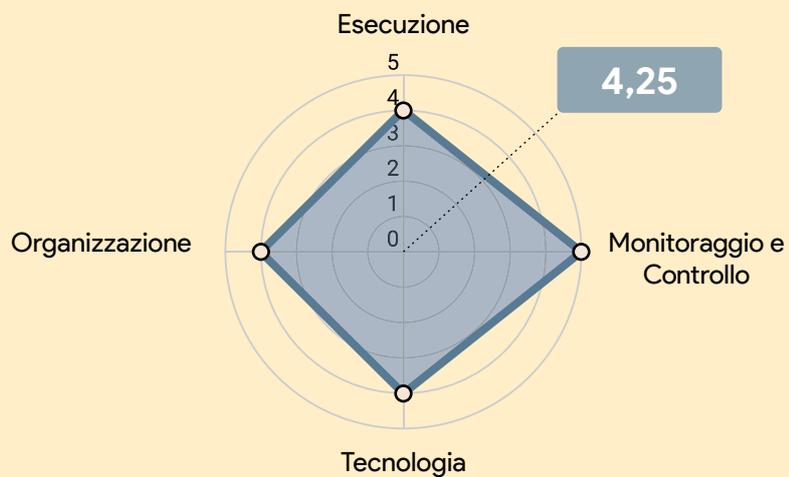
Infine è assente la comunicazione dei dati di produzione fra le macchine e il sistema MES attraverso protocolli di tipo MtoM (Machine to Machine).

---

## Valutazione delle funzioni aziendali

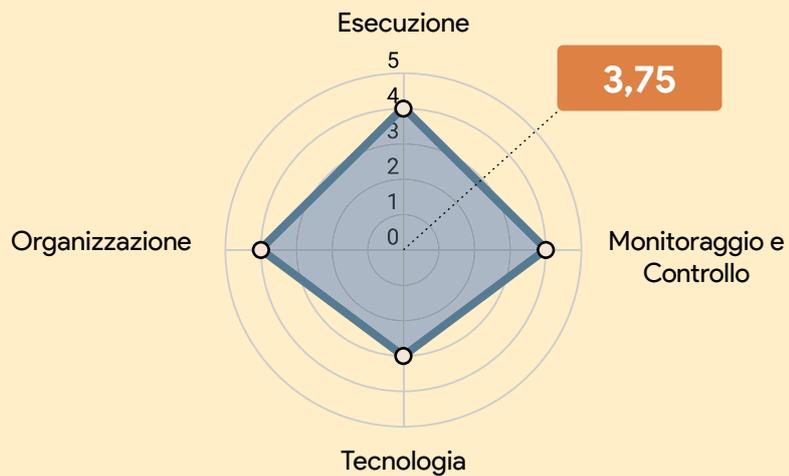
---

### DESIGN AND ENGINEERING

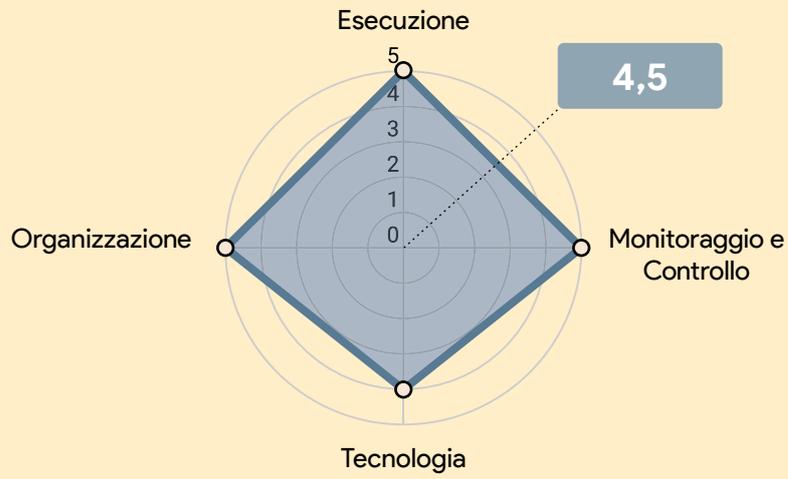


---

### PRODUCTION MANAGEMENT

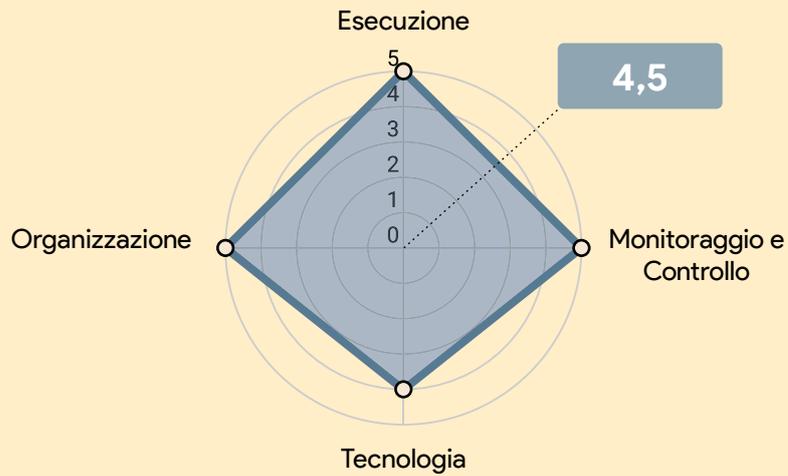


## QUALITY MANAGEMENT

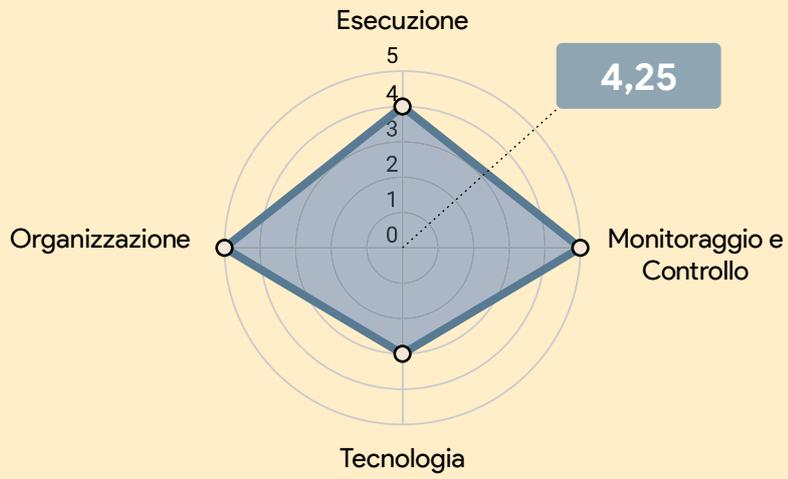


---

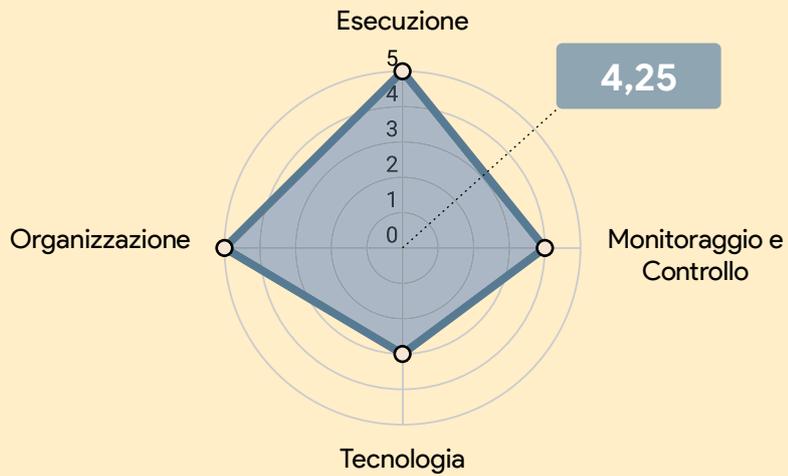
## MANTAINANCE MANAGEMENT



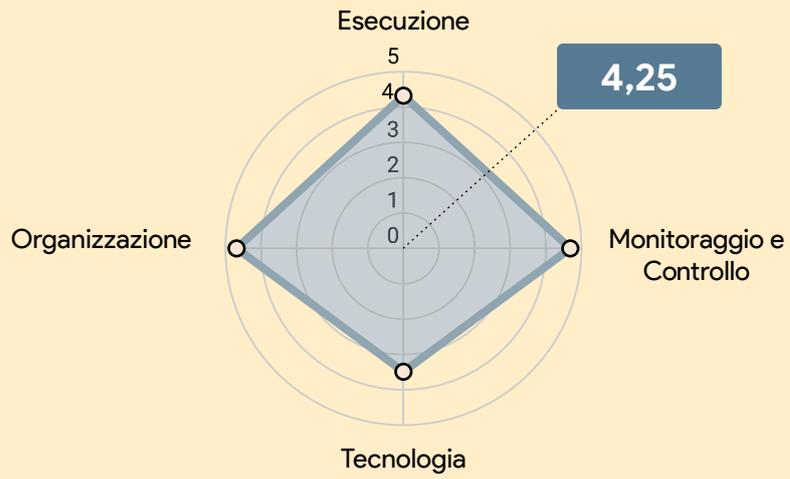
## LOGISTIC MANAGEMENT



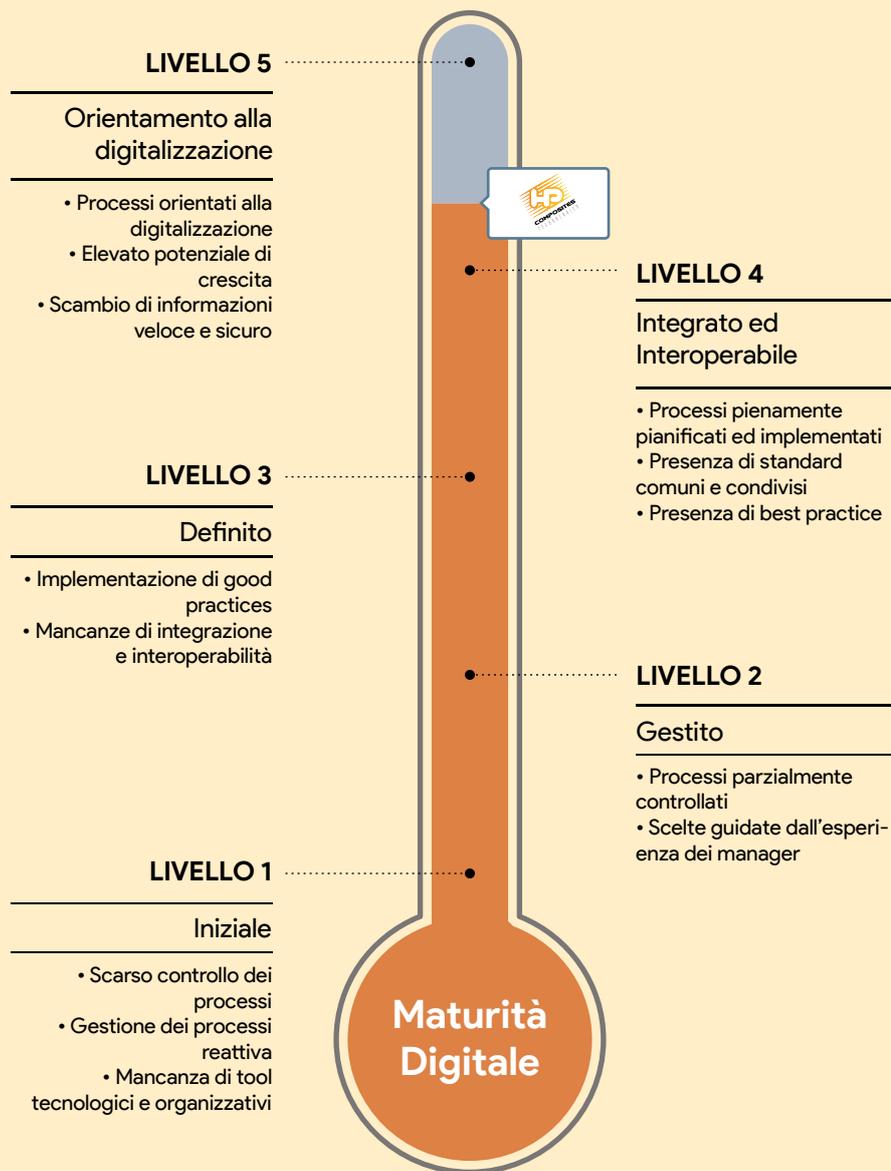
## SUPPLY CHAIN MANAGEMENT



**AVERAGE**



# Il termometro della maturità digitale



## Valutazione di punti di forza e debolezza delle funzioni aziendali

Area di processo	Dimensione analizzata	Punti di forza	Punti di debolezza
Design and Engineering	Esecuzione	Protocolli per la progettazione condivisa	Mancanza di interfacce di progettazione immersive
	Monitoraggio e controllo	Riunioni ricorrenti	
	Tecnologia	CAD avanzato specifico per la progettazione dei compositi	
	Organizzazione	Gerarchie e Ruoli ben definiti	Mancanza di sistemi di messaggistica istantanea efficienti (troppo attenzione nelle lavorazioni (l'esecuzione non rispetta le tempistiche progettate), Piybook cartaceo, certificazioni e dell'identità dell'operatore debole
Production Management	Esecuzione	Applicativo MES, attenzione sartoriale.	La complessità dei dati è gestita attraverso un'interfaccia altrettanto complessa, il front-end del MES è molto complesso dando molto spazio a funzioni poco utilizzate
	Monitoraggio e controllo	Controllo delle informazioni MES puntuale e dettagliato	
	Tecnologia	Alto controllo sulle informazioni di produzione con acquisizione online dei dati(Serial Numbers, Part Number, Lavoratori, Operatori)	Sistema basato su supporto cartaceo deteriorabile (ordini di lavorazione)
	Organizzazione	Confronto continuo nella gestione della produzione	Mancanza di sistemi di comunicazione digitale fra esecuzione e controllo
Quality Management	Esecuzione	Controlli puntuali e ripetuti anche su semilavorati	
	Monitoraggio e controllo	Implementazione del controllo su MES	
	Tecnologia	Utilizzo di controllo visivo e tecniche di reverse engineering avanzate	
	Organizzazione	Confronto continuo nella gestione della produzione	Mancanza di sistemi di comunicazione digitale fra esecuzione e controllo
Maintenance Management	Esecuzione	Impiego di tecnici specializzati	
	Monitoraggio e controllo	Controlli e Manutenzione ben calendarizzati	Mancanza di comunicazione M/M/I, di tecniche predittive, telecontrollo e telemanutenzione attraverso tecnologie in realtà aumentata
	Tecnologia		
	Organizzazione	Ciclo produttivo ridisegnato puntualmente in caso di manutenzione	
Logistic Management	Esecuzione	Impiego di tecniche d'esecuzione adeguate	
	Monitoraggio e controllo	Pieno controllo attraverso il MES, elaborazione approvvigionamenti predittiva	Controllo degli input e degli output fuori dall'azienda debole.
	Tecnologia	Controllo puntuale attraverso codici a barre	
	Organizzazione	Impiego di tecniche organizzative adeguate	
Supply Chain Management	Esecuzione	Integrazione tra domanda e fornitura	
	Monitoraggio e controllo	Treatmento ordini con il MES	
	Tecnologia	Piano controllo attraverso il MES, elaborazione approvvigionamenti predittiva	Rintracciamento (tramite barcode)
	Organizzazione	Confronto continuo con i soggetti esterni	Customer care debole, mancanza di protocolli comuni di comunicazione software con i soggetti esterni

## Definizione della digital transformation strategy

<b>FASE 1. Sperimentazione della tecnologia RFID</b>	<b>FASE 2. Sperimentazione dell'interfaccia RFID per</b>	<b>FASE 3. Sperimentazione della comunicazione</b>	<b>FASE 4. Sperimentazione della tecnologia su telaio</b>	<b>FASE 5. Sperimentazione app "libretto digitale" del</b>	<b>FASE 6. Implementazione tecnologia produzione in</b>	<b>FASE 7. Sperimentazione della tecnologia AR per la</b>
Studio della tecnologia RFID applicativa	Design del dispositivo prototipo (ergonomia, funzionalità)	Letture dell'identità tramite tecnologia RFID	Test delle fasi 1, 2, 3 con applicazione su telaio in composito	Design e sperimentazione su campione dell'app "libretto digitale"	Implementazione della comunicazione MtoM	Design della piattaforma di traduzione del progetto delle pelli CAD in applicazione AR
Studio della fattibilità applicativa	Sperimentazione del prototipo (ergonomia, funzionalità)	Invio delle informazioni della parte lavorata			Approvvigionamento delle interfacce RFID	Design della comunicazione interfaccia RFID - visore AR
Test di produzione composito con tag RFID	Test del prototipo del ciclo di produzione con interfaccia RFID e comunicazione con il MES				Completamento del ciclo produttivo digitale	Introduzione nel ciclo produttivo
Test di lettura dei tag RFID						

## Valutazione delle opportunità di miglioramento

Area di processo	Opportunità di miglioramento
Design and Engineering	Uso di interfacce di progettazione immersive
	Uso di sistemi di messaggistica istantanea efficienti
Production Management	Uso di sistemi di incentivo all'efficienza produttiva con sistemi di gamification
	Uso di sistemi di istruzioni di produzione con tecnologie immersive e AR per il tracciamento e la disposizione delle pelli sugli stampi
	Uso di sistemi con tecnologie biometriche per l'identità digitale dell'operatore
	Redesign dell'interfaccia virtuale del front-end del MES semplificato
	Utilizzo di nuove periferiche semplificate ed intelligenti di interfaccia con il MES
	Implementazione di sistemi informatici per la comunicazione diretta delle informazioni di produzione della macchina con il sistema MES (dati su lavorazione, operatore parti in lavorazione, stato...)
	Digitalizzazione completa degli ordini di lavorazione attraverso sensori di identificazione (RFID)
	Uso di piattaforme di organizzazione e controllo della produzione che incrementino l'efficienza comunicativa (Asana, Slack...)
Quality Management	Uso di piattaforme di organizzazione e controllo della qualità che incrementino l'efficienza comunicativa attraverso la raccolta dati in formato virtuale (foto, video, modelli virtuali)
Maintenance Management	Implementazione di sistemi informativi per la comunicazione diretta dello stato di salute della macchina con il sistema MES e con il manutentore
	Uso di tecniche predittive di manutenzione basate sull'analisi dei dati di produzione e manutenzione.
	Utilizzo di tecnologie per la telemanutenzione a distanza (software) e per la teleassistenza in AR
Logistic Management	Rafforzamento della raccolta dei dati degli input e output attraverso sistemi di localizzazione delle risorse in tempo reale (RTLS) con piattaforme RFID
	Utilizzo di interfacce di localizzazione tangibili per la localizzazione delle risorse (segnalazione luminosa delle zone di stoccaggio)
Supply Chain Management	Aumento dei flussi di comunicazione dei dati con i soggetti esterni attraverso specifiche piattaforme condivise
	Controllo della produzione post-vendita attraverso piattaforme intelligenti (performance e soddisfazione clienti)
	Creazione di un nuovo modello di business per l'assistenza e la manutenzione della produzione post-vendita attraverso sistemi RFID

Da una prima valutazione emerge anche in accordo con la parte aziendale che il processo di gestione delle operazioni ha necessità di una profonda ristrutturazione digitale per completare il processo di smart factoring intrapreso con l'introduzione del MES.

Ne è seguito un attento report fotografico che testimonia le lacune e le debolezze dell'utilizzo del supporto cartaceo per la gestione degli Ordini di Lavorazione (ODL), dell'utilizzo di etichette con barcode, e della interfaccia con il MES delocalizzata rispetto alle varie postazioni di lavoro.

Nella pagina successiva vi è un fac simile dell'ODL che accompagna la lavorazione delle singole parti.

Nel primo riquadro in alto a sinistra sono riportati il numero della parte da lavorare (P/N) che è strettamente correlato al modello virtuale CAD progettato, il numero di seriale (S/N) che identifica l'anno di produzione e il numero della copia della specifica parte, una breve descrizione per un ulteriore riconoscimento della parte da parte degli operatori di produzione.

Il riquadro centrale è predisposto per l'etichetta da porre sulla parte prima della cottura in autoclave e contiene gli stessi dati del riquadro precedente.

L'etichetta svolge un ruolo centrale per il rintracciamento della parte per eventuali correzioni e richiami durante il processo produttivo.

Il riquadro in alto a destra riporta la data di stampa in modo che se il processo di produzione venga aggiornato sarà possibile effettuare le lavorazioni con gli ultimi aggiornamenti.

Le righe in successione specificano le rispettive lavorazioni con indicazioni sul materiale da utilizzare (uno specifico rotolo di prepreg in scadenza ad esempio), macchina da utilizzare, reparto di destinazione,...

Il tutto è comunicato sul MES tramite specifico codice a barre, sempre inserito nella postazione associandolo al codice a barre identificativo dell'operatore.

L'operatore deve inoltre compilare l'ODL riportando eventuali note d'esecuzione, data, ora, e firma.

L'ODL può essere costituito da una singola pagina fino a diverse pagine a seconda della complessità ed il numero di passaggi tra i vari reparti produttivi. Inoltre in reparti di lavorazione dove vi è un'elevato tasso di serializzazione delle operazioni, come può essere il taglio delle pelli dello stesso tipo di parte ma che andranno a costituire kit diversi, l'operatore è costretto a ripetere l'operazione di aggancio delle lavorazioni per ogni singola pelle da tagliare.

### Ordine di Lavorazione e Controllo

	N.ord.: 1234/AA      Riga: 1 P/N: PAH4P0000001 S/N: 2019/0000001  <b>Descrizione:</b>  H43.PH4.F38.GF-B Parte esempio - FACSIMILE	 P/N: PAH4P0000001  S/N: 2019/0000001 H43.PH4.F38.GF-B Parte esempio - FACSIMILE	Data di stampa: Lunedì 7 Gennaio 2019
---	---	--	--

<b>Fase</b> Istruzioni Reparto Macchina	1      TAGLIO PX_REV05 1      REPARTO TAGLIO CUTTER_01	 1234567890
--	---	---

Note \_\_\_\_\_

**Inizio (Data)** \_\_\_\_\_ **(Ora)** \_\_\_\_\_  
 Esito:  OK  KO

Firma \_\_\_\_\_

<b>Fase</b> Istruzioni Reparto Macchina	2      LAMINAZIONE PX_REV05 2      REPARTO LAMINAZIONE	 1234567890
--	--	---

Note \_\_\_\_\_

**Inizio (Data)** \_\_\_\_\_ **(Ora)** \_\_\_\_\_  
 Esito:  OK  KO

Firma \_\_\_\_\_

<b>Fase</b> Istruzioni Reparto Macchina	3      SACCO PX_REV05 3      REPARTO SACCO	 1234567890
--	--	---

Note \_\_\_\_\_

**Inizio (Data)** \_\_\_\_\_ **(Ora)** \_\_\_\_\_  
 Esito:  OK  KO

Firma \_\_\_\_\_

<b>Fase</b> Istruzioni Reparto Macchina	4      AUTOCLAVE PX_REV05 4      REPARTO AUTOCLAVE AUTOCLAVE_01	 1234567890
--	--	---

Note \_\_\_\_\_

**Inizio (Data)** \_\_\_\_\_ **(Ora)** \_\_\_\_\_  
 Esito:  OK  KO

Firma \_\_\_\_\_

<b>Fase</b> Istruzioni Reparto Macchina	5      ESTRAZIONE PX_REV05 5      REPARTO ESTRAZIONE	 1234567890
--	--	---

Note \_\_\_\_\_

**Inizio (Data)** \_\_\_\_\_ **(Ora)** \_\_\_\_\_  
 Esito:  OK  KO

Firma \_\_\_\_\_

<b>Fase</b> Istruzioni Reparto Macchina	6      QUALITÀ PX_REV05 6      CONTROLLO QUALITÀ	 1234567890
--	--	---

Note \_\_\_\_\_

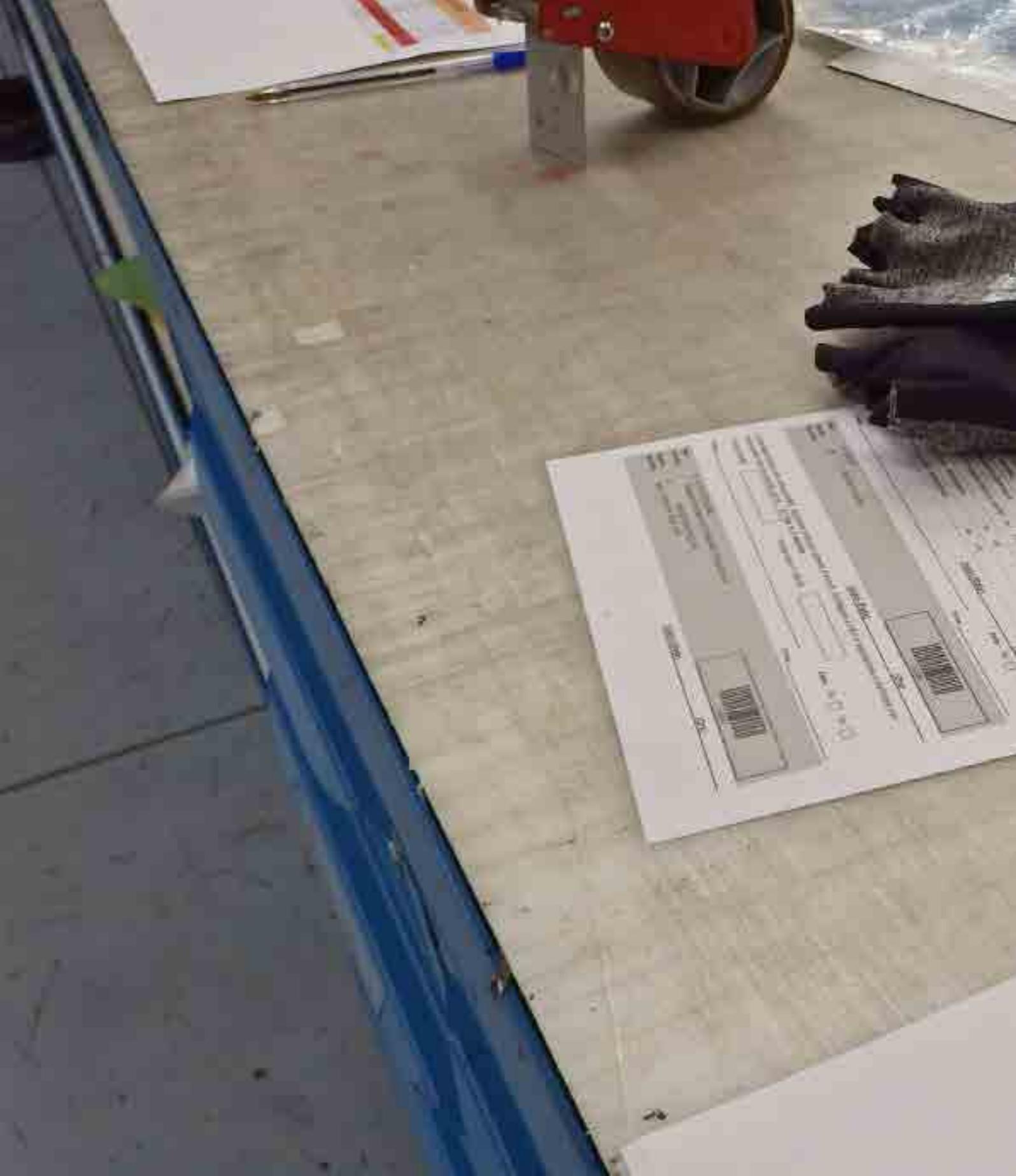
**Inizio (Data)** \_\_\_\_\_ **(Ora)** \_\_\_\_\_  
 Esito:  OK  KO

Firma \_\_\_\_\_



Aggancio simultaneo di diverse parti da tagliare da parte dell'operatore di produzione. Foto: Nicolò Colafemmina.









Accoppiamento delle pelli con il corrispettivo Ordine di Lavorazione per il confezionamento dei kit. Foto: Niccolò Colafemmina.









Kit di lavorazione pronti per il passaggio ai reparti successivi. Foto: Nicolò Colafemmina.





Carrelli per il trasporto di kit di lavorazione pronti. Foto: Niccolò Colafemmina.



TRAPPOHRE  
DO NOT STACK

LOVE REZEAL...  
770  
UPHOLE DASHES...  
QUANTITY PER CARTON  
REVENOM 120 x 120  
CNC

EUSTIE PRODUCTS  
EUSTIE PRODUCTS



Call us anytime  
Call us anytime

PROCEDURA

1) Ottenere l'elenco delle lavorazioni  
indicando la data di riferimento

2) Al termine della lavorazione  
numero di lotte lavorati, come il

LA LAVORAZIONE KIT

... come da prima, andando su "LAVORAZIONE" nel  
la maschera degli appositi (pnl).

... kit, andare su "SOSPENSIONE" e dichiarare il  
ritorno nell'immagine riportata sotto.



Set di istruzioni per la dichiarazione della lavorazione nel sistema MES. Foto: Nicolò Colafemmina.





Selezione della funzione di agganciamento dell'ordine di lavorazione da parte dell'operatore. Foto: Niccolò Colafemmina.





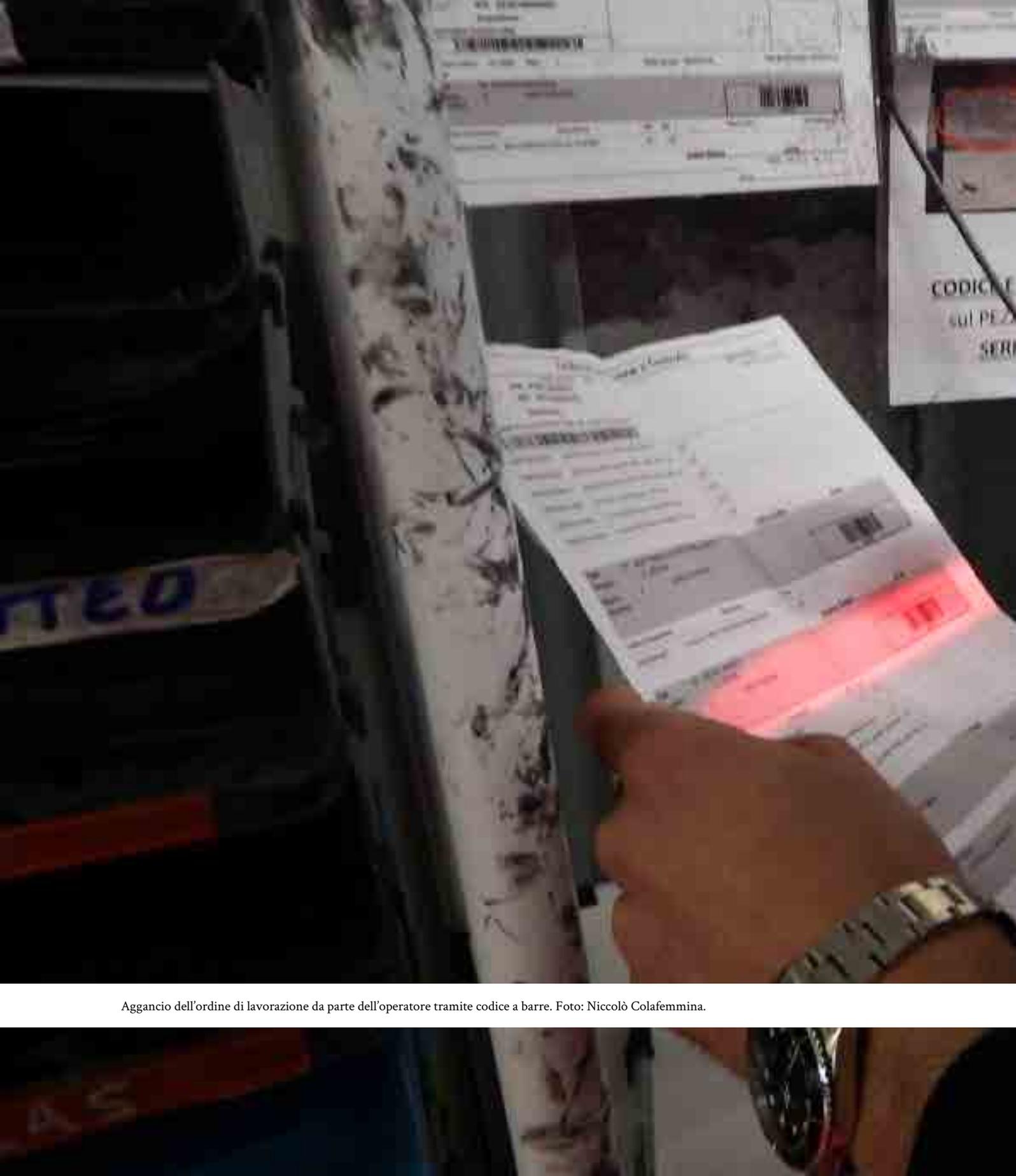
COPIE SOCIAL NUMBER / SA  
NOM / PRENOM / DATE DE NAISSANCE / COMMUNE /  
N° D'IDENTIFICATION

basic





Dettaglio del lettore di codici a barre collegato al sistema AllinOne touchscreen del MES. Foto: Niccolò Colafemmina.



Aggancio dell'ordine di lavorazione da parte dell'operatore tramite codice a barre. Foto: Niccolò Colafemmina.

Order # 11  
PA. 180120001  
PA. 2000 000000  
000

!!!ATTENZIONE!!!  
SERIAL NUMBER (SN) dell'ETICHETTA  
DEVE essere uguale  
AL NUMBER (S

ESIGENZA  
SOLICITAZIONE

SECONDO  
L'ART. 100, C. 1



TURNO 1





Cassette per la raccolta degli ordini di lavorazione in fase di avanzamento divisi per turno e per operatore. Foto: Niccolò Colafemmina.





Desk del reparto laminazione durante la lavorazione di un kit. Foto: Niccolò Colafemmina.





1032  
24

Form with various fields and checkboxes, partially obscured by the red plastic wrap.

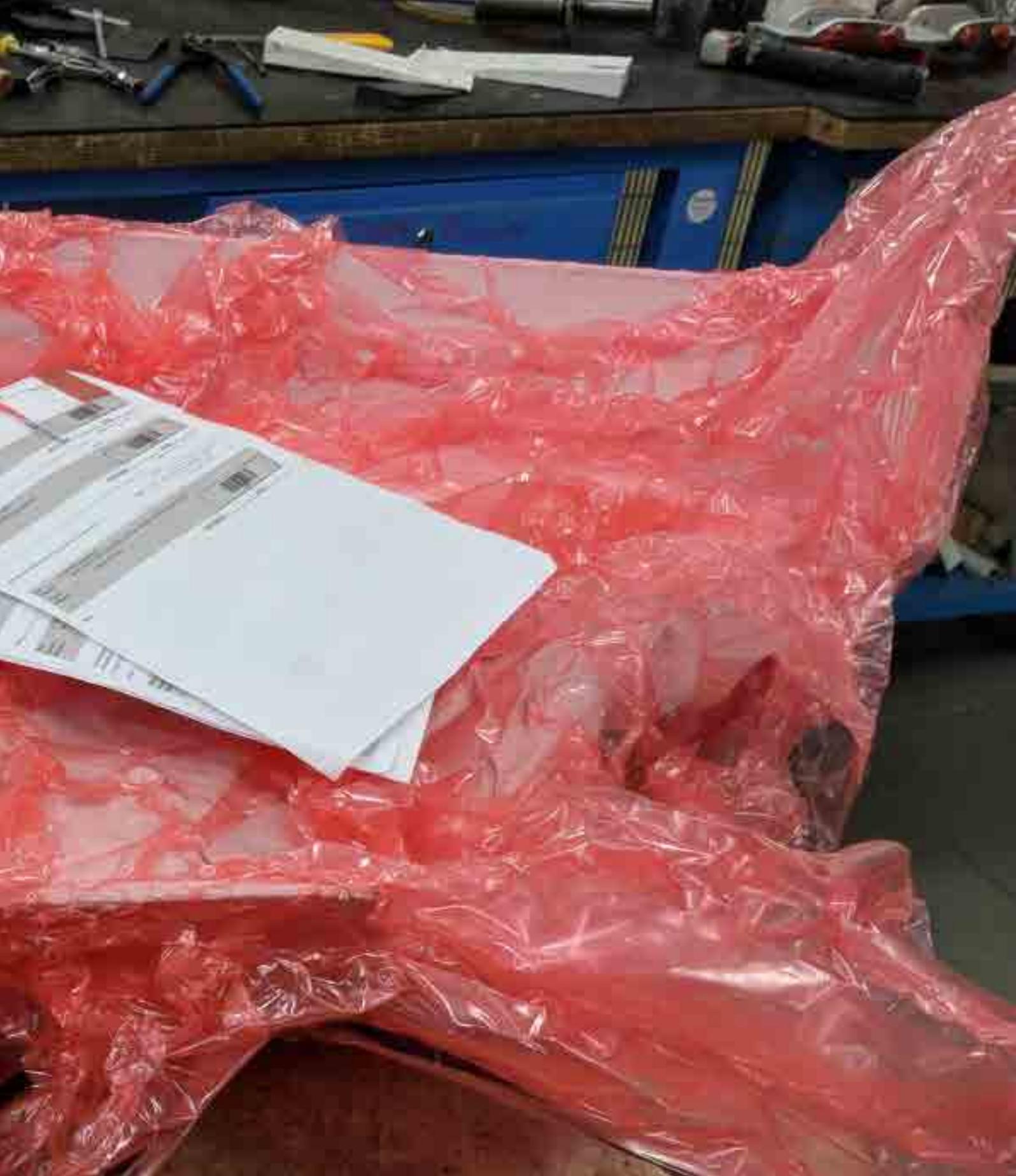


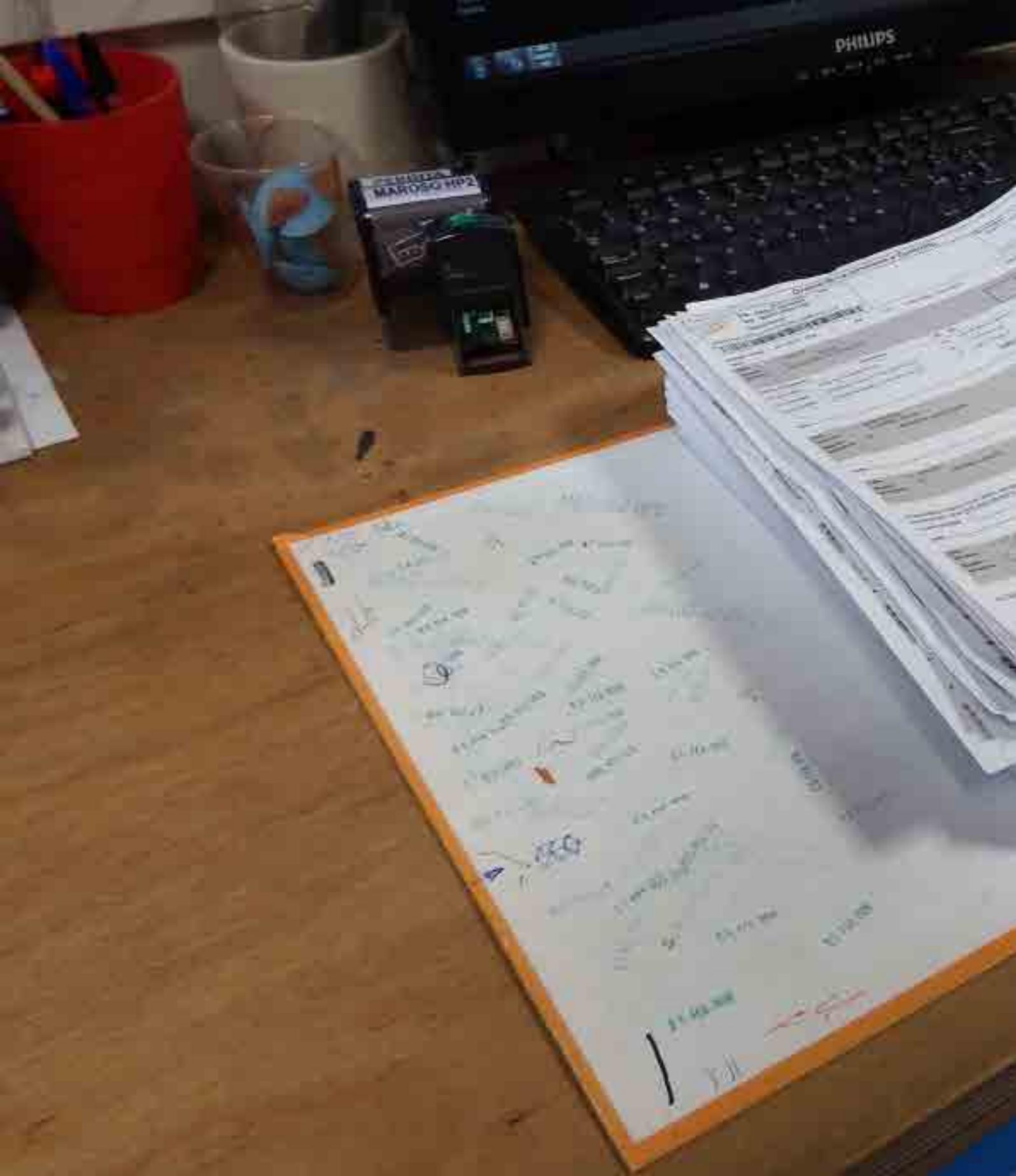
Kit di lavorazione in fase di preaspirazione per la preparazione del ciclo di cura in autoclave con annesso OdL. Foto: Niccolò Colafemmina.



Kit pronto per la cura in autoclave. L'Ordine di Lavorazione si è danneggiato. Foto: Niccolò Colafemmina.







MAROSQ HP2

PHILIPS

Handwritten notes on a notepad with an orange border. The notes are organized into a list of ten items, numbered 1 through 10. The text is written in blue and red ink. Some items include diagrams and arrows. The notes are:

1. ...
2. ...
3. ...
4. ...
5. ...
6. ...
7. ...
8. ...
9. ...
10. ...

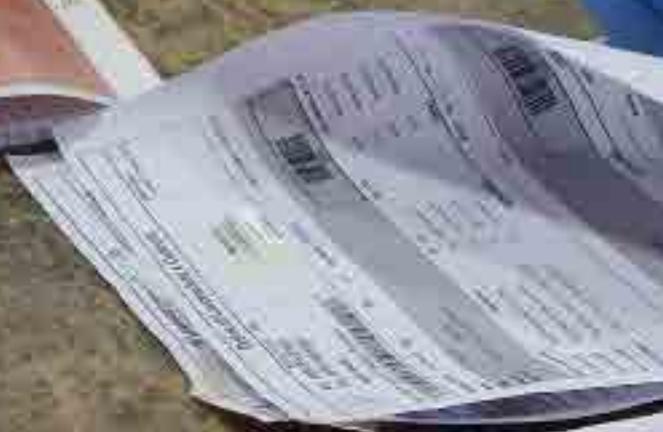


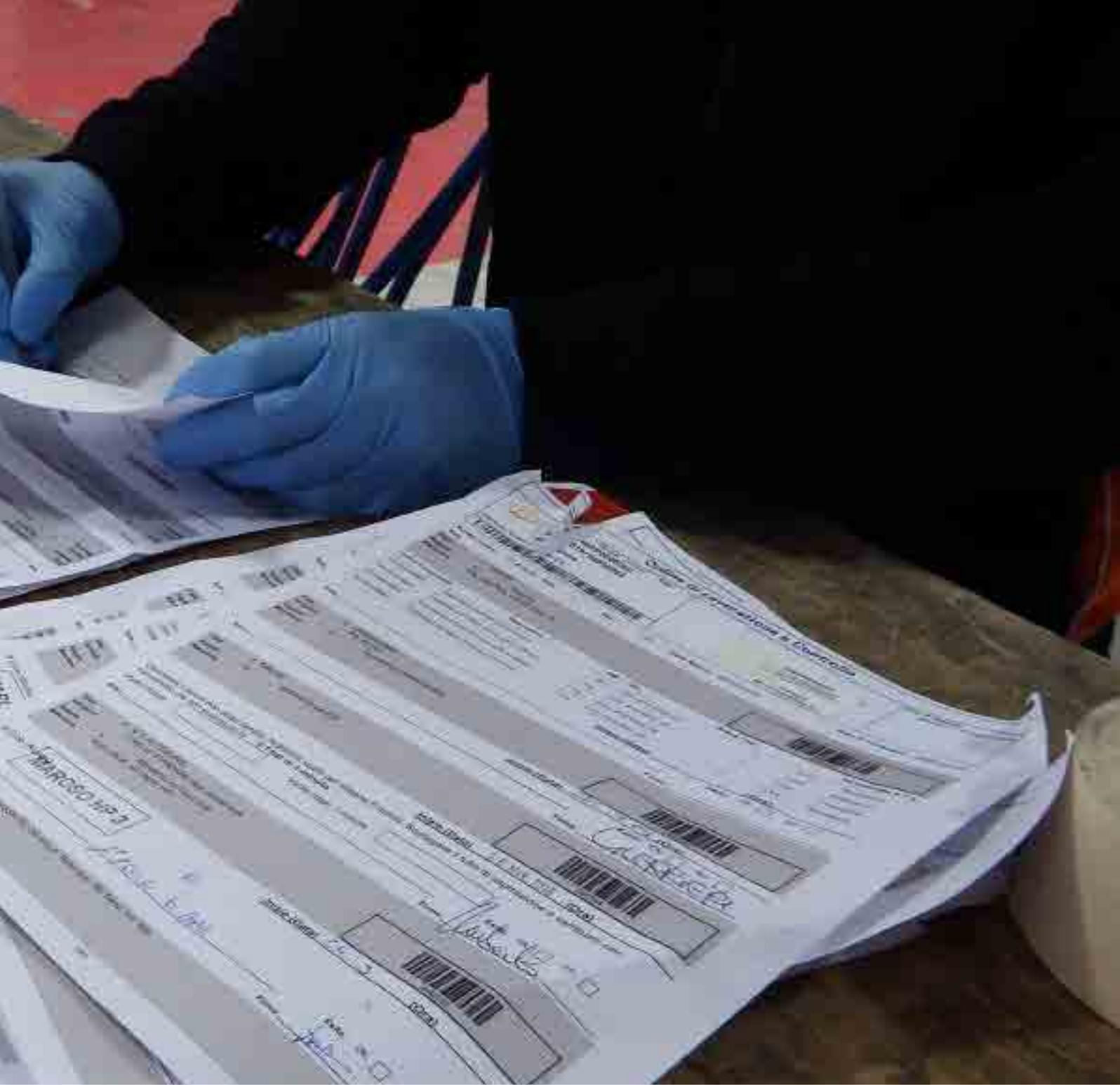
Gli OdL dei semilavorati in cura vengono accatastati poichè non resisterebbero all'ambiente in autoclave . Foto: Niccolò Colafemmina.



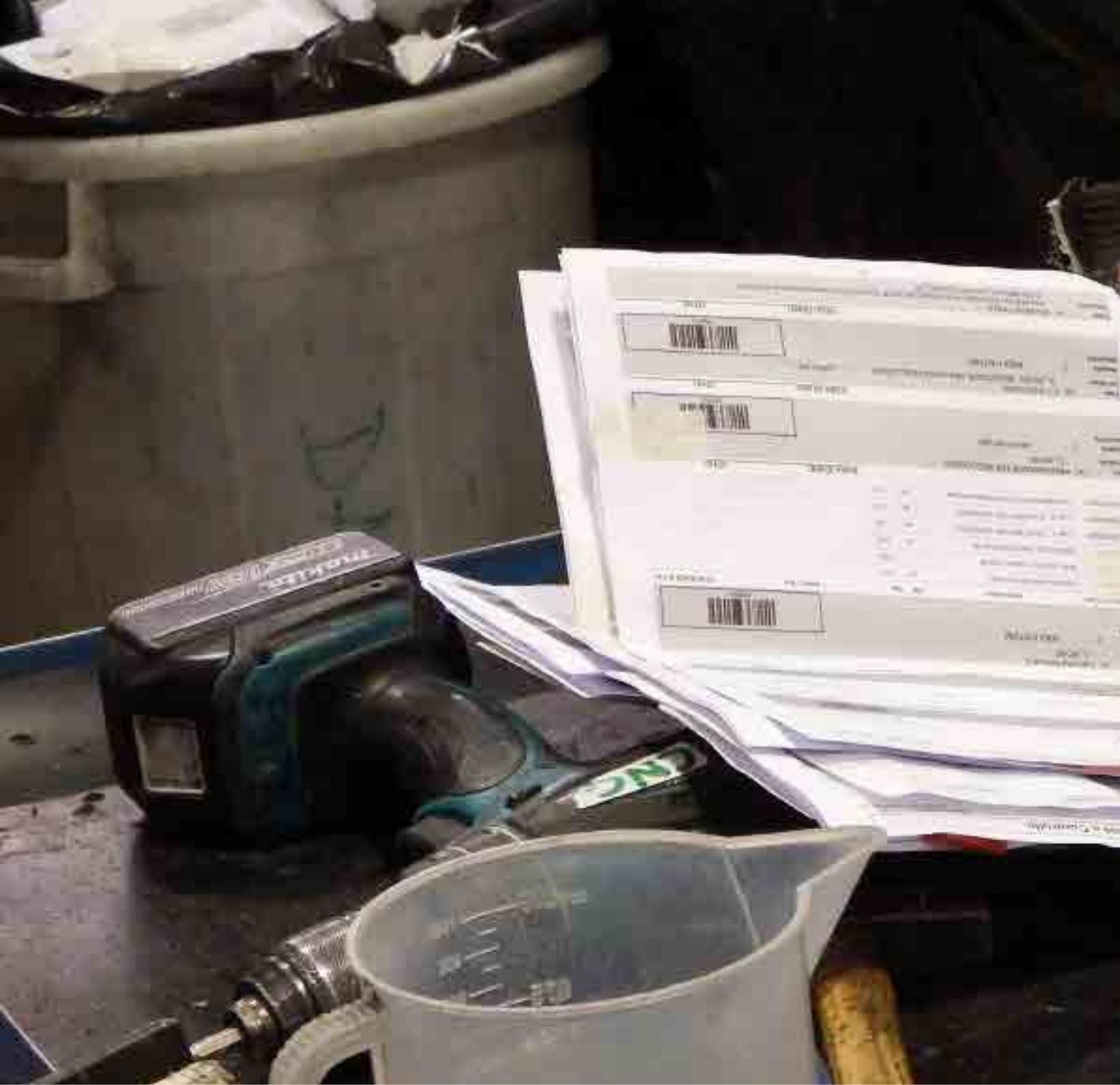
Per non perdere l'associazione con l'OdL viene riportato a mano il serial number sul sacco. Foto: Niccolò Colafemmina.







Operatore di produzione intento a compilare l'OdL e firmare la lavorazione avvenuta. Foto: Niccolò Colafemmina.



Desk del reparto estrazione con OdL dei semilavorati. Foto: Niccolò Colafemmina.







Piccoli semilavorati con relativi OdL. Foto: Niccolò Colafemmina.



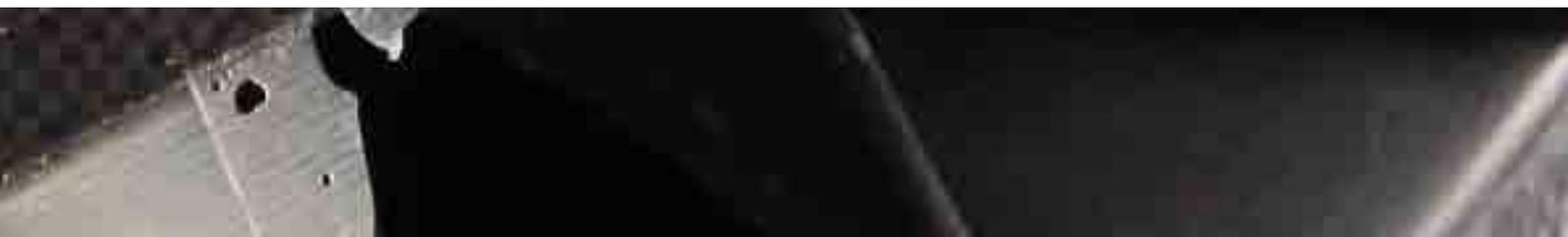
Semilavorato con relativo OdL. Foto: Niccolò Colafemmina.







Semilavorato con relativo OdL. Foto: Niccolò Colafemmina.





Semilavorato con relativo OdL. Foto: Niccolò Colafemmina.







Semilavorati con relativi OdL. Foto: Niccolò Colafemmina



SEMILAVORATI  
DA DELIBERARE  
IN WIP



Scaffale per lo stoccaggio dei semilavorati con relativi OdL. Foto: Niccolò Colafemmina.



SAFE

RE 1 Piece in drawer it



DE AL TRCETI 198 W/1000000  
Serratore  
1/5  
TAGGIO  
06  
AREA FINSA



Semilavorato con relativo OdL. Foto: Niccolò Colafemmina



Semilavorato con relativo OdL. Foto: Niccolò Colafemmina.



Technical drawing or inspection sheet with labels and handwritten notes.

NO. 101
NO. 1000
NO. 1000
NO. 1000

2x 11/16" 303







Desk del reparto finitura. Foto: Niccolò Colafemmina



OdL fra gli oggetti del desk del reparto finitura. Foto: Niccolò Colafemmina

10x60







Attrezzi, documenti e oggetti vari del cassetto di un desk del reparto finitura. Foto: Nicolò Colafemmina



Fine del ciclo di utilizzo degli OdL. Foto: Niccolò Colafemmina



## 4. LA TECNOLOGIA RFID

Generalmente per RFID si intende la tecnologia di identificazione automatica in radiofrequenza di oggetti, animali o persone tramite la lettura a distanza di informazioni contenute in un sistema microchip-antenna chiamato trasponder o più comunemente tag RFID.

### CENNI STORICI SULLO SVILUPPO DELL'RFID

L'RFID non è una tecnologia recente. Nacque durante la Seconda Guerra Mondiale in seguito all'uso dei primi radar (*radio detecting and ranging*, rilevamento radio e misurazione di distanze) che non erano sofisticati come quelli attuali.

Il radar è costituito da un'antenna di trasmissione fortemente direzionale (in grado di emettere una serie di impulsi radio), da un impianto di ricezione (che sfrutta la stessa antenna), da un sistema di amplificazione e da uno schermo.

L'antenna montata su un piano rotante invia verso l'oggetto cercato radioonde modulate a impulsi e riceve le onde riflesse dallo stesso (echi radar). Dal ritardo degli echi è possibile calcolare la distanza e conoscendo la posizione istantanea della rotazione dell'antenna ricevente, è possibile visualizzare sullo schermo un punto rappresentante l'oggetto.

Il ministero della difesa britannico non considerò soddisfacenti i primi radar, in quanto avrebbero dovuto non solo avvistare gli aerei nemici, ma anche identificare gli amici dai nemici, in modo da ottenere, in tempo reale, la situazione delle battaglie aeree. Fu ordinata, quindi, la progettazione di un sistema IFF (*Identification Friend or Foe*, identificazione amico o nemico). Il sistema consisteva in una scatola, montata sugli aviogetti inglesi, contenente una ricetrasmittente, denominata successivamente trasponder.

Quando il fascio di radioonde del radar colpiva l'aereo, il trasponder rispondeva sulla stessa frequenza, permettendo l'identificazione degli aerei amici sullo schermo del radar. La tecnologia fu estesa subito alle navi per identificarne la posizione e la velocità.

I primi trasponder, destinati solo a scopi militari, erano molto costosi e di notevoli dimensioni. Le applicazioni militari favorirono lo sviluppo di tali tecnologie e delle loro funzionalità. La severità degli ambienti operativi e le elevate prestazioni richieste per gli apparati militari permisero di sviluppare prodotti altamente affidabili.

Poi, con lo sviluppo delle nuove tecnologie elettroniche, furono realizzati anche prodotti con alte prestazioni e costi adeguati all'utilizzo nel settore civile.

Verso la fine degli anni '60 ebbero inizio i primi usi civili, con la commercializzazione dei primi sistemi EAS (*Electronic Antitheft Surveillance*, sorveglianza elettronica antifurto), realizzanti funzioni antitaccheggio.

Tali sistemi utilizzano apparecchiature che permettono il rilevamento della presenza o dell'assenza del trasponder, gestendo pertanto un bit di informazione.

Negli anni '70 diverse grandi industrie americane del settore militare misero a punto applicazioni RFID civili utilizzando le tecnologie da essi sviluppate. Una di queste applicazioni era dedicata al controllo di oggetti e di mezzi in movimento ma non ebbe successo commerciale.

In realtà si riteneva la tecnologia non completamente matura, e per tale motivo non furono definiti standard ufficiali per L'RFID, lasciando la massima libertà di ricerca e sperimentazione.

Negli anni '80 la tecnologia RFID si diffuse su scala mondiale. Negli Stati Uniti l'interesse dei costruttori puntò sul controllo delle merci trasportate, dei mezzi di trasporto e degli accessi delle persone ad aree controllate. In Europa si puntò all'identificazione degli animali, alle applicazioni industriali e al controllo degli accessi in autostrada.

Negli anni '90 iniziarono a svilupparsi degli standard internazionali condivisi ed i circuiti si miniaturizzarono sempre di più, permettendo una diminuzione drastica dei consumi di energia. Infatti, i trasponder potevano essere alimentati dalla stessa onda elettromagnetica generata dal lettore che li interrogava, rendendo inutile la presenza delle batterie. Ciò era favorito anche dalla possibilità di utilizzare memorie non volatili, in modo da non avere la necessità di una batteria per mantenere i dati.

I progressi tecnologici degli ultimi vent'anni e il perfezionamento delle tecniche di produzione di massa hanno reso possibile la creazione di trasponder di dimensioni ridottissime (anche pochi millimetri) a basso costo. La tecnologia RFID è stata quindi utilizzata in numerosi campi applicativi andando incontro ad un successo crescente, ad esempio, anche nel campo dell'identificazione personale (passaporti, patenti e carte d'identità RFID) e del pagamento elettronico.

#### **CARATTERISTICHE DI UN SISTEMA RFID**

Un qualsiasi sistema RFID vede la presenza di due componenti fondamentali:

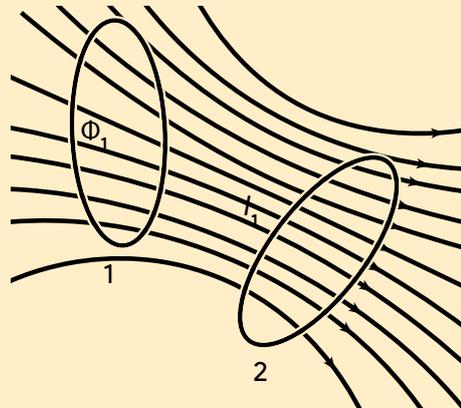
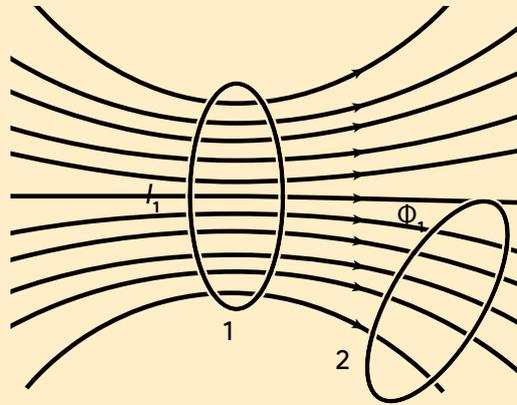
- Un tag che contiene, in una scheda di memoria, le informazioni relative all'oggetto da identificare su cui esso è situato;
- Un lettore che interroga e riceve le informazioni in risposta dal tag generalmente confrontate con quelle contenute in una banca dati.

Il lettore è rappresentato da un ricetrasmittitore controllato da un microprocessore e può essere classificato a seconda che l'antenna sia integrata o esterna.

---

## L'allineamento fra tag e lettore RFId

---



Per interagire con i tag a distanze molto brevi o addirittura a contatto, è sufficiente utilizzare delle antenne molto piccole mentre per operare a distanze più elevate, sono necessarie antenne di dimensioni e potenza maggiori.

Per quanto riguarda i tag, invece, la classificazione prende in esame un maggiore numero di parametri:

- La presenza o meno di un chip di memoria;
- La frequenza a cui operano;
- La possibilità di utilizzarli in sola lettura (R/O) oppure anche in scrittura (R/W);
- La capacità di essere riutilizzabili o a perdere;
- Il tipo di alimentazione (tag attivi, passivi o semi-passivi).  
Nei tag passivi l'energia per il funzionamento viene ricavata dal segnale emesso dal reader e captato dalla propria antenna.

Quelli semi-passivi sono dotati di una batteria che alimenta un chip di memoria oppure dei sensori che monitorano determinate grandezze, ad esempio la temperatura, ma non la trasmissione che avviene come nei tag passivi. I tag attivi, invece, incorporano una batteria che alimenta il sistema di comunicazione e i circuiti elettronici aumentando di molto la distanza operativa del sistema. Risulta quindi evidente come la vita dei tag passivi, a differenza di quelli attivi, sia teoricamente infinita in quanto l'antenna del tag raccoglie l'energia per alimentare il microchip dal campo elettromagnetico in cui è immerso.

Considerando la capacità di trasporto dati, comunemente la memoria dei tag RFID varia da alcune centinaia di bit a decine di kbyte mentre le velocità di trasferimento partono da centinaia di bit al secondo fino ad un massimo di 1 Mbit/s.

Il tipo di trasmissione dei dati tra lettore e transponder differisce a seconda delle caratteristiche del tag impiegato e si distingue in due tipologie di trasmissione: tramite accoppiamento elettromagnetico oppure induttivo.

L'accoppiamento induttivo o magnetico è solitamente adoperato per sistemi con frequenze fino a 27 MHz e distanze operative che non superano il metro e mezzo. Il principio di funzionamento è essenzialmente analogo a quello di un trasformatore. Il passaggio di corrente nell'antenna del reader crea intorno ad esso un campo magnetico le cui linee di forza risultano parzialmente concatenate con la superficie delimitata dall'antenna del transponder. La concatenazione genera un flusso magnetico nell'antenna del tag proporzionale all'intensità di corrente

che scorre nell'antenna del reader e al coefficiente di mutua induzione, che a sua volta dipende dalla forma dei circuiti, dalla posizione relativa e dal mezzo circostante. Se la corrente è variabile si ottiene uno scambio di energia mediante il campo elettromagnetico tra i due circuiti ed è proprio secondo questo principio che si alimentano i tag passivi. Variando poi l'impedenza della propria antenna, il trasponder risponde al reader inviandogli le informazioni richieste. L'energia raccolta dal tag dipende oltre che dalla distanza dal reader anche dall'orientamento relativo. Infatti il campo magnetico è un campo vettoriale dotato quindi di modulo, direzione e verso. Affinché le linee di flusso possano concatenarsi in maniera ottimale ai due circuiti rappresentati dalle due antenne, è necessario che il tag sia allineato alla direzione del campo magnetico. Se l'orientamento del tag si discosta molto da questa condizione l'energia raccolta può risultare insufficiente al suo funzionamento.

Questo tipo di trasmissione viene solitamente preferita quando la frequenza del segnale supera i 27 MHz. A queste frequenze si opera in regime di "campo lontano" ovvero a distanze per cui l'effetto di mutua induzione non è più quello prevalente. Infatti si utilizzano antenne a dipolo come nei tradizionali sistemi di radiocomunicazione. Nel caso di tag passivi l'onda elettromagnetica emessa dal reader incide sull'antenna del trasponder e viene parzialmente assorbita per permettere il funzionamento del tag stesso.

Si noti però che l'energia assorbita non è sufficiente all'alimentazione di un trasmettitore. La trasmissione sfrutta infatti l'effetto di backscatter in cui una piccola parte dell'onda del reader viene riflessa dall'antenna del tag verso il lettore. Affinché l'onda riflessa in backscatter possa trasportare un messaggio il tag modula la portante tramite la variazione d'impedenza della sua antenna come nel caso dell'accoppiamento magnetico. Per massimizzare il trasferimento d'energia la lunghezza del dipolo dell'antenna dovrebbe essere pari alla metà o ad un quarto della lunghezza d'onda.

Risulta quindi evidente come le dimensioni delle antenne siano proporzionali alla banda impiegata nella trasmissione. In queste condizioni l'energia disponibile è inversamente proporzionale al quadrato della distanza, mentre nel caso di accoppiamento induttivo, il decadimento con la distanza è alla sesta potenza.

Nei sistemi a radiofrequenza l'informazione da trasmettere è tipicamente sotto forma di corrente o tensione elettrica e rappresenta un segnale detto modulante. Tramite un segnale portante è possibile traslare in frequenza il segnale modulante. Tale procedura è detta modulazione. Il tipo di modulazione e la frequenza d'impiego definiscono la velocità di trasmissione dati. La frequenza portante insieme alla banda di comunicazione, cioè l'ampiezza dello spettro assegnata alla trasmissione, definiscono il canale.

Alle varie applicazioni sono associate, da diversi organi normatori, differenti canali. Dato che il segnale del tag tipicamente ha una potenza molto minore di quella del reader spesso si preferisce che il tag moduli la risposta su di una sottoportante. Tale procedimento prende il nome di “tecnica fuori banda” e dà la possibilità di ottenere una comunicazione continua, cosa che non risulta possibile nelle tecniche in banda dove tag e reader non possono comunicare contemporaneamente.

Le tipiche applicazioni della tecnologia RFID portano ad avere un gran numero di tag con molteplici reader vicini. In questa situazione tutti i tag tendono a rispondere contemporaneamente all’interrogazione ricevuta da tutti i reader. Per non avere la sovrapposizione delle risposte e delle interrogazioni, si sincronizzano tra di loro i diversi reader e sono stati evoluti degli algoritmi anti-collisione implementati nei tag in modo da ordinare temporalmente e riconoscere individualmente le loro risposte.

L’impiego dell’identificazione in radiofrequenza comporta l’insorgenza di alcune problematiche connesse all’ambiente d’utilizzo. A seconda delle condizioni si possono verificare fenomeni di diffrazione, rifrazione e riflessione. Riferendosi a quest’ultimo le superfici metalliche rappresentano il maggiore fattore di criticità. La riflessione delle onde emesse può portare alla formazione di echi o più in generale disturbi.

Analogamente se invece il trasponder viene posto all’interno di un contenitore metallico, per esempio un container o nel caso in studio uno stampo metallico o un contenitore in composito in fibra di carbonio, non è rilevabile dal suo esterno per l’effetto noto come gabbia di Faraday.

Anche il cartone umido può portare all’impossibilità di comunicazione con un tag ivi contenuto ed allo stesso modo in alcune bande, i materiali organici impediscono il passaggio delle onde EM. Per quanto riguarda la presenza di altri campi elettromagnetici la qualità della comunicazione tra antenna e tag può diminuire fortemente.

Altra limitazione collegata all’impiego di questa tecnologia è connessa alla temperatura d’esercizio. A temperature estreme quali quelle dei forni o al contrario degli ambienti frigoriferi (caso specifico del ciclo produttivo del composito in fibra di carbonio dove si passa in genere dai  $-20^{\circ}\text{C}$  ai  $150^{\circ}\text{C}$ ), i tag possono non funzionare danneggiarsi. Infine il costo delle etichette potrebbe risultare un deterrente nell’impiego di questa tecnologia soprattutto in quelle applicazioni in cui i tag sono a perdere, in quanto applicati direttamente ai prodotti che raggiungono il cliente finale.

Ovviamente ciò non vale, ad esempio, se diventano un mezzo di comunicazione dei dati di manutenzione e soddisfazione del cliente nel post-vendita.

Se con l’affermarsi di questa tecnologia il costo dei tag più semplici è sceso a

valori di pochi centesimi di Euro, l'applicazione all'interno dello specifico ciclo produttivo in studio richiede l'uso di tag avanzati che resistano a condizioni ambientali difficili.

Alcune resistenze all'uso dell'identificazione mediante RFID sono spinte da timori legati alla perdita della privacy. Questo rischio può essere limitato adottando varie forme di codifica dei dati che possono proteggere sia la trasmissione sia l'intercettazione mirata alla contraffazione dei dati trasmessi. Inoltre è stato anche messo a punto un sistema a dispersione di spettro, in cui la potenza del segnale viene distribuita su una banda molto più larga di quelle a banda stretta. Il segnale così ottenuto risulta essere molto simile ad un disturbo e quindi risulta piuttosto sicuro da attacchi fraudolenti.

### **COMPONENTI DEL SISTEMA RFID**

Un sistema RFID (Radio Frequency Identification) è sempre composto da tre parti: la memoria ove risiedono i dati (detta anche TAG), l'antenna e l'elettronica di lettura e scrittura. In alcuni casi antenna e elettronica sono contenuti in unico case. I dati sono in una memoria, accessibile grazie ad un collegamento in radio frequenza, senza che venga richiesto alcun contatto, ad una distanza che può variare da pochi centimetri fino a diversi metri.

Il lettore modula l'ampiezza del campo irradiato dalla sua antenna per trasmettere i comandi di lettura o scrittura alla memoria. Simultaneamente il campo elettromagnetico generato dall'antenna è in grado di fornire l'energia necessaria per alimentare elettricamente la memoria.

Il tag rende disponibili i dati richiesti dall'elettronica, modulando il proprio consumo energetico. La modulazione è rilevata dal circuito del lettore che la converte in segnali digitali. È costituito da:

- Antenna: si tratta di un avvolgimento in rame, con o senza cuore in ferrite, inciso su un circuito stampato rigido o flessibile. Il range entro il quale la memoria può essere letta/scritta è in funzione delle dimensioni dell'antenna.
- Chip: il suo compito è gestire la comunicazione con il lettore. Il livello di complessità dipende dall'applicazione, può essere utilizzato da un chip a struttura semplice fino ad un microcontrollore.
- Memoria: sono differenti e con diverse caratteristiche le memorie utilizzate per salvare i dati. La loro capacità può essere di pochi bit (generalmente per versioni read-only) fino a diversi kilobyte.
- Case: a seconda del tipo di applicazione e di ambiente

possiamo avere custodie di forma e materiali differenti:  
*Plastica*: per applicazioni su vestiti, lavanderie, ecc., *Carta di Credito*: controllo accessi, *Tubi in vetro*: identificazione animali, *Memorie industriali*: linee di assemblaggio, macchine utensili, ecc., *Supporti adesivi*: logistica, identificazione libri, ecc.

Un sistema di identificazione in radiofrequenza è costituito, nella sua forma più semplice, da un certo numero di tag, che tramite un'antenna pilotata da un controllore, comunicano con un dispositivo master (per esempio un PC o un PLC). Per una facile integrazione nei sistemi di automazione industriale, la parte elettronica del sistema RFID deve avere a bordo l'interfaccia verso i più comuni bus di campo, compresi quelli su base Ethernet. Infatti, spesso l'elettronica dell'RFID viene vista come un nodo all'interno del bus di campo standardizzato per quella specifica applicazione industriale

Per effettuare una comunicazione senza fili (wireless) tra tag ed antenna, è necessario implementare una struttura che è esemplificata in maniera semplice e schematica alla pagina seguente.

Iniziando da destra, il primo dispositivo è il *PC* o *PLC* (*host device*), che è in realtà un oggetto al di fuori del sistema RFID vero e proprio, ma che comunque ha l'importante ruolo di master: invia i comandi di lettura/scrittura al controllore e riceve la risposta al comando inviato.

Spostandosi verso sinistra, si trova il controllore, responsabile del ricevimento dei comandi inviati dal master e della successiva comunicazione con l'antenna. All'interno del controllore, è presente quindi una parte di interfaccia con il mondo esterno al sistema RFID (*system/interface control*) e una parte di gestione del flusso di comunicazione verso l'antenna e dall'antenna verso il controllore (*communication control*).

In base alle necessità, è possibile avere controllori con diverse tipologie di interfaccia, in modo da poter realizzare una semplice connessione 1:1 (host-controllore-antenna) oppure una più articolata connessione 1:N (host-N controllori-N antenne). In questo modo, una rete complessa costituita da N punti di lettura/scrittura, può essere facilmente ed efficacemente gestita da un solo dispositivo, che colloquia con N controllori. L'antenna, parte centrale del sistema, si può invece molto schematicamente rappresentare tramite due blocchi di codifica (encoding) e decodifica (decoding), che si occupano rispettivamente di convertire il comando ricevuto dal controllore e di riconvertire il segnale inviato dal tag all'antenna. Entrambi i blocchi effettuano la trasmissione e ricezione senza fili delle informazioni per mezzo di circuiti solitamente schematizzati da induttanze.

## Vantaggi e svantaggi delle principali frequenze RFId

Frequenza	Vantaggi	Svantaggi	Applicazioni tipiche
125-134kHz (LF)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Immune alle condizioni ambientali (metallo, liquidi,...)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Bassa capacità di memoria</li> <li>- Tempo di accesso lungo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Identificazione animali</li> <li>- Supply chain</li> </ul>
13,56 MHz (HF)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Protocollo di comunicazione antenna/tag standardizzato (ISO 15693-14443 A/B)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sensibilità agli ambienti metallici</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sistemi di pagamento</li> <li>- Tracciabilità libri</li> <li>- Controllo accessi</li> </ul>
850-950 MHz (UHF)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Memorie estremamente economiche</li> <li>- Campo di lavoro molto esteso (diversi metri)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Range di frequenza non standardizzato tra i paesi</li> <li>- Possibili interferenze nella comunicazione causate da ostacoli (metallo, acqua,...)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sistemi di pagamento</li> <li>- Tracciabilità libri</li> <li>- Controllo accessi</li> </ul>
2,45 GHz (SHF)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Velocità di trasferimento dati molto elevata</li> <li>- Campo di lavoro molto esteso (diversi metri)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- "Buchi" nella comunicazione difficili da controllare</li> <li>- Costo dei sistemi di lettura</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tracciabilità veicoli (Telepass)</li> </ul>

Le tipologie di trasmissione sono sostanzialmente tre: sistema ad accoppiamento elettromagnetico (per corte distanze), sistema ad induzione elettromagnetica (per medie distanze) e sistema a microonde (per lunghe distanze).

L'ultimo elemento del sistema è il tag. È costituito innanzitutto da una memoria nella quale vengono immagazzinate le informazioni. Inoltre può essere presente una batteria, che ha il solo compito di mantenere i dati in memoria (tag semi-attivi), oppure ha anche lo scopo di aumentare le distanze di comunicazione (tag attivi). Infine c'è un blocco di comunicazione e di codifica/decodifica molto simile nel funzionamento a quello presente nell'antenna (infatti anche il tag è sostanzialmente una piccola antenna di ricezione e trasmissione miniaturizzata).

Come si è detto, la comunicazione tra memoria e elettronica avviene in modulazione di frequenza. Per quanto riguarda i tag RFID UHF, una delle evoluzioni più interessanti è quella di assumere funzioni di monitoraggio oltre che di sola identificazione dell'oggetto al quale sono applicati. Questi tag sono cioè in grado di trasferire i dati rilevati da sensori ad essi collegati, oltre al riconoscimento ID dell'oggetto.

Il funzionamento passivo rappresenta il vero grande vantaggio di queste tipologie di tag, dove i sensori esterni collegati al tag sono energizzati dall'antenna collegata al reader RFID, e non da batterie interne. Questi tag aprono a nuove applicazioni possibili per i sistemi RFID, laddove, oltre all'identificazione dell'oggetto, si possono avere necessità di monitoraggio dello stato di elementi appartenenti all'oggetto stesso.

Per quanto riguarda la componente software l'EPCglobal è l'organismo di standard RFID con il maggior numero di membri attivi. Ciò principalmente per l'interesse che ha l'industria del CPG (Consumer Packaged Goods) verso i benefici del ROI quando si applica l'RFID alla gestione della Supply Chain (SCM). Altri settori (ad esempio i trasporti aerei) si riferiscono ad altri organismi di standardizzazione (es. International Organization for Standardization - ISO). In ogni caso tutti gli organismi di normazione RFID sono fortemente influenzati dagli standard creati dall'EPCglobal<sup>1</sup>.

L'UHF Gen2 è uno standard riguardante il protocollo RF in aria. Si tratta di un RFID passivo che opera nella banda 860-960MHz. Ha avuto un impatto molto

1. E' possibile reperire i documenti di EPCglobal ed ulteriori informazioni sul sito [gs1.org/epc-rfid](http://gs1.org/epc-rfid). In particolare, l'architettura dello standard di EPCglobal è documentata e disponibile sul sito [gs1.org/id-keys-epcrfid-epcis/epc-rfid-architecture-framework/1-6](http://gs1.org/id-keys-epcrfid-epcis/epc-rfid-architecture-framework/1-6), ultima consultazione 6 Maggio 2019.

importante nella diffusione della tecnologia RFID, migliorando notevolmente le prestazioni dell'RFID e facendo di fatto diminuire il costo dei tag. Gen2V2 ne rappresenta l'ultima versione. E' stato potenziato per rispondere alle esigenze di una comunità globale di utenti<sup>2</sup>.

#### TAG DATA STANDARD (TDS)

In generale un tag con il bit 17 impostato a zero, indica che il tag è codificato seguendo le specifiche TDS. Se questo bit è impostato a 1, allora il tag è codificato secondo gli standard ISO 18000-6C, 15961 e 15962.

Alcuni sviluppatori di soluzioni RFID che realizzano sistemi closed-loop (ad esempio tag che rimangono sotto controllo di una singola azienda) non impiegano lo standard TDS, ma uno schema proprietario per codificare i tag. Tuttavia nel caso in cui i sistemi condividano tag RFID tra diverse società, sarebbe opportuno impiegare standard tipo EPCglobal TDS o ISO 15961/15962.

Per un corretto uso del TDS, bisogna assicurarsi che ogni tag sia codificato univocamente. I valori dei tag devono quindi essere amministrati da un processo di registrazione.

A questo processo è associato un costo. I tag GEN2 sono codificati univocamente con il loro EPC (Electronic product code) che è formattato come indicato nel diagramma alla pagina seguente.

Le società che creano dei tag GEN2, in accordo con il TDS di EPCglobal, devono registrarsi a EPCglobal con un manager number. Una volta registrata, la società diventa una "entità di management", responsabile della classe oggetto e dei serial number dei tag che crea<sup>3</sup>.

Esistono numerose variabili in gioco nella scelta tecnologica, nel momento in cui si deve implementare un sistema RFID. E' dunque opportuno ottimizzare la scelta di tali variabili al fine di rendere il sistema efficiente e robusto. Di seguito alcune considerazioni su quelle che sono le finalità del progetto, lo scenario fisico di utilizzo, il grado di sicurezza richiesto e un'attenta analisi dei costi/benefici di tale investimento.

Le finalità del progetto devono essere chiare in quanto la tecnologia RFID ha un vasto numero di campi di applicazione consolidati, ma ha anche la possibilità di adattarsi a svariate situazioni ed esigenze. La chiara definizione degli obiettivi è determinante nella scelta della tecnologia più adatta ai propri scopi: non esisto-

2. Maggior informazioni sul sito [sitogs1.org/epcrfid/epc-rfid-uhf-air-interface-protocol/2-0-1](http://sitogs1.org/epcrfid/epc-rfid-uhf-air-interface-protocol/2-0-1), ultima consultazione 6 Maggio 2019.

3. A novembre 2014 è stata rilasciata una nuova versione di TDS (v.1.9).

no tecnologie migliori o peggiori, ma solo tecnologie adatte o inadatte.

Lo scenario fisico di utilizzo della tecnologia impatta sulle prestazioni che si possono ottenere con sistemi diversi. Lo spettro che spazia dai 125 kHz sino ai 5.8 GHz è molto ampio: al crescere della frequenza si ha una diminuzione della lunghezza d'onda e si hanno quindi interazioni di tipo diverso con l'ambiente, i materiali e le molecole.

Come regola generale vale il principio che le frequenze più basse sono di solito da preferirsi qualora si debba lavorare in ambienti con forte presenza di liquidi o di metalli.

Oltre ad interferenze con i materiali possono esserci anche interferenze con altre sorgenti elettromagnetiche, generate ad esempio da macchinari industriali: in genere all'aumentare delle frequenze la sensibilità a queste interferenze diminuisce.

All'aumentare della frequenza, inoltre, aumenta anche la quantità di informazione trasferibile nell'unità di tempo, quindi cresce il numero di tag che si possono leggere, come pure cresce la velocità con cui un tag può entrare ed uscire dal campo del reader ed infine aumenta anche la distanza di lettura, poiché si passa da sistemi ad accoppiamento magnetico a sistemi ad accoppiamento elettrico.

Il grado di sicurezza dell'applicazione impone severe riflessioni: tecnologie UHF in backscattering sono implicitamente meno sicure perché permettono letture a distanza, quindi di solito involontarie. Sistemi LF o HF necessitano una prossimità di lettura tale da richiedere la volontarietà dell'utente per tale operazione. Si tratta però di indicazioni valide per tag passivi. Ad esempio, la tecnologia NFC, con la quale si effettuano anche micro pagamenti, ha un'elevata esigenza di sicurezza ma lavora a 2,45 GHz. Il tag in questo caso è però semi-attivo e risponde con una potenza bassissima tale da garantire la sola lettura in prossimità. Oltretutto la sicurezza è fornita da tecniche di crittografia interne al chip che è quindi molto più complesso di quelli che si trovano su normali tag passivi. Di solito crittografare o codificare i dati implica un necessario aumento della mole di informazione da trasferire da tag a reader, con un aumento dei tempi di lettura/scrittura. Per questo motivo, in questi casi, si usano sistemi a microonde che garantiscano elevati bit rate.

L'ultimo punto da non trascurare per selezionare un sistema RFID idoneo a soddisfare gli obiettivi è l'entità dell'investimento commisurato alla valutazione dei benefici che se ne possono ottenere.

Dal punto di vista costruttivo i tag UHF a polarizzazione lineare sono generalmente più economici di quelli LF e HF. Ad influenzare il costo ci sono però molteplici fattori, tra cui:

- Inlay dei tag: quelli semplici ad etichetta sono più eco-

---

## Principali caratteristiche dei tag UHF

---

	Tag RFId UHF
<b>Accoppiamento</b>	Elettromagnetico
<b>Alimentazione del tag</b>	Passivi e Attivi
<b>Potenza massima lettore</b>	Europa: 2W ERP USA: 4W EIRP
<b>Distanza operativa</b>	Tipica 0-5m, lettura TAG passivi Distanza operativa influenzata dalle norme nazionali sulla potenza emessa e dalla tipologia di tag utilizzato
<b>Capacità di lettura/scrittura</b>	Generalmente R/W; disponibili R/O
<b>Capacità trasporto dati</b>	Generalmente di tipo R/W offrono capacità di memoria che può variare da 64bit fino ad alcuni kbit. Spesso contengono 96bit di codice unico identificativo (UID) programmato durante la produzione
<b>Velocità trasferimento dati</b>	Tipicamente nell'intorno di 28 kbit/s ma esistono dispositivi che raggiungono performance superiori
<b>Lecture multiple</b>	Meccanismi anti-collisione per lettura di circa 100 tag/s dipendendo da sistema e algoritmi
<b>Formati</b>	Vari formati per le diverse esigenze ambientali compresa l'applicabilità a unità metalliche. Uno dei formati più apprezzabili è la cosiddetta "etichetta intelligente" che vede chip ed antenna integrate in quella che può essere inclusa in una normale etichetta stampata
<b>Influenze ambientali</b>	Le prestazioni sono ridotte in presenza di metalli, liquidi, tessuti organici ed umidità

Fonte: Linee Guida Per la tecnologia RFId.

nomici di altri con strutture più robuste studiate per garantire il funzionamento in condizioni particolari come in presenza di metallo, di alte temperature o di sostanze corrosive (esattamente come nel caso studio);

- **Quantità di memoria:** memorie più capienti portano a costi maggiori, garantendo però di poter recuperare le informazioni direttamente dal tag, senza essere necessariamente vincolati alla presenza di un sistema informativo (come un database); capacità di memoria molto elevate non possono più essere inserite nel chip, ma occupano un chip aggiuntivo il che causa anche un aumento nelle dimensioni del tag;
- **Tipo di memoria:** per immagazzinare i dati nel tag il sistema di memorizzazione attualmente più utilizzato è rappresentato da una memoria realizzata con tecnologia il EEPROM (Electrically Erasable Programmable Read-Only Memory), che però ha lo svantaggio di un elevato consumo di potenza durante le operazioni di scrittura e un limitato (ma comunque elevatissimo) numero di cicli di scrittura (<1.000.000 cicli);
- **Il grado di sicurezza high-end che si vuole garantire:** chip in grado di codificare e decodificare le informazioni in un tempo sufficientemente breve da garantire la corretta lettura/scrittura del tag aumentano i costi a fronte di un più alto grado di sicurezza.

Nel complesso quindi la selezione di un sistema RFID richiede uno studio attento delle problematiche in gioco e spesso anche la possibilità di adattare il processo produttivo a quelle che sono le esigenze tecnologiche. D'altra parte la varietà di tecnologia disponibile garantisce che una soluzione può essere trovata. I parametri tecnici dei sistemi RFID sono ottimizzati per alcuni campi di applicazione, quali ticketing, identificazione degli animali, automazione industriale e controllo degli accessi. I sistemi con frequenze più basse sono principalmente usati quando il materiale è ostile alla penetrazione dell'onda elettromagnetica (tipicamente prodotti a base liquida e/o con componenti metalliche) e quando il tag debba essere inglobato nel materiale stesso.

Ne sono un esempio i sistemi di identificazione degli animali in cui il tag è inserito direttamente nell'omero dell'animale stesso e le informazioni possono essere prelevate da un reader con frequenza operativa inferiore a 135 kHz.

I sistemi a microonde hanno invece un raggio di azione notevolmente più grande, ma il campo elettromagnetico generato dal reader non sempre riesce a

penetrare all'interno del prodotto. In talune applicazioni può essere utile usare tag con alimentazione a batteria.

È importante considerare i campi di interferenza elettromagnetica, generati ad esempio dai macchinari industriali. In tali casi conviene utilizzare sistemi a microonde, meno sensibili a questo genere di disturbi tipicamente a bassa frequenza.

Il raggio di azione del tag dipende dalla conoscenza accurata della posizione del tag, dalla distanza minima fra due tag durante il trasferimento dei dati e dalla velocità con cui il tag attraversa la zona di interrogazione del reader.

Nel caso dei biglietti elettronici per il trasporto pubblico la velocità con cui si attraversa la zona di interrogazione del lettore è molto bassa, la mano del passeggero avvicina il biglietto con il tag al reader, la distanza minima è la distanza fra due passeggeri che entrano nel veicolo. Per questo tipo di sistemi il raggio di azione ottimale è dell'ordine del centimetro.

Nell'identificazione dei veicoli (caselli autostradali) invece il raggio di azione è dovuto alla massima velocità del veicolo, che contiene il tag, rispetto al lettore nella zona di interrogazione del lettore.

### **CLASSIFICAZIONE PER MODALITÀ DI LETTURA E SCRITTURA**

Il tipo e la quantità di memoria contenuta ne definiscono la modalità di utilizzo:

- Read Only. Il tag può essere interrogato in sola lettura. La capacità di memoria è minima. I tag passivi sono di solito read only;
- Read & Write. La memoria del tag può essere sia letta che scritta. La dimensione è dell'ordine di qualche KiloByte ed il loro costo è maggiore;
- Write Once – Read Many. È consentito scrivere all'interno del tag una sola volta, dopodiché la sua memoria è accessibile solo in lettura.

È inoltre possibile diversificare i lettori RFID in base all'Interfaccia di comunicazione (Porte seriali: RS232, WireLan Ethernet: RJ 45, Wireless: WiFi, Bluetooth, ZigBee).

### **CLASSIFICAZIONE PER LUNGHEZZA D'ONDA**

Per quanto riguarda la catalogazione in base alla frequenza d'impiego, si definiscono quattro differenti famiglie:

- LF (Low Frequency) 120 - 145 KHz;
- HF (High Frequency) 13,56 MHz;

- UHF (Ultra High Frequency) 860 - 950 MHz;
- MW (Microwaves) 2,4 - 5,8 GHz;

Le prime due sono utilizzate solitamente in condizioni di “campo vicino”, cioè sfruttano l'accoppiamento induttivo. Al contrario per le frequenze più elevate, UHF e microonde, le applicazioni sono tipicamente di “campo lontano”, cioè sono gli effetti del campo elettromagnetico ad essere dominanti.

### **DISPOSITIVI LF**

Storicamente sono i primi sistemi ad essere stati impiegati nell'identificazione in radiofrequenza e dato che ormai hanno raggiunto il pieno sviluppo come prestazioni e costi nessun produttore di chip investe più in questa tecnologia.

Generalmente sfruttano l'accoppiamento induttivo di tag passivi e la distanza operativa è pari al diametro dell'antenna del lettore che si attesta in un intervallo compreso tra 30 cm e 1 m, anche se ci sono alcune applicazioni a contatto. L'antenna del tag è rappresentata da un avvolgimento di rame su di un piccolo nucleo di ferrite che convoglia il campo magnetico. L'antenna richiede quindi un avvolgimento di rame alquanto voluminoso, che insieme ai costi relativamente elevati rappresenta il principale svantaggio di questi sistemi.

Al contrario però non risultano particolarmente influenzati dalla presenza di liquidi o tessuti organici il che spiega come il loro maggiore impiego sia nel campo della tracciabilità animale, in cui il tag viene rivestito di un supporto ceramico plastico e inserito in modalità sottocutanea oppure nello stomaco dei bovini.

Viene però anche impiegato nel controllo di accessi e nel campo automobilistico per chiavi e antifurti. Le frequenze tipiche d'impiego sono 125,5 kHz nel settore automotive mentre 134,2 kHz nella tracciabilità animale.

Nelle rare applicazioni con tag attivi si possono raggiungere facilmente campi operativi di 2 m. La distanza di scrittura tipicamente si attesta nell'intervallo di 30-50% della distanza di lettura. Sono disponibili sia tag di sola lettura a bassa capacità, cioè 64 bit, che lettura e scrittura a 2 kbit. La velocità di trasmissione è piuttosto lenta e non supera 1kbit/s. Nei sistemi LF si possono implementare algoritmi anti-collisione anche se in realtà la lettura multipla non è molto impiegata.

### **DISPOSITIVI HF**

Rappresenta la banda d'impiego maggiormente diffusa in quanto è accettata da tutti gli enti normatori mondiali ed è riservata per l'uso industriale, scientifico e medico. Come nei sistemi a bassa frequenza i dispositivi HF sfruttano l'accoppiamento induttivo, spesso con tag passivi. Inoltre risultano essere praticamente insensibili ai liquidi e ai tessuti organici. A differenza dei sistemi LF, in

HF è possibile costruire delle antenne a campo magnetico rotante in modo da consentire la lettura di tag con orientamenti diversi. Si distinguono in 2 famiglie dette *proximity*, fino a 30 cm di distanza operativa, e *vicinity*, 30- 90 cm di distanza operativa. Il limite massimo comunque si attesta intorno al metro e mezzo in lettura e ad 1,2 m in scrittura anche se questi valori dipendono fortemente dalla forma, dimensione e dal numero di spire dell'antenna del tag e dall'intensità del campo emesso. Disponibili sia in R/O che R/W hanno capacità di memoria che raggiungono alcune decine di kbit con una buona velocità di trasferimento di almeno 28 kbit/s. I metodi anti-collisione arrivano a supportare la lettura di 20-30 tag al secondo in funzione delle caratteristiche del sistema e degli algoritmi impiegati.

L'applicazione di maggior impiego è la cosiddetta "etichetta intelligente" o "smart card" in cui convivono la tecnologia RFID e quella del codice a barre. In questi sistemi un chip e un'antenna vengono applicate ad un supporto plastico e rivestiti da uno strato di carta su cui può venir stampato un codice a barre recante una parte oppure tutte le informazioni memorizzate sul chip. In ambito industriale sono frequentemente impiegati gli hard tag costituiti da chip e antenna rivestiti da strati plastici che li proteggono a livello meccanico, dalle condizioni ambientali, e possono permettere l'applicazione diretta su materiali metallici.

Oltre che per le etichette intelligenti, le maggiori applicazioni HF si manifestano nel controllo d'accessi, nel settore tessile, dell'editoria e manifatturiero. Si sta inoltre sviluppando il settore della tracciabilità in ambito aeroportuale per lo smistamento dei bagagli utilizzando "navette" di trasporto e sono in atto sperimentazioni sui passaporti elettronici.

### **DISPOSITIVI UHF**

La banda di frequenze viene diversificata per evitare possibili interferenze con altre emissioni radio come quelle delle stazioni radiofoniche, televisive e telefoniche, il che pone alcuni ostacoli a soluzioni unificate a livello globale:

- in Europa la sottobanda è 865-870 MHz (utilizzabile dal 2001, in Italia dal 2007);
- 902-928 MHz negli Stati Uniti;
- 950 MHz in Asia.

A seconda della nazione o area geografica esistono differenti certificazioni che i lettori/scrittori devono possedere per essere utilizzati in una specifica nazione. Le più comuni sono:

- Europa / Arabia Saudita / Sud Africa: ETSI EN 302 208-2;
- USA / Canada / Mexico: FCC Part 15.247 / CAN ICES-3 (A); NMB-3(A) / NOM-121;

- Australia: AS/NZ 4268;
- Cina: SRRC;
- Giappone: ARIB STD-T106 / ARIB STD-T107;

Queste verranno approfondite nel capitolo “Aspetti Normativi”.

Attualmente, il sistema UHF è generalmente utilizzato per applicazioni dove sono richieste distanze di lettura piuttosto elevate, anche di alcuni metri. Tali applicazioni comprendono l'identificazione di pallet e di confezioni, l'identificazione dei veicoli in una fabbrica per il controllo della produzione, o nel controllo pedaggi autostradali (RFid attiva).

L'UHF è la soluzione RFid più recente per l'etichettatura degli articoli all'interno della catena logistica. In particolare, la tecnologia UHF è utilizzata per implementare lo standard GS1 EPC Global, che permette la condivisione delle informazioni logistiche fra produttori, distributori e rivenditori, analogamente a quanto avviene per i codici a barre o i codici 2D Datamatrix.

Anche nel settore automotive la tecnologia UHF è sempre più utilizzata per la tracciabilità delle vetture lungo la catena produttiva. L'utilizzo di tag UHF permette l'applicazione del tag direttamente sulla scocca e la lettura a distanze variabili.

### **RETI DI COMUNICAZIONE RFID**

A seconda della presenza di tag e reader in un ambiente, è possibile definire quattro tipologie di sistemi:

- One-to-Many. Ossia un solo lettore per più tag (un piccolo negozio al dettaglio);
- One-to-One. Un solo reader per un solo tag (la chiave di accensione di un'auto);
- Many-to-One. Più reader per un solo tag (Telepass).
- Many-to-Many. Più reader per più tag. (Biblioteche, magazzini, grandi negozi).

### **MODELLI DI TRASMISSIONE DATI PER SISTEMI RFID**

La comunicazione è l'insieme dei fenomeni che comportano la distribuzione di informazioni. Essa si basa su alcuni elementi fondamentali:

- un'emittente (trasmettitore);
- un canale di comunicazione (necessario per trasferire l'informazione);
- il contenuto della comunicazione (l'informazione);
- un codice formale per la codifica e la decodifica delle informazioni;

- il destinatario della comunicazione (ricevente).

Nel caso di un'applicazione RFID, il Reader e i Tag e devono comunicare tra loro facilmente e senza disturbare altri sistemi radio o elettrici.

Allo scopo per ogni applicazione sono definiti i protocolli di comunicazione, cioè una serie di documenti normativi che descrivono tutti gli aspetti tecnici necessari per il processo di comunicazione, soprattutto quando l'applicazione richiede che dispositivi di fabbricanti diversi possano interoperare.

Le specifiche tecniche contenute nei i protocolli sono essenziali per garantire il successo di un'applicazione.

Le applicazioni di successo sono di solito basate su protocolli in grado di assicurare almeno i seguenti obiettivi principali:

- l'interoperabilità tra Reader e Tag (per l'interfacciamento di dispositivi di fabbricanti diversi);
- la capacità di operare senza interferire con le operazioni di altri apparati radio o elettrici.

Il rispetto del principio di non interferenza riguarda il livello fisico della comunicazione radio:

- bande di frequenze;
- larghezze di banda (all'interno delle bande permesse per un dato servizio);
- potenze radio di emissione (e condizioni ambientali in cui le emissioni avvengono: indoor, outdoor);
- non emissione di segnali spuri che costituiscano disturbo per altri sistemi.

Il dialogo tra Reader e Tag richiede comunque la definizione dei seguenti aspetti tecnici:

- Procedure per la costituzione dei link di comunicazione radio da Reader a Tag (*forward link*) e da Tag a Reader (*return link*);
- tipo di modulazione dei segnali;
- codifica dei dati;
- velocità di trasmissione dei dati (bit rate);
- formato ed impacchettamento dei dati.

Oltre a quanto visto possono essere necessarie indicazioni anche sui seguenti aspetti:

- la conformità al protocollo (il modo per valutare i prodotti di fabbricanti diversi);
- la forma e le caratteristiche fisiche dei contenitori dei Tag;
- le applicazioni particolari;
- i protocolli che specificano il modo in cui il sistema informativo deve processare dati e istruzioni.

### **IL MODELLO OSI (OPEN SYSTEMS INTERCONNECTION)**

Strutturato su sette livelli, è divenuto col tempo lo standard per modellizzare il processo di comunicazione tra due generici dispositivi (stazioni).

I livelli che compongono il modello sono indipendenti, gestiscono funzioni diverse e forniscono servizi ai livelli adiacenti (inferiore o superiore) tramite opportuni protocolli. Esistono, pertanto, interfacce diverse che interagiscono fra i livelli e che permettono la comunicazione tra le due stazioni. Un messaggio generato dalla stazione 1 è elaborato di livello in livello, fino a raggiungere il livello fisico, per poi compiere il percorso a ritroso sui livelli della stazione 2; i livelli paritari di due stazioni sono, pertanto, virtualmente connessi tra loro. Nella tabella nella pagina seguente sono riassunti i compiti dei sette livelli.

Anche i sistemi RFID possono essere rappresentati per mezzo del modello OSI, in particolare:

- i livelli 1 e 2 rappresentano la modulazione e la codifica del segnale;
- il livello 3 rappresenta il processo di gestione dell'anticollisione;
- i livelli 4, 5 e 6 rappresentano il protocollo della comunicazione (rilevamento degli errori, correzione degli errori, sicurezza dell'accesso);
- Il livello 7 contiene gli effettivi servizi dell'applicazione RFID.

Le informazioni sono di tipo digitale (stato 1 o 0) ma sono trasmesse in un canale che utilizza una portante analogica modulata.

### **MODULAZIONE DELLA PORTANTE**

La modulazione è l'operazione con cui il segnale contenente l'informazione (modulante) è combinato con un secondo segnale (portante) che ha le caratteristiche adatte alla trasmissione. In pratica la modulazione consiste nel far variare istante per istante una o più caratteristiche del segnale portante, sulla base del valore assunto dal segnale modulante. L'operazione inversa, che consiste nell'e-

strazione del segnale di partenza dal segnale modulato è detta demodulazione.

I sistemi RFID utilizzano un segnale modulante di tipo digitale e un segnale portante di tipo analogico. In relazione a ciò le modulazioni più usate sono la ASK, la FSK e la PSK.

#### ASK (AMPLITUDE SHIFT KEYING)

Nella modulazione ASK l'ampiezza della portante sinusoidale è fatta variare in correlazione al segnale modulante digitale. Nel caso più semplice e più comune in corrispondenza dello zero logico il segnale modulato ha ampiezza zero o prossima allo zero, mentre in corrispondenza dell'uno logico ha ampiezza pari a quella della portante non modulata (figura in basso nella pagina seguente). Questo metodo ha il vantaggio di trasmettere dati ad una velocità elevata con grande trasferimento di energia.

#### FSK (FREQUENCY SHIFT KEYING)

Nella modulazione FSK l'ampiezza della portante sinusoidale rimane invece costante. Ciò che varia in correlazione al segnale modulante è la frequenza (figura nella pagina seguente). Questo metodo permette di utilizzare un ricevitore ancora relativamente semplice da realizzare e assicura un alto livello di immunità ai disturbi, ma non consente velocità di trasmissione molto alte.

#### PSK (PHASE SHIFT KEYING)

Nella modulazione PSK ampiezza e frequenza della portante sinusoidale restano costanti, mentre è la fase che cambia. Il metodo più semplice consiste nello scambio di fase della portante di  $180^\circ$  in corrispondenza dell'uno logico del segnale modulante (figura 10). Questo metodo assicura un buon livello di immunità ai disturbi e consente velocità di trasmissione elevate, ma richiede un ricevitore più complesso di quello necessario per il metodo precedente.

### **CODIFICA DEI DATI**

La modulazione permette ai dispositivi RFID di trasmettere informazioni digitali per mezzo di onde elettromagnetiche. Negli ambienti in cui avvengono queste trasmissioni, però, spesso ci sono ostacoli che generano riflessioni. Le riflessioni si sommano in modo casuale al segnale, creando disturbi che possono ridurre la probabilità di una corretta interpretazione del segnale ricevuto da parte del circuito di demodulazione. Per evitare tali problemi si ricorre alla codifica dei dati.

Esistono numerosi metodi per effettuare tale codifica. I più semplici ed i più utilizzati sono: NRZ, RZ, Manchester e Miller.

---

## Funzione dei livelli del modello OSI

---

Livello	Funzione
1. Fisico	modalità di trasmissione vera e propria dei dati
2. Dati	struttura dei dati
3. Rete	modalità di instradamento (routing)
4. Trasporto	divisione dei dati in pacchetti e qualità della comunicazione
5. Sessione	organizzazione delle sequenze dei dati
6. Presentazione	interpretazione, cifratura, decifratura e compressione dei dati
7. Applicazione	protocolli al livello della particolare applicazione (struttura e significato dei messaggi che i due programmi nelle due stazioni si scambiano)

Fonte: INAIL, RFID (Radio-Frequency Identification) in applicazioni di sicurezza, 2016.

### NRZ (NO RETURN TO ZERO)

Per la codifica NRZ (No Return to Zero) valgono le seguenti regole (figura alla pagina seguente):

- Lo stato digitale 1 è rappresentato con un segnale alto;
- Lo stato digitale 0 è rappresentato con un segnale basso.

Circuiti che realizzano tale codifica non sono complicati: i dati passano direttamente in uscita così come sono.

La robustezza agli errori è sufficientemente adeguata, anche se lunghe stringhe di 0 o di 1 possono causare la perdita del sincronismo.

### RZ (RETURN TO ZERO)

Per la codifica RZ (Return to Zero) valgono le seguenti regole (figura nella pagina seguente):

- Lo stato digitale 1 è rappresentato con un segnale alto;
- Lo stato digitale 0 è rappresentato con un segnale basso;
- Ad ogni semiperiodo il segnale torna sempre a zero.

Come con la codifica precedente, non si ha una vera e propria codifica dei dati. Il ricevitore deve però distinguere tra 3 livelli, anziché tra 2, quindi la probabilità di errore è più grande rispetto al caso precedente. Il vantaggio però è che lunghe stringhe di 0 o di 1 non causano la perdita del sincronismo.

### MANCHESTER

Per la codifica Manchester valgono le seguenti regole (figura alla pagina seguente):

- Lo stato digitale 1 è rappresentato con una transizione al semiperiodo fra il segnale alto e il segnale basso;
- Lo stato digitale 0 è rappresentato con una transizione al semiperiodo fra il segnale basso e il segnale alto.

Come con la codifica precedente, anche con tale codifica lunghe stringhe di 0 o 1 non causano la perdita del sincronismo. Tuttavia, lavorando con solo due livelli, la robustezza agli errori è più alta. La codifica Manchester richiede un circuito più complicato rispetto a quelli per le codifiche RZ e NRZ.

### MILLER

Per la codifica Miller valgono le seguenti regole (figura alla pagina successiva):

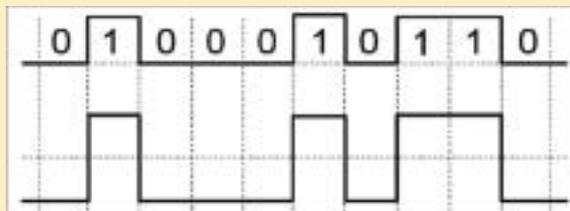
- Lo stato digitale 1 è rappresentato mantenendo all'inizio

---

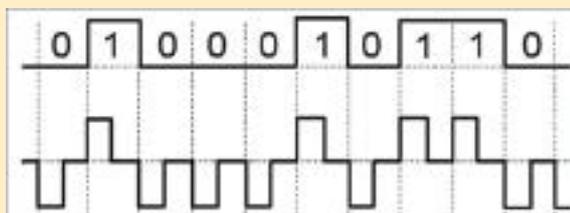
## Algoritmi di codifica

---

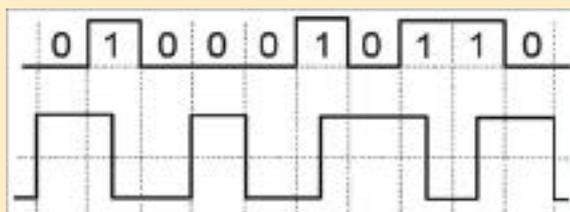
Codifica NRZ



Codifica RZ



Codifica Manchester.



del periodo il livello dello stato precedente e attuando una transizione al semiperiodo;

- Lo stato digitale 0 è rappresentato con uno dei due metodi Metodo 1. Se lo stato precedente era un 1, viene mantenuto il livello per tutto il periodo; Metodo 2. Se lo stato precedente era uno 0, si ha una transizione all'inizio del periodo e poi si mantiene il livello costante per tutto il periodo.

Il metodo ha gli stessi vantaggi della codifica Manchester, ma richiede un circuito più complicato che necessita di memoria.

#### MANCHESTER MODIFICATA

La codifica Manchester tradizionale è stata col tempo migliorata per mezzo della modulazione di una sottoportante durante il periodo di segnale basso (come si può notare dalla figura alla pagina successiva).

Ciò ha aggiunto al metodo caratteristiche interessanti per la comunicazione tra Reader e Tag passivi, in particolare:

- il consumo di energia del Tag è minimizzato;
- si ha la capacità di inviare al Reader un segnale facilmente rilevabile;
- si ha la possibilità di mettere in atto una procedura di anti-collisione (del tipo "Carrier Sense");
- si ha una sincronizzazione automatica tra Reader e Tag.

#### MILLER MODIFICATA

La codifica Miller tradizionale è stata migliorata sostituendo la transizione del cambio di livello con un impulso generato da una sottoportante (come si può notare nella figura alla pagina successiva).

La codifica Miller modificata è molto efficace nella comunicazione tra Reader e Tag per le seguenti ragioni:

- l'energia trasmessa al Tag è massimizzata;
- il rapporto segnale/rumore è minimizzato;
- si ha una sincronizzazione automatica tra Reader e Tag.

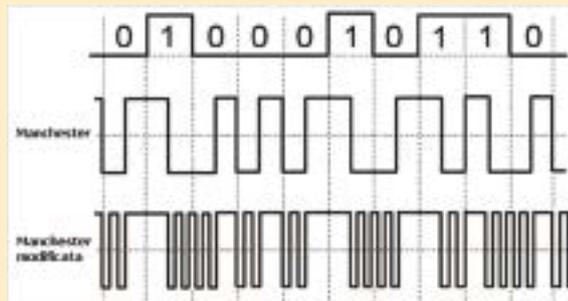
La sincronizzazione automatica tra Reader e Tag è importante perché permette di ridurre gli errori di trasmissione in presenza di disturbi e accresce la velocità di trasmissione dei dati, soprattutto per i messaggi brevi. I vantaggi di una trasmissione più sicura sono pagati da una maggiore complessità circuitale del Tag rispetto a quella che si ha con codifiche più elementari.

---

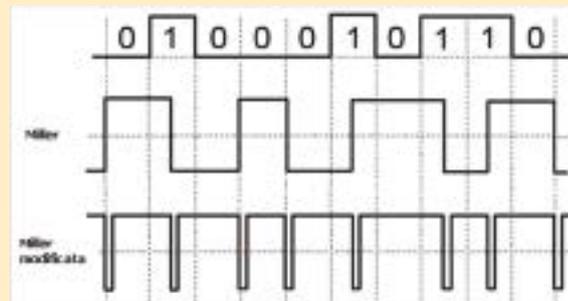
## Algoritmi di codifica

---

Comparazione tra le codifiche Manchester e Manchester modificata.



Comparazione tra le codifiche Miller e Miller modificata.



### **VANTAGGI DELLA TECNOLOGIA RFID**

L'identificazione automatica di un prodotto nel corso del suo ciclo di vita è ad oggi ancora realizzata nella maggior parte dei casi tramite l'utilizzo del codice a barre. Il passaggio all'identificazione in radiofrequenza, che si sta verificando gradualmente, presenta molti vantaggi, sia dal punto di vista dell'efficienza, che da quello della flessibilità e robustezza del sistema. Di seguito, vengono analizzati i vantaggi più importanti.

#### **LETTURA E SCRITTURA NON A CONTATTO**

Ogni tag può memorizzare una grande quantità di dati (fino a 16 kbyte e più), più che sufficienti per qualsiasi tipologia di applicazione. I dati necessari per ogni "processo" possono essere scritti e riscritti liberamente e senza contatto diretto con il tag. In tal modo è possibile realizzare una soluzione senza l'utilizzo di supporti cartacei ed eliminare molti fattori che diminuiscono il rendimento all'interno di ogni processo.

#### **INTEGRAZIONE DI OGGETTI E DATI**

I dati di produzione sono distribuiti per alleggerire il carico del sistema centrale (host system). In questo modo si tagliano i costi di sviluppo del sistema, si riducono i tempi di start-up delle applicazioni e si permette una maggiore flessibilità nel caso di cambiamento di alcune parti del sistema. L'integrazione di oggetti e dati realizza una soluzione precisa e priva di errori, con un efficiente controllo della qualità. Inoltre la memorizzazione dei dati direttamente sull'oggetto è importante in caso di emergenze, poiché rende possibile l'elaborazione non in linea (off-line processing), riducendo drasticamente il tempo necessario a ripristinare l'applicazione.

#### **TECNOLOGIE E PROTOCOLLI DI TRASMISSIONE WIRELESS**

I sistemi RFID trasmettono i dati includendo dei caratteri di controllo e di rilevamento errori, che garantiscono la massima qualità ed affidabilità della comunicazione. Il sistema, inoltre, non ha parti meccaniche (presenti invece nei lettori di codici a barre) riducendo così l'eventualità di un malfunzionamento e rendendo applicabili i dispositivi in ambienti a temperature inferiori allo 0.

#### **FUNZIONAMENTO CON POSIZIONAMENTO NON PRECISO E DI TAG NON VISIBILI**

I sistemi RFID comunicano per mezzo di segnali elettrici ed elettromagnetici, eliminando così i problemi di non lettura o di lettura errata, dovuti a presenza di sporco o a mancanza di parti del codice a barre. Inoltre l'area di lettura di un'antenna in radiofrequenza è in generale abbastanza ampia e permette di

evitare un posizionamento preciso dell'oggetto, riducendo i tempi ed i costi di sviluppo. L'utilizzo della tecnologia RFId garantisce quindi grandi vantaggi, se paragonato alla classica soluzione rappresentata dai codici a barre.

L'evoluzione dalle etichette cartacee alle "etichette intelligenti" (smart tag) permette infatti di migliorare la gestione del ciclo di vita di un prodotto sotto tutti i punti di vista, dalla maggiore velocità di trattamento delle informazioni, alla capacità di lettura di molte "etichette" contemporaneamente, fino alla drastica diminuzione degli errori umani, grazie alla completa automazione dell'intero processo.

Gli evidenti vantaggi offerti rispetto ad altre modalità di identificazione, quali codificatori meccanici o codici a barre, hanno determinato il successo di questi sistemi:

- identificazioni completamente automatiche, rapide e sicure al 100%;
- resistono alle variazioni di temperatura e funzionano anche se imbrattate con olio, polvere o acqua;
- possono essere riutilizzate in qualsiasi momento;
- tutti i dati relativi alla produzione accessibili in tempo reale e sul prodotto stesso
- possiedono una durata pressoché illimitata e nella versione FRAM sono esenti da manutenzione.

Considerevoli vantaggi si ottengono nelle linee di assemblaggio o macchine automatiche dove la presenza simultanea di numerosi pallet/prodotti comporta la necessità di operare contemporaneamente su diversi fronti, pertanto diviene fondamentale avere disponibili e decentrate sul porta pezzo tutte le informazioni necessarie, siano esse dati di lavorazione, di test, di qualità o altro. Così facendo si riduce il traffico sulle reti di comunicazione e nel contempo, il software applicativo risulta più snello e veloce, con notevoli evidenti vantaggi per chi lo sviluppa. Oggigiorno chiunque lavori con i sistemi di identificazione pone esigenze diverse ed individuali.

Nel prossimo futuro si assisterà perciò ad un sempre maggior utilizzo di tag in radiofrequenza, che si svilupperà parallelamente al progredire della tecnologia: quanto più sarà possibile comunicare a lunga distanza ed in ogni situazione con piccoli tag a basso costo, tanto più velocemente si potrà trovare l'RFId in tutti i prodotti ed oggetti con i quali si ha quotidianamente a che fare.

#### **PROCESSO DI ANTICOLLISIONE**

La comunicazione non riesce se due o più Tag cercano di comunicare contemporaneamente. Quando ciò avviene, il messaggio ricevuto dal Reader,

essendo la fusione di due o più messaggi è indecifrabile e si parla in tal caso di collisione.

Per gestire le collisioni esistono diversi metodi: i più semplici richiedono Tag di complessità circuitale relativamente ridotta, e quindi più economici, a discapito, però, della velocità di lettura.

Per velocità di lettura più alte si usano, invece, Tag più costosi, capaci di compiere le necessarie operazioni più complesse.

I protocolli di anticollisione effettivamente utilizzati nei sistemi RFID cercano di diminuire il più possibile l'attesa.

Esistono due famiglie di protocolli: stocastici e deterministici. Nella famiglia dei protocolli stocastici il momento in cui i Tag possono inviare i dati è scelto in modo casuale, invece nella famiglia dei protocolli deterministici tale momento è calcolato con tecniche precise.

### **RILEVAMENTO E CORREZIONE DEGLI ERRORI**

Gli errori di trasmissione sono dovuti alla presenza di disturbi sul canale di comunicazione, che impediscono la corretta ricezione dei dati trasmessi. Gli ostacoli che un'onda elettromagnetica incontra durante la sua propagazione possono modificarla e può accadere quindi che dei bit 1 vengano trasformati in 0 e viceversa.

Durante la comunicazione possono verificarsi, di solito, tre tipi di errori:

- Errori su un bit singolo (single-bit);
- Errori su più bit (multiple-bit);
- Errori a raffica (burst).

Un metodo semplice per l'individuazione degli errori è quello di attuare un doppio invio per ogni unità di dati. Pertanto il ricevitore ha il compito di confrontare bit a bit le due copie della stessa unità. In tal modo, essendo infinitesima la probabilità di incontrare due errori sullo stesso bit, la trasmissione è molto affidabile, ma lenta: il tempo di trasmissione è più che duplicato, essendo necessario aggiungere anche il tempo per la verifica alla doppia durata della trasmissione. Si preferiscono, quindi, altri metodi che si basano sull'aggiunta sapiente di un numero limitato di bit di ridondanza. Appena il sistema ricevente si è accertato della corretta trasmissione, i bit supplementari sono eliminati.

Tre sono i principali algoritmi per il rilevamento errori che sfruttano la tecnica di ridondanza: VRC (Vertical Redundancy Check), LRC (Longitudinal

Redundancy Check), CRC (Cyclic Redundancy Check)<sup>4</sup>.

### **APPLICAZIONI INDUSTRIALI**

La panoramica degli scenari applicativi è sicuramente uno stimolo per la fantasia dei produttori e degli utenti, soprattutto negli ultimi anni, dopo l'avvento di standard internazionalmente riconosciuti si è assistito alla diffusione dell'RFID in settori fino a qualche anno fa impensabili, come la sanità o i trasporti. In precedenza l'unico settore che aveva pienamente apprezzato questo sistema di identificazione era il manifatturiero, qui le prime massicce applicazioni risalgono, almeno in Italia ai primi anni ottanta.

La necessità di realizzare macchine e linee di assemblaggio automatiche, articolate e flessibili, con elevati volumi produttivi, lotti sempre più piccoli ed un altrettanto elevato standard qualitativo, ha obbligatoriamente indirizzato i costruttori di tecnologie automatizzate specializzate nella movimentazione, handling, lavorazione o montaggio, verso l'utilizzo di sistemi di identificazione a radio frequenza. La peculiarità di questa tecnologia rispetto alle precedenti consiste nel fatto che i dati importanti seguono, senza deteriorarsi, un prodotto o un oggetto dall'inizio alla fine del processo produttivo, queste informazioni, sotto forma di una memoria dati mobile, possono essere liberamente lette o scritte e quindi aggiornate lungo tutto il percorso automatizzato. Tutti i dati relativi alla produzione, alla qualità, da pochi byte fino a parecchie decine di kbyte, sono sempre disponibili immediatamente proprio dove servono: sul supporto del prodotto o sul prodotto stesso.

Lo scambio dei dati tra tag e reader avviene in modo completamente automatico e soprattutto, senza "contatto visivo", via RF (radio frequenza). Questo modo di trasferire dati non teme la presenza di sporco o l'interposizione di materiali non metallici.

In ambito industriale qualunque sia l'esigenza di identificazione e l'ambiente applicativo, i sistemi di identificazione industriali offrono una soluzione in sintonia con l'automazione da realizzare. Grazie all'avvento della tecnologia informatica, l'automazione della produzione ha fatto un enorme balzo in avanti in termini di prestazioni. Il software è diventato una delle componenti essenziali delle funzionalità di macchine e impianti. Dietro al concetto di Industry 4.0 si cela la quarta rivoluzione industriale, determinata sostanzialmente dal progresso

4. Inail - Dipartimento innovazioni tecnologiche e sicurezza degli impianti, prodotti e insediamenti antropici, RFID (Radio-Frequency Identification) in applicazioni di sicurezza, 2016. Documento disponibile sul sito [inail.it/cs/internet/docs/alg-rfid-radio-frequency-identification-in-applicazioni.pdf](http://inail.it/cs/internet/docs/alg-rfid-radio-frequency-identification-in-applicazioni.pdf), ultima consultazione 11 Maggio 2019.

della tecnologia informatica e di comunicazione. Ci sarà sempre più la necessità di raccogliere una mole crescente di dati anche a basso livello produttivo, identificando gli oggetti in produzione e monitorandone il loro stato attraverso della sensoristica specifica (temperatura, vibrazione, umidità, ecc.). In questo contesto evolutivo, la tecnologia RFID può intervenire già oggi con soluzioni di transponder studiati e adatti ad essere applicati su materiali di diversa natura (metallici e non conduttivi), resistenti a condizioni estreme in termini di grado di protezione IP, di range di temperatura, di vibrazione, di resistenza ad agenti chimici o processi aggressivi. La stessa elettronica RFID di propagazione del campo elettromagnetico e di raccolta dati (Antenne e Reader) viene progettata per installazioni in campo e adatta agli ambienti industriali più ostili. I dati raccolti possono essere facilmente trasferiti direttamente sia a PLC collegati alla rete di automazione sia a sistemi SCADA superiori collegati alla rete aziendale.

### **PRIVACY E TRACCIAMENTO**

Ogni individuo in possesso di prodotti “taggati” rischia di essere anch’esso “taggato”. In base a ciò che possiede è possibile sapere:

- Dove si trova una persona in un dato momento (se è in prossimità di un reader);
- Quali sono le sue abitudini (cosa ha comprato, quanto è efficiente nello svolgere la sua mansione).

In pratica è possibile tracciare una persona e controllarla come se avesse un occhio piazzato sopra di essa.

I sistemi RFID, originariamente, sono sistemi promiscui, cioè che rispondono a qualsiasi lettore tenti di interrogarli. Le preoccupazioni principali riguardano, quindi, la possibilità che la tecnologia possa essere utilizzata per violare la privacy del possessore degli oggetti taggati. Ma la crescita dei sistemi RFID pone tale problematiche al centro dell’attenzione.

Tutto questo non dovrebbe essere possibile, o quanto meno lo deve essere solo in determinate situazioni e attuabile solamente da agenzie di controllo o organi di legge. Per fare in modo che la privacy di una persona non venga lesa, occorre stabilire dei sistemi di sicurezza.

Occorre dunque coinvolgere importanti considerazioni come confidenzialità, integrità, disponibilità dei dati.

In particolare solo reader e personale autorizzati possono avere accesso alle informazioni contenute nei tag e nei database ed idealmente queste debbano risultare anonime o comunque l’identità dei soggetti coinvolti non dovrebbe essere facilmente rintracciabile.

## SICUREZZA DELLA COMUNICAZIONE

In alcune applicazioni può essere necessario garantire la sicurezza (security) della comunicazione tra Reader e Tag e ciò può essere fatto con metodi differenti, in funzione del grado di sicurezza richiesto

Infatti è possibile:

- l'utilizzo di una password che permetta di identificare il Reader e il Tag (la password di identificazione del Reader può essere unica per tutti i Tag o specifica per ogni Tag), chiaramente l'adozione di numerose password rende più complesso l'utilizzo del sistema RFID;
- la codifica delle trasmissioni attraverso chiavi o polinomi o l'utilizzo di veri e propri sistemi di crittografia, naturalmente ciò ha un costo maggiore e riduce la velocità di comunicazione.

L'utilizzo di crittografia è limitato dalle leggi nazionali sulla sicurezza pubblica che impongono la possibilità di lettura da parte delle forze di Polizia, su richiesta delle autorità competenti.

Tra le applicazioni RFID che richiedono maggiore sicurezza vi sono le carte di credito contactless (in sostituzione di quelle a strisciata). Per eseguire il pagamento con tali carte è sufficiente avvicinare una carta dotata di Tag al POS dotato di Reader.

Un'importante problematica, infatti, è legata agli attacchi che alcuni individui possono effettuare sui tag. In particolare si parla di:

- *Counterfeiting*. Falsificare o imitare un tag. Problema legato principalmente ai transponder posti sulle banconote.
- *Replay*. Una trasmissione valida tra tag e reader viene ripetuta da un avversario che intercetta i dati e li ritrasmette.
- *Eavesdropping*. Capacità di "origliare" una trasmissione tra tag e reader. Spesso è alla base del replay.

Vi sono essenzialmente due grandi problemi da questo punto di vista: il tracking clandestino, cioè la possibilità di seguire il segnale emesso da un tag e di collegarlo al suo possessore; l'inventoring, cioè il riconoscimento di oggetti all'interno di uno store ottenibile tramite la lettura dei tag posti su di loro.

Il problema diventa sempre più serio quando le informazioni sui tag sono facilmente collegabili ai dati personali delle persone che li posseggono.

L'autenticazione nei sistemi RFID è il procedimento con il quale tag e reader

dimostrano cioè di essere dispositivi legittimi.

Sorgono dei problemi quando reader legittimi vogliono raccogliere informazioni da tag non legittimi, in particolare da quelli contraffatti. La duplicazione di dispositivi non protetti è piuttosto semplice e richiede di effettuare uno scanning del tag e poi di duplicarlo.

Una soluzione per ridurre i rischi è quella di crittografare i dati nei tag, quelli che viaggiano nell'aria durante la trasmissione e quelli conservati nei tag. L'approccio più generico e sicuro, però, è l'uso di protocolli standard di autenticazione già largamente usati nelle reti o nelle smart cards.

Tuttavia gran parte delle aziende preferiscono usare dei loro sistemi di autenticazione e non quelli consentiti dagli standard.

Vi è una vera e propria classificazione dei tipici scenari di attacchi informatici volti al furto e alla frode dei dati:

- *Static Tag Data.* Il tag emette un identificativo statico che non cambia mai (caso di molti tag attivi). Semplicemente tracciando quell'ID è possibile controllare l'oggetto o la persona proprietaria del tag.
- *No Access Control.* Senza controllo degli accessi, un avversario può entrare in un sistema RFID, interrogare i tag e, usando dei meccanismi ausiliari quali ad esempio la videosorveglianza, legare più individui ad uno stesso tag;
- *Write e Lock.* Il comando di "write" è un semplice bit che, se impostato ad '1', permette ad un reader di poter modificare la memoria del tag. Non è protetto da password. Il comando di "lock" è anch'esso un bit che può assumere valore '0' o '1'. Se attivo, impedisce ad un reader di poter alterare la memoria del tag. È protetto da password a 48-bit. Tali comandi offrono protezione limitata. Un avversario potrebbe comunque alterare le informazioni dei tag questo porterebbe ad avere un sistema RFID instabile ed inconsistente;
- *Tag Password Management.* Per un sistema RFID con molti tag esistono due approcci di gestione delle password: 1. Una sola password per blocchi di tag, 2. Una password per ogni tag. Nel primo caso, la violazione della password comprometterebbe l'intero sistema. Pertanto occorre una modifica continua della password. Il secondo caso, invece, è più sicuro, ma costringerebbe il sistema a dover disporre di un meccanismo di selezione della password.

## **APPLICAZIONI PER LA SICUREZZA DEI DATI SU SUPPORTI RFID<sup>5</sup>**

Oltre ai protocolli di identificazione, occorre realizzare dei metodi che possa-no proteggere la comunicazione tra tag e reader. Non esistono dei veri e propri standard, tuttavia ci sono alcuni algoritmi che hanno trovato un buon successo. La maggior parte delle tecniche crittografiche usate sono di realizzazione privata, dunque non esiste una loro completa documentazione.

### **METODO KILL-TAG**

È il più semplice e diretto. Il tag viene ucciso e, dunque, le sue informazioni non possono più essere reperite.

Il comando “kill” avviene trasmettendo al tag una password di 8-bit che, una volta ricevuto, blocca permanentemente il transponder.

Questo garantisce soprattutto le persone dal fatto di non poter più essere tracciate, né di poter accedere a qualsivoglia informazione. Tuttavia la lunghezza della password rende accessibile il tag ad un attacco a forza bruta che, con al più 256 tentativi, può riuscire a “spegnere” il tag.

### **METODO GABBIA DI FARADAY**

Il tag viene posto dentro un involucro metallico, composto per lo più da fogli di alluminio che avvolgono l'intero oggetto portatore del tag. Il tag non può essere raggiunto da nessun contatto elettromagnetico. Dunque esso viene messo al sicuro da qualsiasi accesso, anche autorizzato.

Il metodo, nella sua praticità, si dimostra essere molto efficace verso tutti i tipi di attacchi, tranne verso l'antitaccheggio. Ad esempio, in un negozio un oggetto può essere posto dentro un sacchetto metallico per aggirare i lettori posti all'uscita.

### **METODO HASH-LOCK E HASH-LOCK RANDOMIZED**

Metodo che è alla base del protocollo, precedentemente mostrato, e realizzato da Weis, Sarma, Rivest ed Engels.

Permette di bloccare un tag in modo che esso si rifiuti di mostrare il proprio identificativo fino a quando un reader autorizzato non lo sblocchi. Viene introdotto il concetto di meta-ID, l'hash di un valore numerico noto solo al

5. Brano rielaborato dallo slideshow di Giovanna Di Napoli, Giuseppina Elefante, Carmela Paolillo, Marco Volpe, *L'Autenticazione negli RFID - Dipartimento di Informatica*, presente sul sito di-srv.unisa.it/~ads/corso-security/www/CORSO-0304/rfidauth-bw.pdf, ultima consultazione 15 Maggio 2019. Per un ulteriore approfondimento consultare l'estratto *SICUREZZA E PRIVACY NEI SISTEMI RFID (Parte VIII)*, di Paolo Talone, Giuseppe Russo, Luca Carettoni, Stefano Zanero, disponibile sul sito [rfid.fub.it/edizione\\_2/Parte\\_VIII.pdf](http://rfid.fub.it/edizione_2/Parte_VIII.pdf), ultima consultazione 15 Maggio 2019.

sistema in cui agisce il tag, sistema in cui agisce il tag.

Il meta-ID di ogni tag viene memorizzato in un database a cui può accedere solo un reader legittimo. Il tag, ad ogni richiesta proveniente da un reader, risponderà sempre con il suo meta-ID. Il reader legittimo invierà al database il meta-ID e questi gli fornirà la coppia formata dall'ID del tag e dal valore chiave. Ora, il reader, per autenticarsi e per sbloccare il tag, invierà a questi il valore chiave. Se è quello giusto, il tag si sbloccherà e gli invierà il suo ID che, se uguale a quello già in possesso del reader, permetterà alle parti di comunicare.

Questo metodo risulta efficiente poichè può rilevare eventuali tentativi di replay, nel caso un attaccante duplica il metaID di un tag e lo invia ad un reader legittimo per l'identificazione, il reader, tuttavia, non otterrà mai dall'attaccante il valore esatto dell'ID in quanto tale informazione non è stata recuperata.

Resta però un ulteriore problema: il metaID di un tag può essere usato come identificativo alternativo per tracciare il comportamento del possessore del tag. Per evitare tale situazione, esiste una versione migliorata del metodo Hash-Lock chiamata Randomized: all'interno del tag viene installato un generatore di numeri casuali che ad ogni sessione di autenticazione, genera un valore R. Il tag, poi, calcola l'hash del suo ID concatenato al valore R. Successivamente invia al reader la coppia (R, h(ID || R)).

#### METODO RE-ENCRYPTION

Questo metodo, realizzato da Juels e Pappu, prevede una cifratura a chiave pubblica dell'identificativo dei tag posti sulle banconote.

Il sistema prevede la presenza di una coppia di chiavi, una pubblica (PK) e l'altra privata (SK), stabilita dagli organi di legge. All'atto della distribuzione, l'ID del tag viene codificato con la chiave pubblica PK. Il nuovo valore può ora fungere da nuovo identificativo statico.

Per evitare la tracciatura della banconota, lettori autorizzati possono re-codificare, usando la PK, il valore presente sul tag.

Solo agenzie governative di stato, in possesso della chiave privata SK, possono decodificare il valore presente sul tag. Questa possibilità permette solo ad agenzie autorizzate di tracciare i movimenti delle banconote e a nessun altro.

Il livello di non tracciabilità delle banconote dipende esclusivamente dal tasso di re-cifratura dell'ID. Inoltre, i costi di installazione del cipher sul tag e l'utilizzo di lettori ottici potrebbero non essere indifferenti oltre al fatto che lettori non autorizzati potrebbero codificare il valore sul tag usando una coppia diversa di chiavi, rendendo la banconota irraggiungibile agli organi di controllo.

#### METODO ACTIVE JAMMING

Si utilizza un particolare dispositivo che emette interferenze elettromagne-

ti-che volte ad annullare tutte le comunicazioni limitrofe. Di conseguenza non può essere effettuata alcuna trasmissione da tag a reader e viceversa.

Tuttavia un'interferenza piuttosto elevata porterebbe alla rottura anche di altri sistemi RFID vicini, dove la segretezza non è una preoccupazione. Per evitare tale problematica si utilizza il metodo del blocker tag.

#### METODO BLOCKER TAG

Sviluppato da Ari Juels ed altri ricercatori RSA, permette di annullare la procedura di selezione tree-walking. Un blocker tag è un normalissimo tag, ma che, interrogato dal reader, risponde in modo non standard, confondendo il lettore e bloccando la lettura di tutti gli altri tag.

I blocker tag vengono posti tra tag e reader o, comunque, in prossimità di uno dei tag appartenenti ad un sistema RFID. Quando, durante la lettura, il reader si trova ad aver letto fino ad un nodo specifico, il blocker tag, interrogato, trasmette contemporaneamente sia il bit '0' che il bit '1'.

Questa situazione induce il reader ad esplorare non un solo sottoalbero, ma entrambi. L'ID di un tag, in genere, può essere di 64 o 128 bit, dunque l'albero può contare anche di 2128 foglie.

Un reader, per le sue caratteristiche, non è in grado di eseguire una ricerca così onerosa e, dunque, dopo un po' interrompe la ricerca. Questo comportamento porta il blocker tag ad essere definito come *universal blocker tag*.

Per raffinare questa tecnica occorre considerare una proprietà dell'albero degli ID e cioè che tutti gli ID con lo stesso prefisso appartengono allo stesso sottoalbero. In questo modo è possibile definire delle "privacy zone" all'interno delle quali può operare il blocker tag.

In pratica il blocker tag arresterà i processi di selezione solo per i tag che iniziano con un dato prefisso, per tutti gli altri prefissi il processo non si arresterà. Un blocker tag di questo tipo si chiama *selective blocker tag*.

## 5. STATO DELL'ARTE DEI TAG RFID

L'ambiente di applicazione del caso studio impone resistenza a sollecitazioni importanti. Dovendo affiancare la parte da lavorare dal taglio delle pelli, ai differenti processi di cura fino alla finitura, il tag deve avere le caratteristiche fisiche tali da garantire la conservazione dei dati memorizzati sul suo chip. Le sollecitazioni più importanti sono dovute al processo di cura che può avvenire in autoclave, con pressioni fino ai 6 bar e temperatura fino a 135°C, o in pressa con temperature più elevate fino ai 150 °C e pressione in funzione del posizionamento del tag. Ai più i tag RFID possono sembrare molto simili fra di loro, ma, in risposta a specifiche richieste del mercato, l'industria del tag si specializza molto in tantissimi settori dai quali attingere per la ricerca della soluzione ideale; quanto meno per la prima applicazione del progetto nel caso reale. Quando il processo di applicazione del tag selezionato avrà piena efficienza ed affidabilità si potrà procedere con l'affinamento prestazionale del tag verso la più piena integrazione possibile con la parte in composito.

Dopo un'analisi dei tag impiegati in alcuni settori specifici verrà, quindi, selezionato un primo tag per una prima versione definitiva del progetto per poi analizzare alcuni scenari futuri promettenti per lo sviluppo di soluzioni meglio integrate.

### **TAG RFID PER LA GESTIONE DELLA COMPONENTISTICA ELETTRONICA**

Un primo esempio può essere costituito dai tag integrati all'interno delle schede elettroniche. Quando Hitachi nel 2001 annunciò la realizzazione della *smart dust*<sup>1</sup>, dei tag RFID avanzati di dimensioni nell'ordine degli 0,4 millimetri, si intravedevano appena gli scenari futuri per quanto riguarda la miniaturizzazione di questa tecnologia. Infatti, già il 6 Febbraio del 2006, Hitachi annunciò di aver sviluppato e verificato il funzionamento di un IC chip contactless delle dimensioni di 0,15 millimetri per 0,15 millimetri con lo spessore di 7,5 micron<sup>2</sup>. Questo risultato fu possibile attraverso lo sviluppo della tecnologia Silicon-on-Insulator (SOI). Nel processo di fabbricazione convenzionale, un transistor è formato direttamente sul substrato di silicio. Nel processo SOI si utilizza uno strato isolante e uno strato di silicio monocristallino migliorando l'efficienza produttiva ma soprattutto le dimensioni del transistor e riducendo le possibili interferenze con i dispositivi vicini.

Il  $\mu$ -Chip di questo tag consiste di 128-bit ROM (Read Only Memory) in

1. Sarah Gingichashvili, *Hitachi Develops World's Smallest RFID Chip*,

2. Hitachi Ltd., *World's smallest and thinnest 0.15 x 0.15 mm, 7.5 $\mu$ m thick RFID IC chip*, 6 Febbraio 2006, articolo disponibile sul sito [hitachi.com/New/cnews/060206.html](http://hitachi.com/New/cnews/060206.html), ultima consultazione 9 Giugno 2019.

grado di memorizzare un numero di 38-digit, il suo identificativo univoco.

Lo sviluppo di questa tecnologia ha portato a vaste sperimentazioni nell'integrazione dei chip nella carta delle banconote, in applicazioni di sensoristica MEMS (Micro-Electro-Mechanical Systems) in ambito militare e ad oggi sono diffusissimi chip di identificazione all'interno di schede elettroniche con dimensioni dell'ordine del decimo di millimetro.

### **TAG RFID PER LA GESTIONE DELLA BIANCHERIA**

Nel settore della lavanderia industriale lo sviluppo di sistemi di gestione degli assets con tecnologia RFID è stato reso necessario per assicurare agli utilizzatori rapidità di gestione, sicurezza e affidabilità del tracciamento.

Per capire quanto questo possa essere importante basti pensare ai principali scenari di utilizzo, soprattutto strutture ospedaliere e strutture ricettive, dove ogni giorno migliaia di indumenti e articoli di biancheria vengono smistati per il corretto lavaggio. Tutto questo costituisce un'operazione complessa senza l'uso di sistemi di auto-ID con tecnologia RFID dove le macchine smistatrici suddividono automaticamente gli articoli da lavare in base alle caratteristiche del tessuto per poter essere raggruppate per specifici lavaggi.

Se per il settore dell'elettronica l'evoluzione del tag va verso la miniaturizzazione estrema, per il settore della lavanderia la caratteristica principale diviene la resistenza all'ambiente di lavaggio. Questo è costituito dai liquidi ad alte temperature e forti pressioni generate dalle centrifughe necessarie per l'igienizzazione dei tessuti, caratteristiche assimilabili a quelle del caso studio.

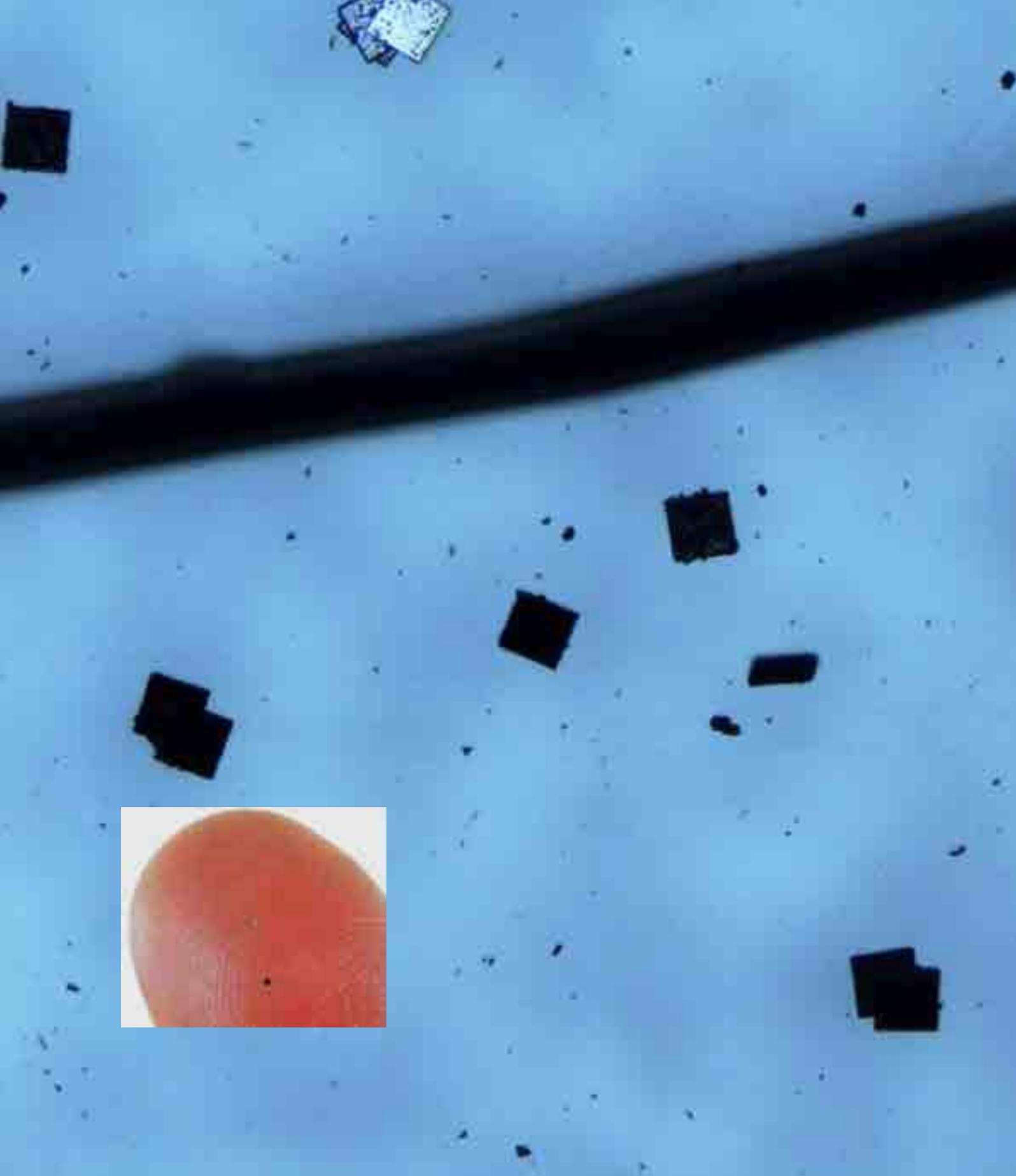
Una prima classificazione può essere costituita fra tag flessibili e rigidi. I primi sono i più utilizzati hanno in genere un'ottima resistenza all'acqua nell'ordine di centinaia di lavaggi mentre i secondi sono racchiusi in un guscio rigido che ne migliora le prestazioni ad alta temperatura e pressione. Caratteristiche interessanti se applicabili al contesto del composito in fibra di carbonio ma resta problematica l'integrazione viste le dimensioni notevoli di questi tag (dal centimetro a diversi centimetri a seconda della distanza di lettura richiesta).

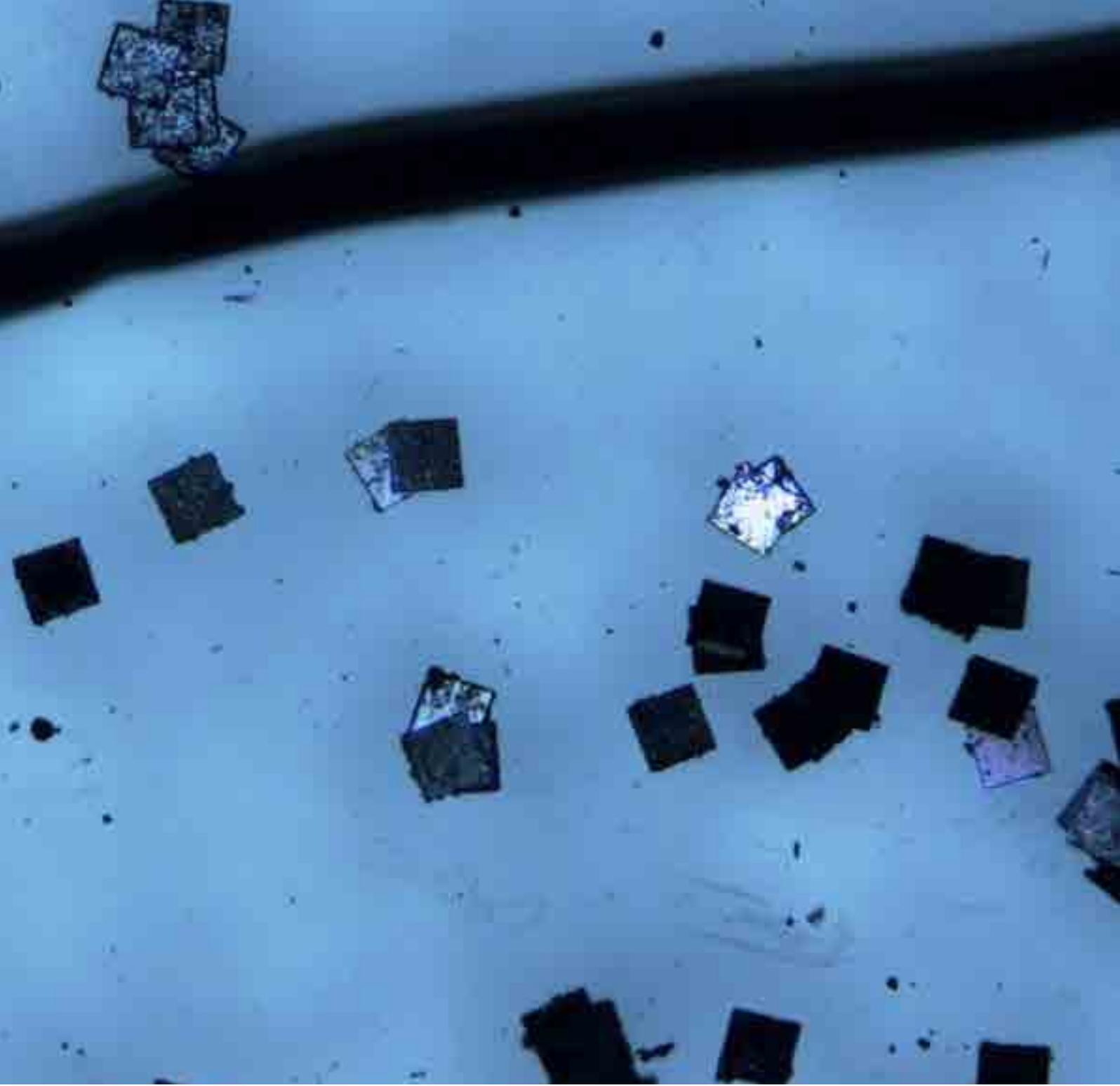
### **TAG RFID PER LA GESTIONE DEGLI ASSETS CHIRURGICI**

I tag RFID sviluppati per questo settore riescono a garantire contemporaneamente alcuni dei vantaggi dei due tipi di tag visti in precedenza.

Sebbene sia un mercato ancora giovane (i tag RFID più avanzati hanno fatto la loro comparsa negli ultimi 5-10 anni) le prestazioni che possono garantire questo tipo di tag sono notevoli.

In ambiente chirurgico, come è scontato, si deve garantire la massima igiene e asepsi. Per far sì che questo avvenga tutti gli asset chirurgici utilizzati nelle varie operazioni o sono costituiti come "usa e getta" o subiscono nell'arco della

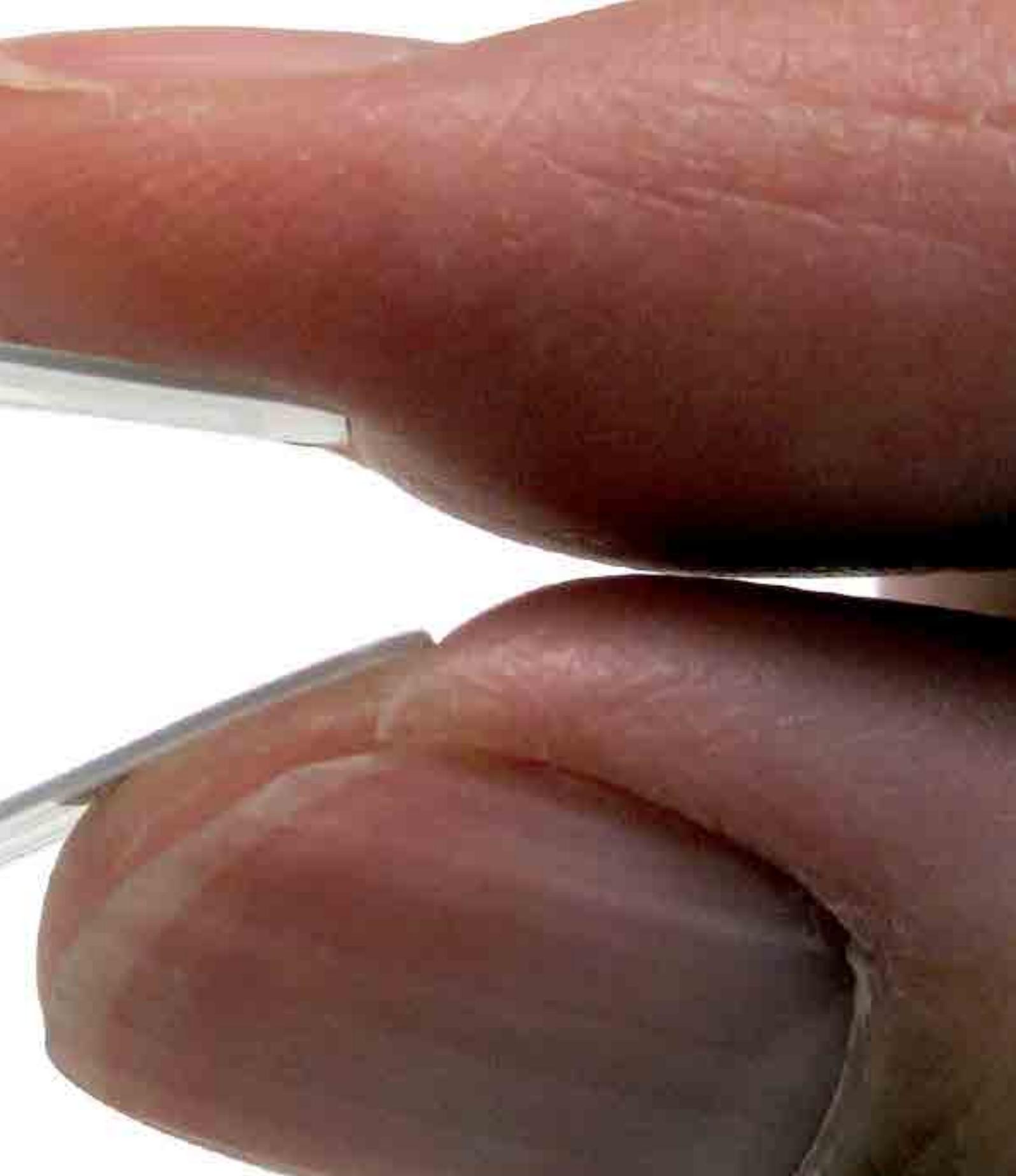


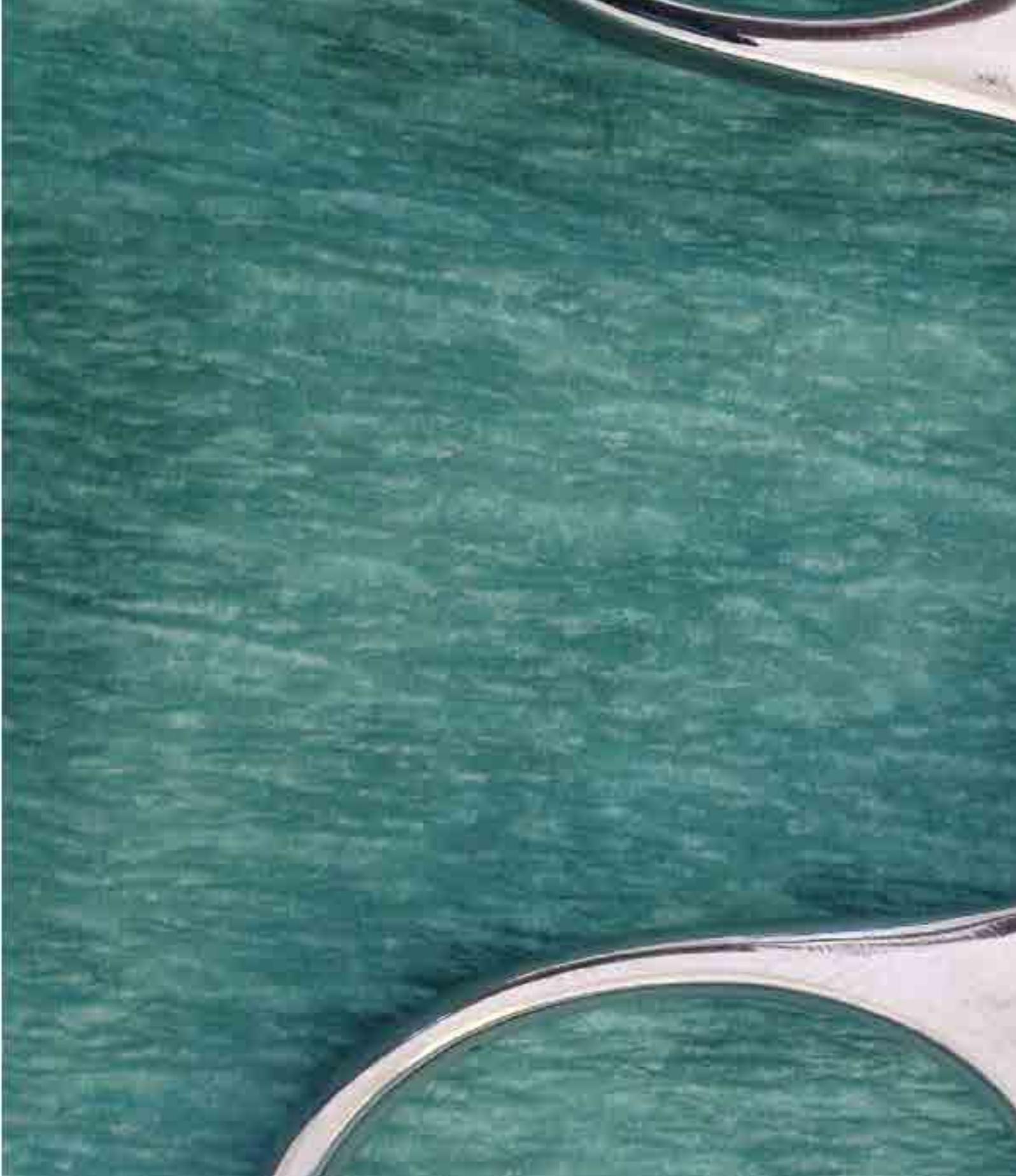


Ingrandimento al microscopio degli  $\mu$ -Chip Hitachi. In basso a sinistra due  $\mu$ -Chip su un dito. Foto: Hitachi Ltd.



Tag UHF laminato flessibile specifico per lavaggi in lavatrici industriali. Foto: Fujitsu Global.







Dettaglio di un tag RFID per strumenti chirurgici. Foto: Region Hovedstaden.

loro vita utile migliaia di cicli di sterilizzazione. Questo processo può avvenire secondo metodologie diverse:

- *Sterilizzazione chimica*. Avviene attraverso l'immersione degli assets in liquidi sterilizzanti particolarmente acidi come glutaraldeide, perossido di idrogeno, perossido di idrogeno-peracetico, ipoclorito di sodio, o combinazioni di più disinfettanti.
- *Disinfezione termica*. Avviene attraverso lavatrici sanificatrici specifiche riducendo la microcontaminazione attraverso l'uso di acqua bollente, agenti chimici ed asciugatura ad alta temperatura.
- *Sterilizzazione termica*. Avviene attraverso l'impiego di appositi sterilizzatori che saturano il loro ambiente interno con vapore ad alta temperatura e pressione (circa 135°C e 35 psi).
- *Pulizia ad ultrasuoni*. Avviene attraverso l'esposizione a frequenze vicine ai 3KHz per 30 minuti.
- *Disinfezione ad emissione luminosa*. Avviene attraverso l'esposizione raggi UVC con lunghezza d'onda fra i 200nm e i 275nm.
- *Sterilizzazione in autoclave*. Avviene attraverso l'esposizione ad alta temperatura e pressione, in genere vicine ai 135°C e 6 bar.

Proprio quest'ultima modalità di sterilizzazione costituisce un dato fondamentale nella ricerca del tag adatto al caso d'uso in esame poichè, come descritto in precedenza la ricetta di cura dei compositi in fibra di carbonio è costituita da cicli in autoclave con temperature fino a 135 °C e pressioni attorno ai 6 bar caratteristiche ambientali ottimali per il termoidurimento della componeste resinosa del prepreg.

Una delle famiglie di tag RFID per gli strumenti chirurgici più interessante è quella proposta da Xerafy. Si tratta di specifici tag altamente innovativi che rispondono al meglio al trade-off richiesto per il caso studio in questione. Sono dei tag estremamente piccoli con un'elevata ottimizzazione della dimensione dell'antenna: nonostante lavorino con frequenze UHF (quindi non con le microonde che garantiscono leggibilità migliore) e le dimensioni vadano da 6 a 12 millimetri riescono a garantire un buon raggio di lettura, fino a 30 centimetri.

## Dot XS-Autoclavable Version



### Functional Specifications

RF air protocol	EPC Global Class1Gen 2; ISO18000-6C
Operational frequency	UHF 902-928 MHz (US); 866-868 MHz (EU)
IC type	Alien Higgs-3
Memory configuration	96-EPC bits; 512-bit user memory
Functionality	Read / write (user programmed)
Memory – expected read / write cycles	100,000 cycles at 77°F (25°C)
Data retention	Up to 50 years <sup>1</sup>
Warranty (limited)	1 year
Material	Ceramic
Color	Black <sup>3</sup>
Weight	0.012 oz (0.34 g)

### Performance Characteristics

Read range on metal (2W ERP) <sup>2</sup>	Up to 5 ft (1.5 m)
Polarization	Linear

<sup>1</sup> The chip data retention is based on chip operating under general environment conditions.

<sup>2</sup> Actual read range may vary based upon use case and attachment methods.

<sup>3</sup> To prevent adverse reaction with glue during autoclave, delivered tags that use a glue attachment method on the instruments will not be coated with an external layer of paint. To ensure the best results for the solution, it is advisable to use the glue provided by Xerafy.



### Environmental and Industry Compliance

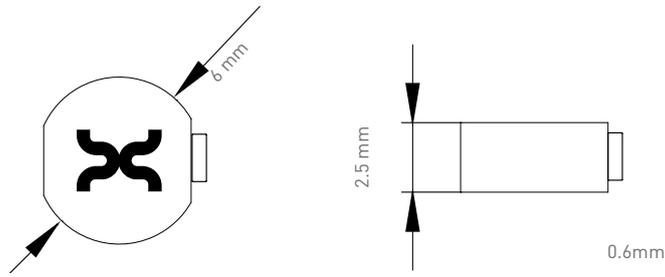
Compression strength	Packaging dependent
IP classification	IP68
Standard compliancy	RoHS (EU Directive 2011/65/EU) , CE (EU version)
Operational temperature (MIL STD 810-F)	-40°F to +185°F (-40°C to +85°C)
Application temperature (MIL STD 810-F)	-40°F to +302°F (-40°C to +150°C)
Humidity	
Operational humidity	5%-95% non-condensing
Storage humidity	5%-95% non-condensing

### Cleaning and Disinfection Process (ANSI/AAMI ST79)

<b>Chemical sterilization for decontamination</b> Liquid chemical sterilants include glutaraldehyde, hydrogen peroxide, hydrogen peroxide-peracetic acid combinations, sodium hypochlorite, and peracetic acid.	Pass
<b>Thermal (hot water) disinfection</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Washer-sanitizers, washer-decontaminators, utensil washers, and cart washers reduce microbial contamination by means of cleaning agents, hot water, rinsing, and drying.</li> <li>Pasteurization equipment provides cleaning and high-level disinfection at water temperatures of 65°C to 77°C (150°F to 170°F) for a contact time of at least 30 minutes.</li> <li>Washer-disinfectors provide a cycle of cleaning, rinsing, disinfection, and drying at temperatures that are usually higher than those of washer-sanitizers</li> </ul>	Pass
<b>Thermal sterilization for decontamination</b> Saturated steam can be used to decontaminate devices capable of withstanding high temperatures (121°C to 135°C [250°F to 275°F]) and pressures (16 to 35 psig). Washer-sterilizers provide cleaning and rinsing followed by exposure to saturated steam at temperatures of 121°C to 135°C (250°F to 275°F).	Pass
<b>Ultrasonic cleaner</b> 3KHz for 30 min	Pass
<b>Disinfection by light</b> C wave ultraviolet and wavelength range is from 200nm to 275nm	Pass
<b>Detergent enzyme cleaner</b>	Pass
<b>Autoclave sterilization</b> 134 °C and 0.6 Mpa for more than 1000 cycles	Pass

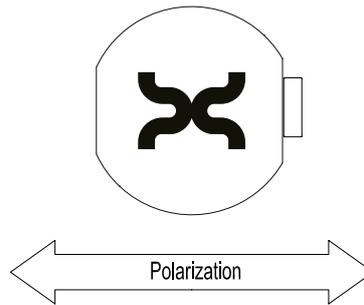
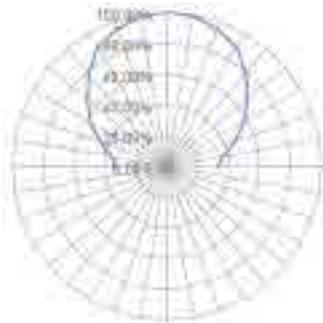
### Application and Installation

Application	Surgical instruments
Applicable surface	Metal
Mounting methods	Glue
Glue	Autoclavable , meets USP Class VI and ISO 10993-5 cytotoxicity requirement



Dimensions (mm)	∅ 6 x 2.5
tolerance	+/- 0.2
Dimensions (in)	∅ 0.24 x 0.1
tolerance	+/- 0.008

**Radiation Pattern and Polarization**



**Order information**

X4102-US040-H3	Autoclavable Dot XS US (Painted)
X4102-EU040-H3	Autoclavable Dot XS EU (Painted)
X4102-US080-H3	Autoclavable Dot XS US (Unpainted)
X4102-EU080-H3	Autoclavable Dot XS EU (Unpainted)

## Dash XS-Autoclavable Version



### Functional Specifications

RF air protocol	EPC Global Class1Gen 2; ISO18000-6C
Operational frequency	UHF 902-928 MHz (US); 866-868 MHz (EU)
IC type	Alien Higgs-3
Memory configuration	96-EPC bits; 512-bit user memory
Functionality	Read / write (user programmed)
Memory – expected read / write cycles	100,000 cycles at 77°F (25°C)
Data retention	Up to 50 years <sup>1</sup>
Warranty (limited)	1 year
Applicable surface	Metal surfaces
Material	Ceramic
Color	Black <sup>3</sup>
Weight	0.016 oz (0.44 g)

### Performance Characteristics

Read range on metal (2W ERP) <sup>2</sup>	Up to 6.6 ft (2 m)
Polarization	Linear

<sup>1</sup> The chip data retention is based on chip operating under general environment conditions.

<sup>2</sup> Actual read range may vary based upon use case and attachment methods.

<sup>3</sup> To prevent adverse reaction with glue during autoclave, delivered tags that use a glue attachment method on the instruments will not be coated with an external layer of paint. To ensure the best results for the solution, it is advisable to use the glue provided by Xerify.



### Environmental and Industry Compliance

Compression strength	Packaging dependent
IP classification	IP68
Standard compliancy	RoHS (EU Directive 2011/65/EU) , CE (EU version)
Operational temperature (MIL STD 810-F)	-40°F to +185°F (-40°C to +85°C)
Application temperature (MIL STD 810-F)	-40°F to +302°F (-40°C to +150°C)
Humidity	
Operational humidity	5%-95% non-condensing
Storage humidity	5%-95% non-condensing

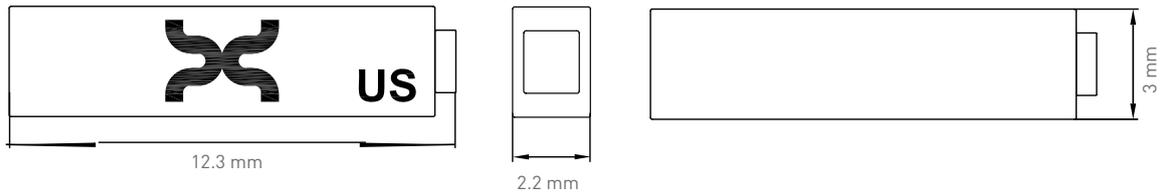
### Cleaning and Disinfection Process (ANSI/AAMI ST79)

<b>Chemical sterilization for decontamination</b> Liquid chemical sterilants include glutaraldehyde, hydrogen peroxide, hydrogen peroxide-peracetic acid combinations, sodium hypochlorite, and peracetic acid.	Pass
<b>Thermal (hot water) disinfection</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Washer-sanitizers, washer-decontaminators, utensil washers, and cart washers reduce microbial contamination by means of cleaning agents, hot water, rinsing, and drying.</li> <li>Pasteurization equipment provides cleaning and high-level disinfection at water temperatures of 65°C to 77°C (150°F to 170°F) for a contact time of at least 30 minutes.</li> <li>Washer-disinfectors provide a cycle of cleaning, rinsing, disinfection, and drying at temperatures that are usually higher than those of washer-sanitizers</li> </ul>	Pass
<b>Thermal sterilization for decontamination</b> Saturated steam can be used to decontaminate devices capable of withstanding high temperatures (121°C to 135°C [250°F to 275°F]) and pressures (16 to 35 psig). Washer-sterilizers provide cleaning and rinsing followed by exposure to saturated steam at temperatures of 121°C to 135°C (250°F to 275°F).	Pass
<b>Ultrasonic cleaner</b> 3KHz for 30 min	Pass
<b>Disinfection by light</b> C wave ultraviolet and wavelength range is from 200nm to 275nm	Pass
<b>Detergent enzyme cleaner</b>	Pass
<b>Autoclave sterilization</b> 134 °C and 0.6 Mpa for more than 1000 cycles	Pass

### Application and Installation

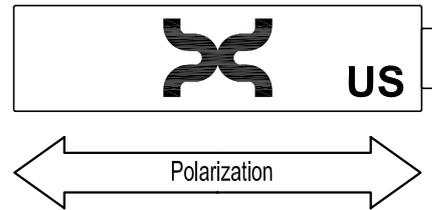
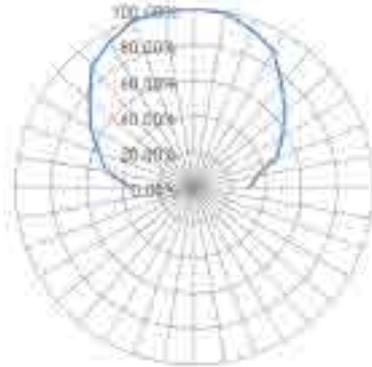
Application	Surgical instruments
Applicable surface	Metal
Mounting methods	Glue
Glue	Autoclavable , meets USP Class VI and ISO 10993-5 cytotoxicity requirement

## Product Dimensions



Dimensions (mm)	12.3 x 3 x 2.2
tolerance	+/- 0.3
Dimensions (in)	0.48 x 0.12 x 0.09
tolerance	+/- 0.012

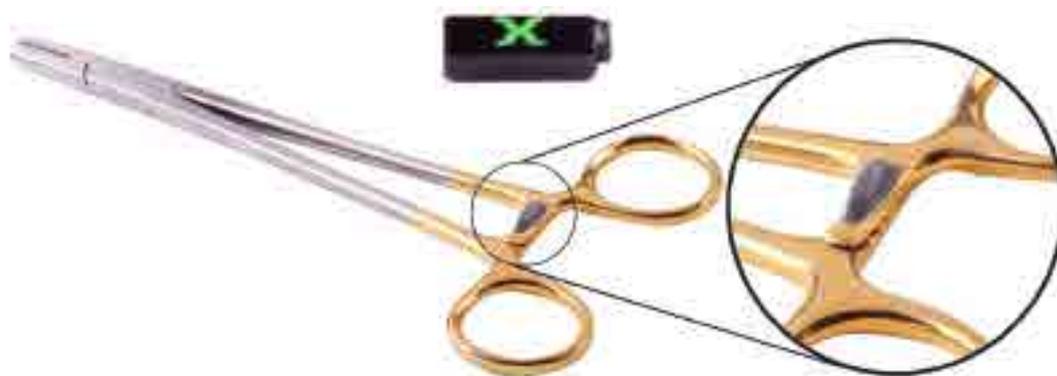
## Radiation Pattern and Polarization



## Order information

X4101-US040-H3	Autoclavable Dash XS US (Painted)
X4101-EU040-H3	Autoclavable Dash XS EU (Painted)
X4101-US080-H3	Autoclavable Dash XS US (Unpainted)
X4101-EU080-H3	Autoclavable Dash XS EU (Unpainted)

## Dash XXS-Autoclavable Version



### Functional Specifications

RF air protocol	EPC Global Class1Gen 2; ISO18000-6C
Operational frequency	UHF 902-928 MHz (US); 866-868 MHz (EU)
IC type	Alien Higgs-3
Memory configuration	96-EPC bits; 512-bit user memory
Functionality	Read / write (user programmed)
Memory – expected read / write cycles	100,000 cycles at 77°F (25°C)
Data retention	Up to 50 years <sup>1</sup>
Warranty (limited)	1 year
Material	Ceramic <sup>3</sup>
Weight	0.004 oz (0.12 g)

### Performance Characteristics

Read range on metal (2W ERP) <sup>2</sup>	Up to 3 ft (0.9 m)
Polarization	Linear

<sup>1</sup> The chip data retention is based on chip operating under general environment conditions.

<sup>2</sup> Actual read range may vary based upon use case and attachment methods.

<sup>3</sup> To prevent adverse reaction with glue during autoclave, delivered tags that use a glue attachment method on the instruments will not be coated with an external layer of paint. To ensure the best results for the solution, it is advisable to use the glue provided by Xerafy.



### Environmental and Industry Compliance

Compression strength	Packaging dependent
IP classification	IP68
Standard compliancy	RoHS (EU Directive 2011/65/EU) , CE (EU version)
Operational temperature (MIL STD 810-F)	-40°F to +185°F (-40°C to +85°C)
Application temperature (MIL STD 810-F)	-40°F to +302°F (-40°C to +150°C)
Humidity	
Operational humidity	5%-95% non-condensing
Storage humidity	5%-95% non-condensing

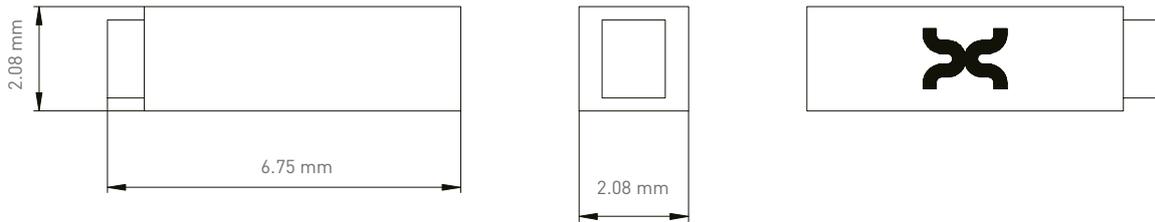
### Cleaning and Disinfection Process (ANSI/AAMI ST79)

<b>Chemical sterilization for decontamination</b> Liquid chemical sterilants include glutaraldehyde, hydrogen peroxide, hydrogen peroxide-peracetic acid combinations, sodium hypochlorite, and peracetic acid.	Pass
<b>Thermal (hot water) disinfection</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Washer-sanitizers, washer-decontaminators, utensil washers, and cart washers reduce microbial contamination by means of cleaning agents, hot water, rinsing, and drying.</li> <li>Pasteurization equipment provides cleaning and high-level disinfection at water temperatures of 65°C to 77°C (150°F to 170°F) for a contact time of at least 30 minutes.</li> <li>Washer-disinfectors provide a cycle of cleaning, rinsing, disinfection, and drying at temperatures that are usually higher than those of washer-sanitizers</li> </ul>	Pass
<b>Thermal sterilization for decontamination</b> Saturated steam can be used to decontaminate devices capable of withstanding high temperatures (121°C to 135°C [250°F to 275°F]) and pressures (16 to 35 psig). Washer-sterilizers provide cleaning and rinsing followed by exposure to saturated steam at temperatures of 121°C to 135°C (250°F to 275°F).	Pass
<b>Ultrasonic cleaner</b> 3KHz for 30 min	Pass
<b>Disinfection by light</b> C wave ultraviolet and wavelength range is from 200nm to 275nm	Pass
<b>Detergent enzyme cleaner</b>	Pass
<b>Autoclave sterilization</b> 134 °C and 0.6 Mpa for more than 1000 cycles	Pass

### Application and Installation

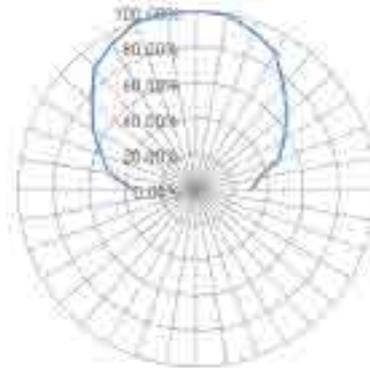
Application	Surgical instruments
Applicable surface	Metal
Mounting methods	Glue, embedded

**Product Dimensions**



Dimensions (mm)	6.75 x 2.08 x 2.08
tolerance	+/- 0.2
Dimensions (in)	0.26 x 0.08 x 0.08
tolerance	+/- 0.008

**Radiation Pattern and Polarization**



**Order information**

X4301-US000-H3	Autoclavable Dash XXS US (Painted)
X4301-EU000-H3	Autoclavable Dash XXS EU (Painted)
X4301-US040-H3	Autoclavable Dash XXS US (Unpainted)
X4301-EU040-H3	Autoclavable Dash XXS EU (Unpainted)

## 6. STATO DELL'ARTE DEI DISPOSITIVI DI LETTURA RFID

I dispositivi di lettura RFID più comuni si distinguono in fissi e portatili. Non vi è una alternativa nell'utilizzo dei primi o dei secondi, ma generalmente vengono integrati in sistemi misti a seconda delle esigenze di monitoraggio.

In particolare, se i dispositivi portatili sono generalmente impiegati come interfaccia human, quelli fissi vengono collegati con le macchine di produzione in reti MtoM rilevando automaticamente la presenza dei tag.

I lettori portatili consentono all'utente di portare la tecnologia al punto di lavoro, sia che si trovi, ad esempio, in officina o nel punto di ricezione delle merci.

Costituiscono la scelta ideale per la loro portabilità sull'oggetto taggato piuttosto che spostare gli oggetti attraverso un lettore fisso.

Sebbene abbiano un buon livello di confort rispetto alla vastissima gamma di funzioni di cui sono capaci, spesso gli operatori non necessitano di lettori così avanzati. Basti notare che la quasi totalità dei lettori RFID ha possibilità di acquisire anche codici a barre 1D e 2D.

Di fatto questo tipo di integrazione rispecchia la transizione tecnologica che sta avvenendo durante la Quarta Rivoluzione Industriale attraverso il passaggio da barcodes a RFIDs o comunque attraverso la loro comunicazione sinergica.

Solo di recente, nell'ultima decade, si è tentata la sperimentazione di nuove interfacce d'uso della tecnologia RFID. La ricerca si sta spingendo oltre questa dicotomia portatile-fisso attraverso l'impiego di dispositivi wearable. Visto il campo di applicazione relativo al caso studio nel quale gli operatori vivono a stretto contatto con un ecosistema complesso di attrezzi e macchinari, verranno analizzati nelle pagine successive i primi brevetti e dispositivi wearable sul mercato tali da non interferire con le loro mansioni assicurando il principio che nella user interface è detto *hands free* (mani libere).

È molto importante avere una buona ergonomia della postazione di lavoro poichè questa impatta sui costi, sulla produttività, sulla qualità, sulla concentrazione dei dipendenti.



Lettoie portatile Denso Wave Handheld BHT-1200 RFID. Foto: rfid-wiot-search.com.



Tracciamento di un pacco attraverso un varco dotato del lettore RFID Siemens SIMATIC RFID RF system. Foto: new.siemens.com.



SIEMENS

••••••••

SIMATIC  
HED 3000

SIEMENS

### **BREVETTO US8674810B2<sup>1</sup>**

I sistemi RFID hanno spesso campi di lettura o di interrogazione con ampi che possono rappresentare un problema di differenziazione di un singolo prodotto nel caso debba essere rilevato tra altri elementi etichettati.

I portali RFID sono limitati in quanto distinguono solo gli oggetti che passano attraverso il portale. D'altra parte, nei sistemi RFID che hanno intervalli di lettura più brevi, come i sistemi ad alta frequenza (HF) portatili, l'antenna deve essere molto vicina e quasi mirata a un particolare tag per leggerlo. Dover puntare il dispositivo RFID esattamente sull'oggetto mina alcuni dei vantaggi dell'uso di un sistema RFID. Inoltre, i dati raccolti devono essere sempre confermati a causa dell'elevata probabilità di leggere un tag indesiderato.

Gli attuali sistemi RFID indossabili hanno antenne che limitano fortemente i loro intervalli di interrogazione o lettura. Gli intervalli limitati di interrogazione o lettura, a volte solo da uno a due pollici, e richiedono che questi sistemi siano "mirati" al tag desiderato per garantire l'interrogazione. Questo può interrompere la normale gestione da parte di un lavoratore di oggetti con tag e diminuire l'accuratezza o l'efficienza di elaborazione dei dati.

Gli studi iniziali mostrano che la mira può aumentare significativamente il tempo di elaborazione richiesto durante la manipolazione degli oggetti.

Di conseguenza, vi è la necessità di un metodo e di un sistema che consenta l'interrogazione di articoli con tag RFID quando gli articoli sono gestiti individualmente quando questi sono assieme ad altri articoli, come durante l'attività tipica di magazzino o in un negozio al dettaglio per la preparazione di un ordine, rottura di un pallet senza interrompere il processo di gestione.

Nello specifico, vi è la necessità di un sistema RFID indossabile con un maggiore intervallo di interrogazione e lettura che non perda il tag RFID ricercato tra gli altri all'interno del campo di interrogazione.

In questo brevetto registrato vengono descritti apparati e metodi per interrogare automaticamente un oggetto etichettato utilizzando l'identificazione a radiofrequenza (RFID) quando l'oggetto viene spostato. Il lavoratore incaricato alla logistica è dotato di un sistema RFID indossabile comprendente un'antenna RF, un lettore RFID e un supporto per l'antenna e il lettore durante il funzionamento.

La FIGURA 14 del documento descrive un metodo per leggere un oggetto taggato attraverso l'invenzione in oggetto costituita da un sistema host indossa-

1. Dilek Dagdelen Uysal, Ahmet Erdem Altunbas, Jeffrey Lane Wells, *United States Patent US8674810B2. WEARABLE RFID SYSTEM*, 18 Marzo 2014, pubblicazione disponibile sul sito [patents.google.com/patent/US8674810](https://patents.google.com/patent/US8674810), ultima consultazione 16 Maggio 2019.

bile e un sensore di attivazione della lettura.

Il sistema viene indossato dal lavoratore mentre sposta gli oggetti da un luogo a un altro. Quando l'operatore sposta un oggetto con un tag RFID collegato, l'antenna inizia automaticamente la scansione dei segnali dal tag RFID dell'oggetto. Quando un segnale RF viene ricevuto dall'antenna, il lettore RFID raccoglie il segnale e lo trasmette a un sistema host che elabora il segnale per ottenere informazioni relative all'oggetto a cui è collegato il tag RFID e su come questo viene spostato.

In una delle soluzioni presenti nel brevetto, viene prospettato l'uso di un dispositivo a basso consumo con un'antenna con una potenza in uscita di 12-18 dBm. Nei test in funzione del tipo di antenna, della banda di frequenza utilizzata, e dei tag impiegati oltre a variabili d'ambiente il range di lettura può variare da 5 a 50 centimetri. Questa gamma di range di lettura può essere molto utile per il tracciamento di un asset singolo.

È uno dei primi sistemi indossabili brevettati, la presentazione del primo brevetto risale al 28 Ottobre 2010, poi rivisto nella pubblicazione del 18 Marzo 2014.



(12) **United States Patent**  
**Uysal et al.**

(10) **Patent No.:** **US 8,674,810 B2**  
(45) **Date of Patent:** **Mar. 18, 2014**

- (54) **WEARABLE RFID SYSTEM**
- (75) Inventors: **Dilek Dagdelen Uysal**, Lakeland, FL (US); **Ahmet Erdem Altunbas**, Gainesville, FL (US); **Jeffrey Lane Wells**, Plant City, FL (US)
- (73) Assignee: **Franwell, Inc.**, Lakeland, FL (US)
- (\* ) Notice: Subject to any disclaimer, the term of this patent is extended or adjusted under 35 U.S.C. 154(b) by 296 days.

7,522,050 B2 *	4/2009	Le .....	340/572.1
7,579,946 B2 *	8/2009	Case, Jr. ....	340/539.1
7,769,542 B2 *	8/2010	Calvarese et al. ....	701/501
7,952,464 B2 *	5/2011	Nikitin et al. ....	340/10.1
8,058,995 B2 *	11/2011	Barnett et al. ....	340/572.1
2001/0052544 A1	12/2001	Nishitani et al.	
2006/0044112 A1	3/2006	Bridgelall	
2006/0082443 A1 *	4/2006	Dehaut et al. ....	340/10.2
2006/0167152 A1 *	7/2006	Thibaut .....	524/323
2007/0080930 A1 *	4/2007	Logan et al. ....	345/156
2008/0136662 A1	6/2008	Bellows et al.	

- (21) Appl. No.: **12/765,573**
- (22) Filed: **Apr. 22, 2010**
- (65) **Prior Publication Data**  
US 2010/0271187 A1 Oct. 28, 2010

FOREIGN PATENT DOCUMENTS  
WO WO-2008-070398 A2 6/2008  
OTHER PUBLICATIONS

Kim, I.W., et al., "The Koch Island Fractal Microstrip Patch Antenna," IEEE, Antennas and Propagation Society International Symposium, Jul. 2001, pp. 736-739, vol. 2.

- Related U.S. Application Data**
- (60) Provisional application No. 61/171,516, filed on Apr. 22, 2009, provisional application No. 61/324,044, filed on Apr. 14, 2010.

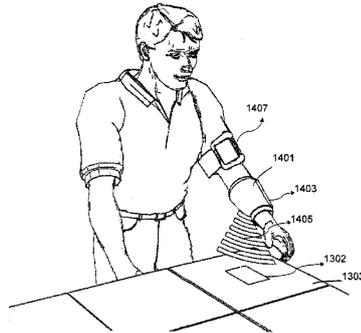
\* cited by examiner  
*Primary Examiner* — Vernal Brown  
(74) *Attorney, Agent, or Firm* — Saliwanchik, Lloyd & Eisenschenk

- (51) **Int. Cl.**  
**H04Q 5/22** (2006.01)
- (52) **U.S. Cl.**  
USPC ..... **340/10.4**
- (58) **Field of Classification Search**  
USPC ..... 340/10.4, 10, 3, 5, 6  
See application file for complete search history.

(57) **ABSTRACT**  
Apparatus and methods are provided for automatically interrogating a tagged object using radio frequency identification (RFID) when the object is moved. In one embodiment, a worker is outfitted with a wearable RFID system including an RF antenna, an RFID reader, and a holder to hold the antenna and reader during operation. The system is worn by the worker while the worker moves objects from one place to another. When the worker moves an object with an attached RFID tag, the antenna automatically begins scanning for signals from the object's RFID tag. When a RF signal is received by the antenna, the RFID reader collects the signal and transmits it to a host system which processes the signal to obtain information related to the object to which the RFID tag is attached.

- (56) **References Cited**  
U.S. PATENT DOCUMENTS
- 6,523,752 B2 \* 2/2003 Nishitani et al. .... 235/462.44
- 7,026,935 B2 \* 4/2006 Diorio et al. .... 340/572.2
- 7,079,084 B2 \* 7/2006 Notohara et al. .... 343/841
- 7,307,523 B2 \* 12/2007 Kister et al. .... 340/539.13
- 7,314,177 B2 1/2008 Lapstun et al.
- 7,336,174 B1 \* 2/2008 Maloney ..... 340/572.1
- 7,507,523 B2 \* 3/2009 Yamada et al. .... 430/270.13

**62 Claims, 20 Drawing Sheets**



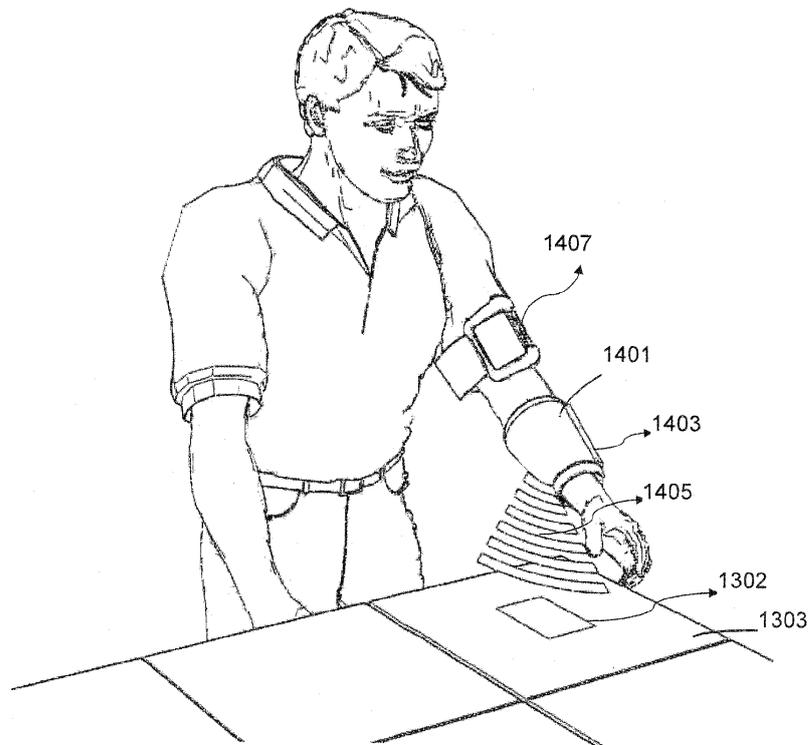


FIG. 14

### **BREVETTO US20060044112A1<sup>2</sup>**

È costituito da un sistema RFID indossabile sul corpo di un utente. Questo comprende un lettore RFID, un controller di rete accoppiato al lettore RFID e un ricetrasmittitore di rete accoppiato al controller di rete.

Il lettore RFID indossabile legge i dati memorizzati sui tag RFID, come ad esempio un codice prodotto. Questi dati possono quindi essere inviati al controller di rete e quindi al ricetrasmittitore di rete. Il ricetrasmittitore di rete può inviare le informazioni a una rete esterna.

Il sistema informatico riceve i dati dal lettore RFID e quindi può quindi memorizzare, elaborare o altrimenti utilizzare i dati raccolti. Nell'esempio discusso nel documento è utilizzato un trapano dotato di tag RFID. Il sistema informatico può ricevere il codice di identificazione del prodotto dal lettore RFID e quindi può utilizzarlo insieme a un programma di elaborazione del database dei prezzi per recuperarne il suo costo. Le informazioni sui prezzi possono essere rinviate a un dispositivo che fa parte del sistema informatico. Ad esempio, le informazioni sui prezzi possono essere inviate a un sistema POS (point-of-sale).

Come già detto nelle pagine precedenti anche in questa pubblicazione viene ribadito che mentre i tipici sistemi RFID, con lettori RFID portatili o fissi, sono ideali in molte circostanze, presentano degli inconvenienti. Ad esempio, i lettori RFID possono essere ingombranti da usare. Inoltre, i sistemi RFID richiedono all'utente di puntare il lettore RFID su tag diversi. La natura ripetitiva di puntamento e attivazione del lettore RFID può essere stancante per i singoli utenti. Infine, l'uso degli attuali sistemi RFID richiede almeno un po' di allenamento dovuto all'apprendimento di tutte le complesse funzioni disponibili comportano costi aggiuntivi da parte di un'azienda per la formazione degli operatori. L'obiettivo è la creazione di un sistema RFID che semplifica il processo di lettura e riduce al minimo questi costi.

La FIGURA 3 del documento illustra un esempio di guanto dotato di tecnologia RFID in linea con le indicazioni del brevetto.

1. Raj Bridgelall, *United States Patent US20060044112A1. WEARABLE RFID READER AND SYSTEM*, 2 Marzo 2006, pubblicazione disponibile sul sito [patents.google.com/patent/US20060044112A1/en?q=US20060044112A1](https://patents.google.com/patent/US20060044112A1/en?q=US20060044112A1), ultima consultazione 16 Maggio 2019.



US 20060044112A1

(19) **United States**

(12) **Patent Application Publication**  
**Bridgelall**

(10) **Pub. No.: US 2006/0044112 A1**

(43) **Pub. Date: Mar. 2, 2006**

(54) **WEARABLE RFID READER AND SYSTEM**

(52) **U.S. Cl. .... 340/10.1; 340/572.8**

(76) **Inventor: Raj Bridgelall, Morgan Hill, CA (US)**

Correspondence Address:  
**INGRASSIA FISHER & LORENZ, P.C.**  
7150 E. CAMELBACK, STE. 325  
SCOTTSDALE, AZ 85251 (US)

(57) **ABSTRACT**

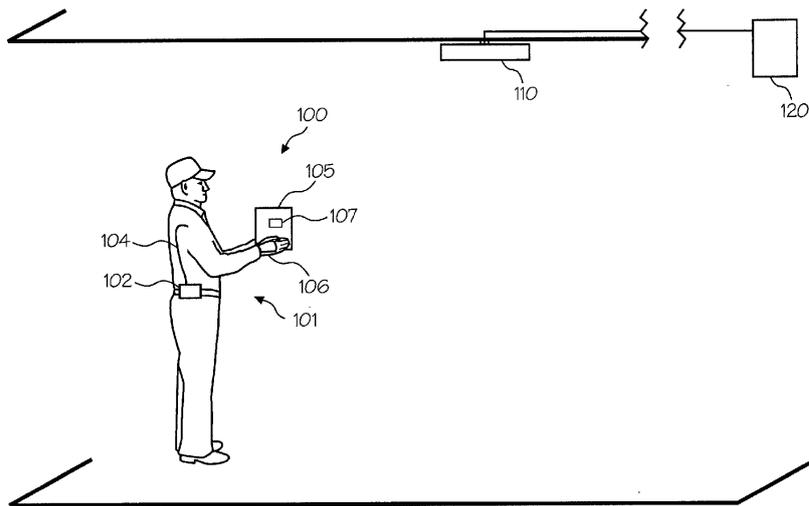
(21) **Appl. No.: 10/931,462**

(22) **Filed: Aug. 31, 2004**

**Publication Classification**

(51) **Int. Cl.**  
**H04Q 5/22 (2006.01)**

A wearable RFID system of wearing on the body of a user is disclosed. The wearable RFID system comprises an RFID reader, a network controller coupled to the RFID reader and a network transceiver coupled to the network controller. The wearable RFID reader reads data stored on RFID tags, such as a product code. This data can then be sent to the network controller and then to the network transceiver. The network transceiver can send the information to an external network for processing or storage.



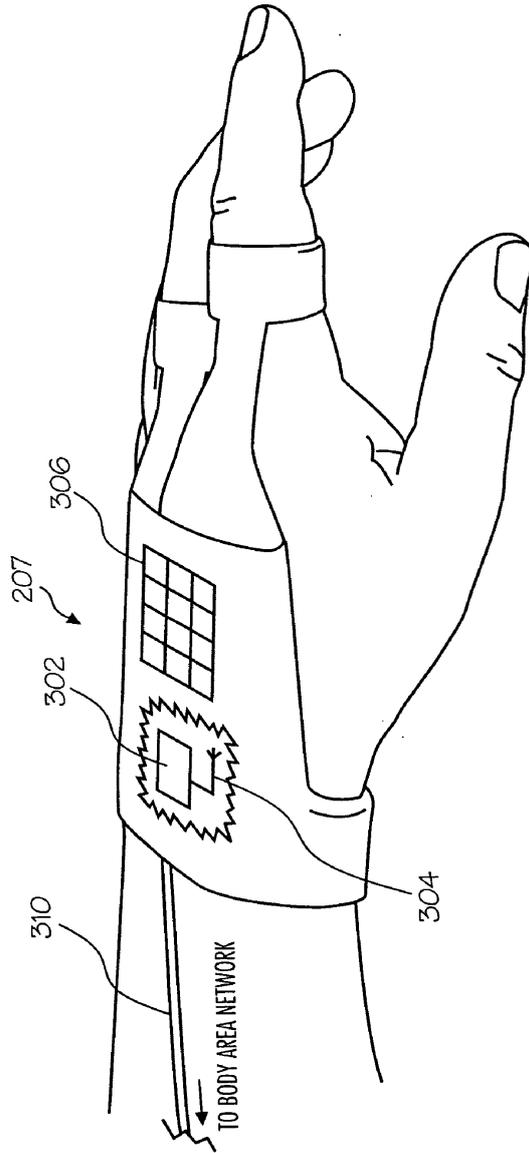


Fig. 3

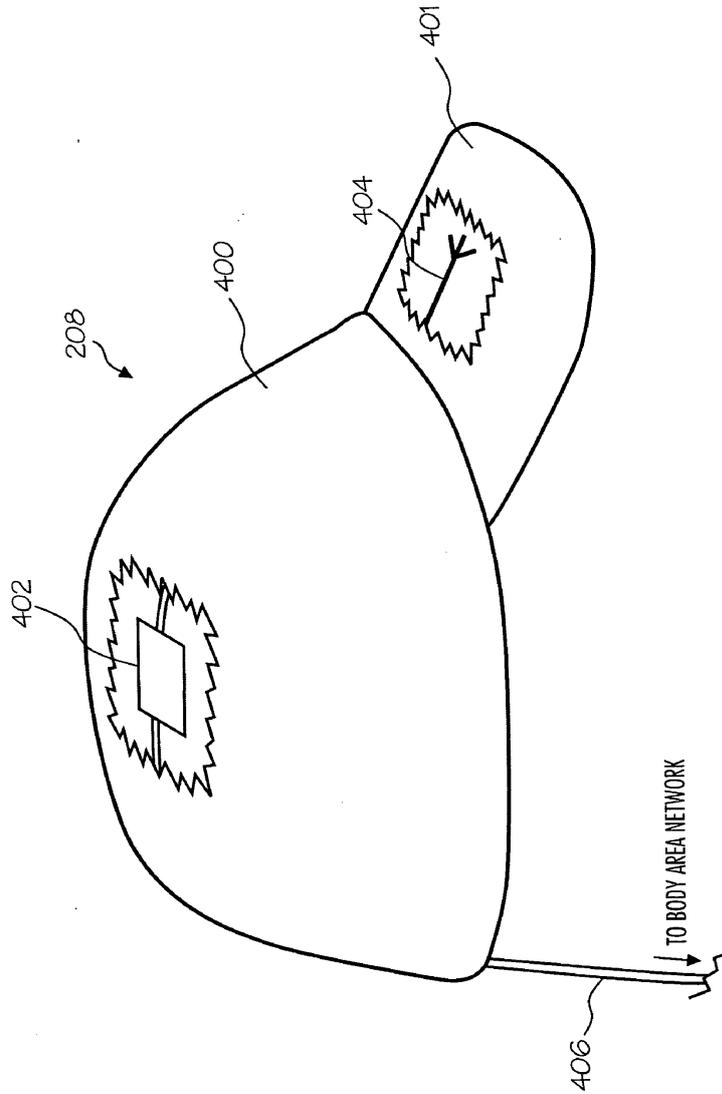


Fig. 4





## FRANWELL

### SLEEVE (2009)

Sleeve è un sistema RFID indossabile che consiste in un lettore e un'antenna abilitati da Bluetooth e wifi. Progettato per essere indossato sul braccio inferiore, rfid> Sleeve scansiona automaticamente i tag RFID su prodotti, custodie o contenitori man mano che l'utente li maneggia nel loro normale flusso di lavoro.

Poiché le aziende cercano di ottenere catene di approvvigionamento efficienti ed efficaci, è necessario aumentare la produttività dei lavoratori fornendo al tempo stesso dati sugli eventi ai sistemi di supporto della supply chain. L'acquisizione rapida e accurata dei dati è stata a lungo l'obiettivo dei sostenitori / sviluppatori RFID. I dispositivi mobili sono una parte molto importante della soluzione RFID complessiva. La prossima naturale evoluzione sta portando la soluzione mobile a una soluzione a mani libere, consentendo alla persona che maneggia il prodotto di lavorare nel suo stato più naturale ed efficiente, mentre acquisisce le informazioni necessarie in modo trasparente e passivo

Il manicotto è progettato per essere utilizzato in qualsiasi applicazione in cui i prodotti, i contenitori o i contenitori etichettati con RFID devono essere scansionati mentre vengono gestiti individualmente, come un normale magazzino



o un'attività di vendita al dettaglio di preparazione o scomposizione di un ordine, rottura di un pallet o di un caso, associando casi a ordini, ecc.



#### **SPECIFICHE**

**PESO (g):** 80

**DIMENSIONI (mm):** 195x27x95

**FREQUENZA :** HF

**CONNETTIVITÀ :** Bluetooth, Wi-Fi

**BATTERIA :** 5000 mAh, 3,7 V (8 ore)

**FREQUENZA :** 862-955 MHz (UHF)

**MEMORIA:** 32 MB (100.000 eventi tag)

Sito ufficiale [franwell.com/products/sleeve](http://franwell.com/products/sleeve), ultima consultazione 20 Maggio 2019.



## WESTUNITIS CO.

### TECCO TC-A01 (2012)

WESTUNITIS Co., Ltd. è un'azienda leader nel settore del wearable che si occupa di ricerca e sviluppo sia del software che dell'hardware.

Da quando è stata fondata nel 1983, ha puntato sulle nuove tecnologie con l'introduzione dei manuali animati.

Dal 2000, sviluppa sistemi di sistemi informatici indossabili.

Questo dispositivo è stato progettato per informare l'operatore sulla correttezza delle operazioni di prelievo degli articoli. Grazie all'impiego dei tag RFID sugli scaffali delle merci, l'operatore dotato di TECCO è allertato nel caso prelevi l'articolo sbagliato attraverso feedback visivi e aptici. Con l'impiego di tecnologia RFID il tag non deve necessariamente trovarsi a una distanza ravvicinata o una posizione precisa come avviene attraverso l'impiego di scanner di codici a barre. TECCO non interferisce con altre operazioni poiché è un dispositivo indossabile e mantiene le mani libere.

Il suo utilizzo permette una scansione rapida poiché è automatica attraverso il controllo del tag RFID, efficiente poiché si tratta di un dispositivo wearable e non è necessario prendere o togliere il dispositivo, preciso riducendo gli errori di selezione degli articoli.

Nel 2015 la stessa azienda ha sviluppato il computer indossabile *InfoLinker*. Si tratta di un terminale per computer di piccole dimensioni con display montato sulla





testa (HMD) e che consente alle persone di lavorare con le mani libere.

Il dispositivo indossabile grazie alla sua leggerezza e alle applicazioni appositamente sviluppate che sfruttano al massimo le prestazioni è possibile integrare l'uso di Tecco, soluzione in grado di soddisfare le varie esigenze.

Nelle immagini a destra un'applicazione del 2016 che integra l'uso di uno smart-tatch.

### **SPECIFICHE**

**PESO (g):** 80

**DIMENSIONI (mm):** 195x27x95

**FREQUENZA :** HF

**CONNETTIVITÀ :** Bluetooth V2.1

Sito ufficiale [go-v.co.jp/tecco/](http://go-v.co.jp/tecco/). Ulteriori documenti e informazioni sul prodotto sono presenti nella pagina facebook *TECCO* テッコウ「ウェアラブルrfidリーダー」, sul sito [facebook.com/tecco.gov/](https://www.facebook.com/tecco.gov/), ultima consultazione 20 Maggio 2019.









## UBIMAX

### XBAND (2017)

Con un lettore RFID integrato, xBand comunica con il dispositivo host (come ad esempio Smart Glass, Smartwatch o Tablet) tramite Bluetooth. Può essere utilizzato per identificare una posizione, per determinare se un'attività è stata completata o per informare l'utente che sta entrando in una determinata area. Ad esempio, mentre il lavoratore sposta il braccio per scegliere un oggetto, il bracciale esegue automaticamente la scansione del tag RFID della scatola o dello scaffale dell'oggetto e invia una conferma automatica allo Smart Glass. Accanto alla visualizzazione proprio nel campo visivo del raccoglitore, xBand conferma le attività di pick-and-put con un suono per la conferma della correttezza dell'operazione o con un feedback di vibrazione tattile per l'operazione errata. L'utente ha la possibilità di configurare il tipo di feedback fornito da xBand, proprio come cambiare la modalità della suoneria su un telefono cellulare da vibrazione a suono. XBand elimina la necessità di scanner di codici a barre, verifica manuale o conferma di cifre di controllo lasciando entrambe le mani libere per attività di ritiro e consegna. Liberarsi da queste operazioni consente una conduzione dei processi significativamente più veloce. I clienti di xBand riportano miglioramenti delle prestazioni pari o superiori al 50%. Inoltre, il sensore IMU (Inertial Measurement Unit) di xBand abilita la funzionalità di riconoscimento di gesti e



UBIMA

XPIC  
eXact P

X  
Experts

# CK

icking



attività. L'attività dell'utente, che si tratti di selezionare una scatola o di stringere una vite, può essere riconosciuta da xBand. Questi riconoscimenti di attività vengono utilizzati per convalidare le azioni così come sono e per fornire informazioni specifiche sul contesto.

#### **SPECIFICHE**

**PESO (g):** 100

**DIMENSIONI (mm):** 64x38x24

**FREQUENZA:** UHF

**CONNETTIVITÀ:** Bluetooth

Sito ufficiale [ubimax.com/en/news/wearables-in-the-spotlight.html](http://ubimax.com/en/news/wearables-in-the-spotlight.html), ultima consultazione 20 Maggio 2019.

## **FEIG HYWEAR COMPACT (2019)**

Il formato dell'HyWEAR compact permette di risparmiare tempo nell'identificazione del codice a barre o del tag RFID, poiché alcune operazioni, come impugnare un dispositivo e attivare lo scanner, sono eliminate.

La semplice presa dell'oggetto da parte della mano e la pressione del pulsante sulla parte laterale dell'indice permette all'HyWEAR compact di generare l'acquisizione dei dati, evitando movimenti dispendiosi in termini di tempo e inutili carichi di lavoro.

Un altro quid performante del device wearable è il WLAN roaming, ossia la capacità di transitare in modo automatico da una cella radio a un'altra senza bisogno di log in: l'apparato si connette in modo trasparente al nuovo nodo WLAN, integrandosi nel processo di comunicazione esistente.

La batteria supporta HyWEAR compact lungo l'intera durata della giornata lavorativa e può essere facilmente sostituita da una batteria carica: una simile modularità nel design assicura, tra i vantaggi, anche la riduzione dei costi di manutenzione.

L'apparato wearable è disponibile in 3 varianti, per identificazione tramite barcode, RFID UHF (865 – 928 MHz) oppure entrambe (variante ibrida).

In particolare, la versione ibrida ingloba un modulo reader prodotto da Feig Electronic.

Oltre al WiFi 2.4 GHz / 5 GHz con fun-





zione di roaming, HyWEAR compact comunica via Bluetooth 5.0, mentre per la trasmissione wireless dei dati raccolti ai sistemi ERP e MES è disponibile l'SDK. Tutto ciò fa dell'HyWEAR compact un tool ideale laddove gli operatori muovono a mano oggetti (picking, packing) raccogliendo nel contempo i dati: raccolta differenziata dei rifiuti porta a porta, logistica di magazzino, produzione, gestione bagagli e consegna di pacchi sono alcuni esempi significativi.

## SPECIFICHE

**PESO (g):** 70

**DIMENSIONI (mm):** 60x50x23

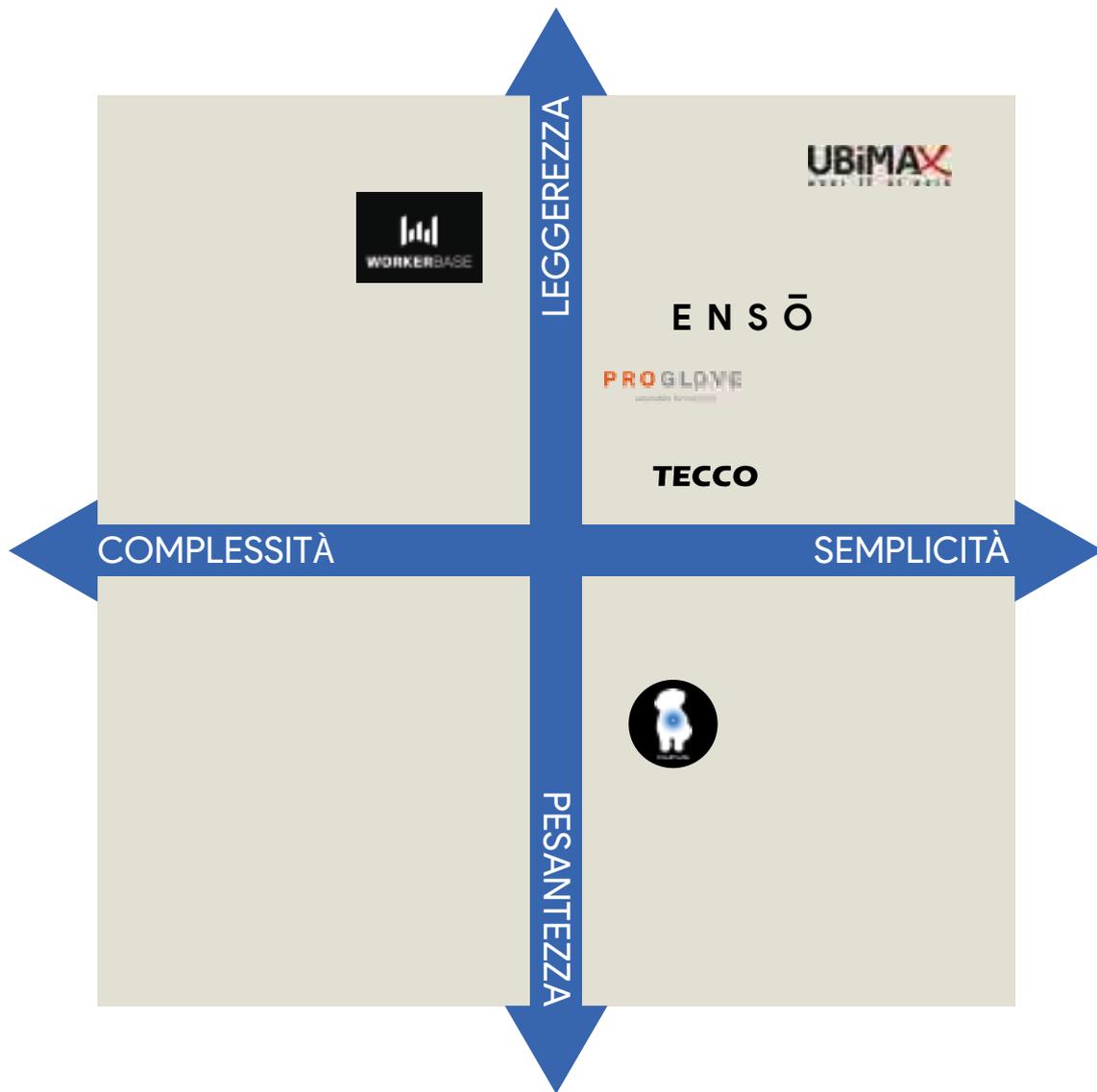
**FREQUENZA:** UHF (865 – 928 MHz)

**CONNETTIVITÀ:** Bluetooth V5.0,  
WiFi IEEE 802.11 a/b/g/n/h

Sito ufficiale [www.feig.de/en/products/identification/product/hywear-compact/](http://www.feig.de/en/products/identification/product/hywear-compact/), ultima consultazione 20 Maggio 2019.







## 7. CASE STUDIES

Sebbene l'applicazione di dispositivi di lettura RFID indossabili non è ancora diffusa, l'analisi di analoghi dispositivi indossabili con tecnologie diverse offrono spunti interessanti per capire come è strutturata l'interfaccia con i sistemi di Operation Management.

La strada dell'industria 4.0 passa attraverso dispositivi sempre più leggeri, integrati ed indossabili. In grado di snellire i processi di produzione e semplificare le comunicazioni all'interno dell'azienda.

Resta ancora poco sviluppata la tecnologia RFID wearable, la sua implementazione è relativamente recente. Ma i progressi tecnologici di questo tipo di strumenti fanno ben sperare per il futuro.

Allo stesso tempo anche le soluzioni tecnologicamente più semplici diventano sempre più precise ed avanzate e per questo molte aziende, dove questo è possibile, preferiscono implementare soluzioni più che collaudate come possono essere quelle che utilizzano gli scanner barcode.

Nonostante per oltre un decennio l'area asiatica sia stata la culla dei dispositivi wearable, l'avvento dell'Industria 4.0 ha permesso la diffusione di questi anche nel vecchio continente.

La funzione ergonomica di dispositivi del genere è evidentemente più confacente alle mansioni soprattutto in settori come il metalmeccanico. Ma un altro vantaggio che i dispositivi wearable portano con sé è la purezza dei dati raccolti, soprattutto per eventuali analisi di qualità della produzione e tempistiche.

## FCA SAMSUNG (2017)

L'Industria 4.0 in versione italiana trova una realizzazione forte e in piena corsa nell'impianto FCA di Cassino.

La prima fase del processo di digitalizzazione ha riguardato la massa di informazioni disponibili all'interno delle fabbriche. Sono stati integrati dei dispositivi di visualizzazione – monitor Samsung ad alta luminosità lungo la linea di produzione, eBoard touchscreen in alcuni punti strategici sui quali viene mostrato l'andamento della produzione stessa.

Nel caso di situazioni anomale, vengono generati degli alert, presi immediatamente in carico.

La seconda fase del progetto di digitalizzazione presenta alcuni aspetti particolarmente interessanti. Il percorso scelto è stato di tipo “bottom-up”: i team leader hanno identificato le esigenze e progettato personalmente le soluzioni e i dispositivi necessari.

Uno degli aspetti più innovativi del progetto di digitalizzazione dei processi è l'adozione degli smartwatch da parte del personale di linea. Il dispositivo wearable si è mostrato ideale per snellire i processi, migliorare i flussi e l'ergonomia del lavoro.

Leo Sorge, *IFCA e Samsung: Industria 4.0 è wearable*, articolo disponibile sul sito [i01net.it/fca-samsung-industria-wearable/](http://i01net.it/fca-samsung-industria-wearable/), ultima consultazione 20 Maggio 2019.







If we take the example of the pool store: We have approximately a million



VOLKSWAGEN



palette  
picks a year,

## VW GROUP PROGLOVE (2016)

La qualità e l'efficienza del processo sono fattori chiave di differenziazione per le aziende automobilistiche. Il vantaggio nell'uso di dispositivi wearable con il ProGlove sono molteplici. Il peso ridotto rendono lo scanner intelligente la scelta ideale per tutti i casi d'uso, senza l'aggiunta di un altro ingombrante strumento alla cintura del lavoratore.

All'interno del Gruppo Volkswagen, ProGlove viene utilizzato in oltre 40 sedi in quattro continenti. Questo include Volkswagen, Audi, Porsche, Seat, Skoda e Volkswagen OTLG. Il roll-out di ProGlove include applicazioni di preassemblaggio, fine assemblaggio, intralogistica e stoccaggio.

In Volkswagen OTLG, uno dei più grandi impianti di logistica al mondo, ProGlove è implementato in tre zone cruciali realizzando circa un milione di pick all'anno. Con ProGlove, Volkswagen OTLG può risparmiare tra due e quattro secondi per prelievo. Grazie all'ampia gamma di scansione di MARK 2, Volkswagen può ora equipaggiare con ProGlove tutte le potenziali stazioni di lavoro di scansione a mani libere.

*ProGlove, Stay ahead of your automotive competition*, articolo disponibile sul sito [iproglove.com/industries/automotive/](http://iproglove.com/industries/automotive/), ultima consultazione 20 Maggio 2019.

## LAMBORGHINI KPMG (2017)

Con il supporto di Kpmg, l'azienda di Sant'Agata Bolognese ha effettuato un ampliamento in chiave industry 4.0. È stato realizzato un nuovo comparto produttivo per allargare la gamma di prodotto e grazie a un percorso integrato tra le nuove funzioni e alle tante soluzioni tecnologiche inserite nel nuovo contesto, l'azienda ha ottenuto un recupero dell'efficienza e punta ora al raddoppio della produzione.

Non esistono best practise sulla strada del 4.0: ogni player deve definire il proprio percorso. L'azienda, per realizzare l'ampliamento dello stabilimento, ha interagito con i tanti soggetti che popolano l'ecosistema. L'Industry 4.0 è un ecosistema complesso: grandi multinazionali dell'operating technology; multinational software vendor; operatori specializzati in nicchie di mercato; progettisti di impianti e general contractor. Pertanto l'azienda deve definire il proprio percorso sulla scorta della propria consapevolezza circa il proprio grado di maturità digitale declinando la propria linea strategica sull'organizzazione e sui processi.

Marco de' Francesco, *Industria 4.0 corre in Lamborghini*, articolo disponibile sul sito [industriaitaliana.it/con-lamborghini-industry-4-0-corre-veloce/](http://industriaitaliana.it/con-lamborghini-industry-4-0-corre-veloce/), ultima consultazione 20 Maggio 2019.





MES  
MANUFACTURING EXECUTION SYSTEM

Come visto, la digitalizzazione dell'Operation Management passa attraverso diverse tecnologie ma ciò che davvero emerge in questi tre casi è la tipologia di interazione tra l'operatore, il dispositivo e il sistema gestionale.

Per l'analisi dei diversi casi si possono attribuire dei punteggi sulla base di leggerezza-pesantezza e semplicità-complessità.

La prima coppia di attributi leggerezza-pesantezza è strettamente riferita alla consistenza fisica e all'ergonomia d'uso nelle varie fasi di impiego, nonché dare un giudizio di vestibilità del device e di compatibilità con l'ecosistema di attrezzi e dispositivi attinenti alle specifiche mansioni.

I casi risultano essere in ordine di leggerezza: Lamborghini, FCA, Volkswagen AG. Il dispositivo utilizzato dalla linea produttiva della Lamborghini è sicuramente il più leggero, si integra sufficientemente bene con l'ergonomia dell'operatore anche se, essendo costituito da un bracciale in materiali siliconico in taglia unica, non è regolabile e ciò implica lo scorrere del dispositivo lungo la zona del polso. Ciò potrebbe causare interferenze nelle varie attività e l'impigliarsi del bracciale.

Nel caso studio della FCA viene utilizzata un'app specifica installata su Samsung Gear. Essendo un dispositivo consumer ha un'ampia gamma di utilizzi, dal monitoraggio del benessere alla registrazione delle attività sportive, nonostante ciò ben si adatta all'uso in catena di montaggio. Non interferisce fisicamente con l'ecosistema di strumenti dell'operatore essendo sovrapponibile ai guanti di protezione e perfettamente aderente al polso. Tuttavia il materiale rigido del device potrebbe intaccare le parti in lavorazione scheggiandole o disallineandole poiché l'operatore non ha sensibilità piena sull'intero ingombro dello strumento.

Per quanto riguarda il sistema utilizzato da Volkswagen AG il dispositivo è integrato direttamente sul guanto, ciò permette una buona praticità d'uso nell'azione di scansione del codice a barre. Allo stesso tempo l'ingombro della batteria sul dorso della mano può interferire nei movimenti all'interno degli scaffali o nell'uso dei comandi degli organi di movimento quali muletti e montacarichi.

I casi risultano essere in ordine di semplicità: Lamborghini, Volkswagen AG, FCA. Per il primo caso l'interfaccia è l'oggetto stesso, non ci sono funzioni complesse: basta avvicinare il tag al lettore per identificarsi. L'interazione è pienamente tangibile risultando estremamente naturale.

Il ProGlove Mark 2 utilizzato da Volkswagen AG ha anch'esso un'alto livello di tangibilità. L'avvio della scansione attraverso il pulsante localizzato a livello dell'indice risulta particolarmente rapida ed intuitiva e in piena integrazione ergonomica.

A differenza delle due precedenti applicazioni, l'app utilizzata su Samsung Gear da FCA ha un grado di complessità notevolmente maggiore. L'alta quantità di dati si riflette totalmente sull'interfaccia e sulla vasta gamma di funzioni dispo-

nibili. L'utilizzo intensivo del display dello smartwatch non risponde praticamente alle esigenze d'uso. Sebbene le informazioni delle varie schermate siano ben chiare e filtrate gestire molte funzioni potrebbe comportare sprechi di tempo a differenza della gestione delle stesse informazioni su display più ampi o con dispositivi più semplici.

Il progetto verterà sull'integrazioni di poche funzioni nella più semplice interfaccia possibile. La selezione delle funzioni rispecchierà le fasi di identificazione, inizio, sospensione, ripresa e fine lavorazione. La forma sarà il più possibile aderente ed indossabile per evitare interferenze con le lavorazioni che possano compromettere l'integrità della parte e la sicurezza dell'operatore. La scelta della zona d'applicazione cade sul polso e sulle mani, area dove si concentra maggiormente la visione dell'operatore stesso.

## 8. PRINCIPI DI DESIGN

Il design del dispositivo dovrà essere incentrato su una serie di caratteristiche che sono fondamentali per l'applicazione al quale è destinato.

### **LEGGEREZZA**

La libertà di movimento per la piena integrazione con le attività dell'operatore è una caratteristica di primaria importanza. Gli operatori di produzione, a seconda del reparto al quale appartengono, hanno diverse esigenze di micromobilità. Questi si interfacciano con specifici dispositivi di protezione individuale come guanti antitaglio, cuffie per capelli, scarpe di sicurezza, tappi per le orecchie, tutti dispositivi che limitano l'applicazione di device wearable.

Verrà considerato anche l'uso di attrezzature attinenti le specifiche lavorazioni in modo che la soluzione non ostacoli il comfort dell'operatore di produzione e il loro uso da parte di quest'ultimo.

### **SEMPLICITÀ**

Il dispositivo darà accesso a poche funzioni ma ben strutturate. Sarà necessario concentrarsi sulle operazioni di routine più frequenti in modo da rendere subito accessibile la funzione ricercata nelle varie fasi. La scelta delle funzioni da attribuire al dispositivo sarà effettuata al fine di limitare quanto più possibile l'utilizzo dei pannelli touchscreen dai quali tradizionalmente si accede al MES.

### **SCALABILITÀ NELL'OPERATION MANAGER**

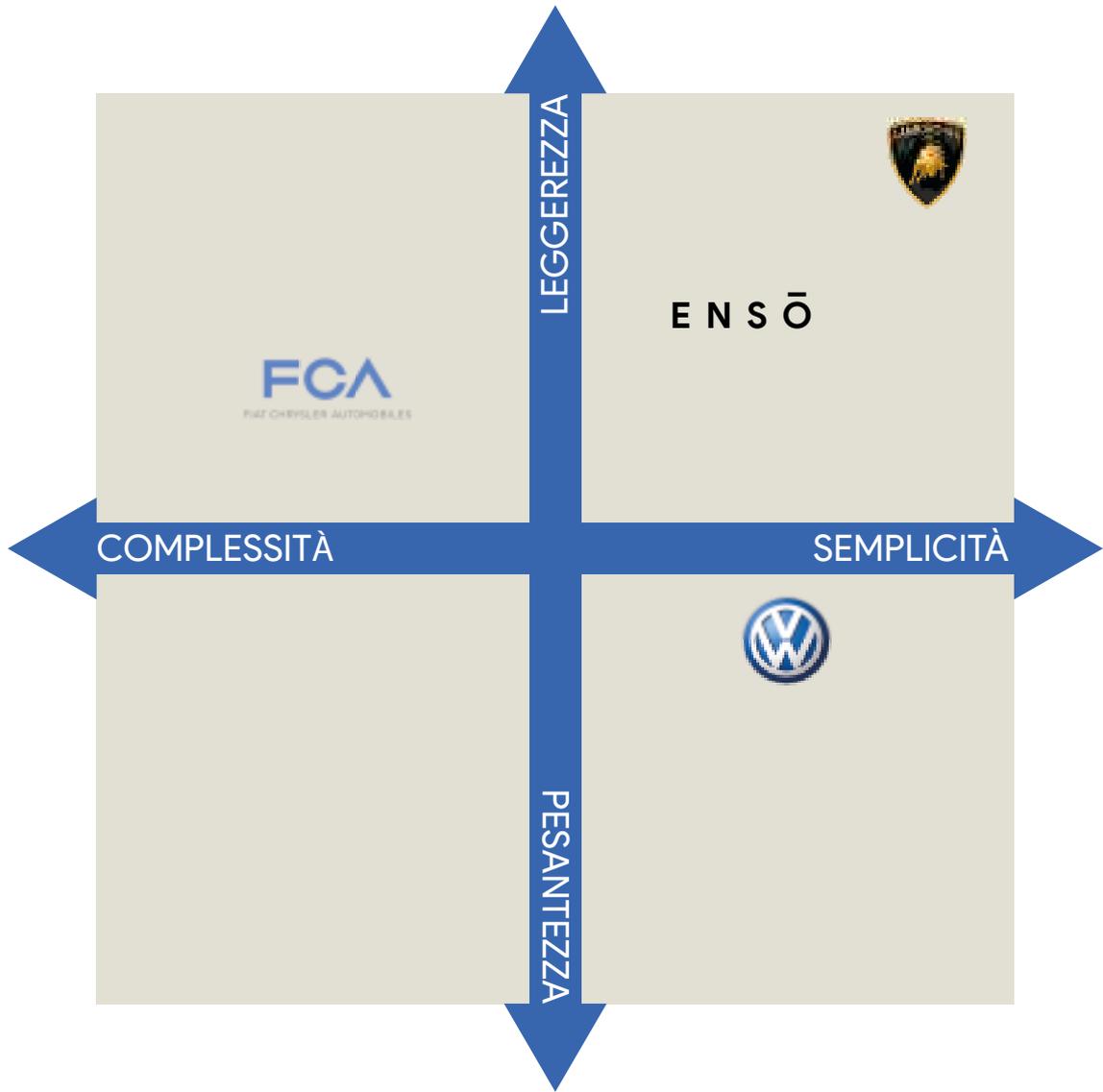
Il progetto si concentrerà sull'interfaccia con il MES da parte dell'operatore di produzione. Verranno esplorate possibili soluzioni che considerino l'integrazioni Machine to Machine già potenzialmente applicabili sulle macchine di produzione presenti nell'azienda. In fine per completare la digitalizzazione dell'intera filiera produttiva si descriveranno processi utili all'organizzazione logistica dei semilavorati nel loro passaggio da reparto a reparto costituendo di fatto un Real Time Location Systems RTLS.

### **SCALABILITÀ NELLO SMART LIFE CYCLE**

Saranno descritte le possibilità di controllo delle singole parti dotate di sensore RFID dalla nascita del prodotto, agli interventi di manutenzione, al controllo continuo della qualità fino allo smaltimento.

### **CERTEZZA DELL'IDENTIFICAZIONE**

L'utilizzo del sistema garantirà la sicurezza dell'identità dell'operatore di produzione costituendo a tutti gli effetti una firma digitale. Vi sarà così la certificazione delle informazioni di inizio, possibili sospensioni e riprese, fallimento e fine della fase costituendo un mezzo di informazione



## 9. ASPETTI NORMATIVI

### EVOLUZIONE DELLE DISPOSIZIONI NORMATIVE PER SOLUZIONI RFID

La tecnologia RFID è stata oggetto di una serie di attività di sviluppo sia a livello pubblico sia privato (consorzi di aziende). Come spesso è accaduto in passato con altre tecnologie, purtroppo inizialmente il tema della standardizzazione è stato erroneamente sottovalutato. La storia degli standard RFID, nella prima decade di vita, non ha seguito uno sviluppo ideale e l'introduzione di questa tecnologia non è stato sicuramente un processo conforme a regole prestabilite. Ciò è dipeso da una divergenza di opinioni inerenti la necessità di divulgare standard unici ad uso pubblico.

Ai tempi, una buona parte degli esperti considerava la proliferazione e la divulgazione delle specifiche emesse da parte di consorzi privati, i cosiddetti "standard de facto", uno stimolo a sviluppare tecnologie antagoniste, il cui successo sarebbe stato garantito dalle prestazioni e dal mercato, in una sorta di "libera" competizione, invece che da accordi presi all'interno di commissioni.

Fortunatamente, a distanza di 15-20 anni, la linea che si sta affermando vede il prevalere degli standard "pubblici", con la sempre più crescente presenza di due fondamentali protagonisti:

- *EPCglobal*, un gruppo industriale che sostiene l'adozione dello standard EPC, in rappresentanza degli interessi degli utenti finali;
- ISO, l'organizzazione internazionale per la normazione che rappresenta la comunità tecnologica e che promuove la normalizzazione delle tecnologie, garantendo agli utenti di tutte le latitudini l'interoperabilità e la compatibilità dei prodotti di diversi produttori.

C'è un terzo protagonista: l'ITU (International Telecommunications Union). L'allocazione in frequenza risale alla ripartizione internazionale delle frequenze stabilita appunto dall'ITU che opera dividendo il pianeta in tre differenti regioni.

Considerando la separazione geografica effettuata a livello globale dall'ITU, la gestione delle bande di frequenza viene spesso effettuata su base nazionale.

Può pertanto accadere che medesimi intervalli di frequenza sono destinati ad impieghi differenti in differenti regioni del mondo.

Gli apparati RFID, dal punto di vista dell'allocazione delle bande di frequenza, possono rientrare, a seconda della tecnologia impiegata, in diverse categorie:

- *Inductive application*. Oggetti che comunicano in prossimità per accoppiamento induttivo appunto e con trasferimento di energia tramite campo magnetico (TAG passivi in HF/

- LF, NFC e simili);
- *SRD (Short Range Devices)*. Oggetti che comunicano a radiofrequenza. Rientrano nella categoria sia dispositivi passivi con trasferimento di energia tramite campo elettromagnetico (anziché per accoppiamento induttivo) sia dispositivi attivi che comunicano sempre in radiofrequenza;
  - *RFId*. Solo negli ultimi anni nella normativa internazionale per l'allocazione in frequenza è comparso esplicitamente il termine RFId, in genere riferito a sistemi con tag passivi ad accoppiamento elettromagnetico operanti ad alta frequenza (UHF).

Questi apparati tipicamente non richiedono licenza per essere utilizzati, ma sono comunque regolati, per quanto riguarda bande di frequenze e potenze emesse, da una legislazione che differisce da paese a paese. In Europa, quasi sempre, gli apparati SRD ed RFId non operano su bande ad uso esclusivo, ma condividono frequenze utilizzate anche da altri servizi sulla base del principio di "non interferenza". Questo principio si fonda sul presupposto che apparati a "corto raggio" emettano potenze RF di entità così modeste da generare un campo EM significativo solo in prossimità degli apparati e tale da non interferire con servizi che operino a lunga distanza. In Italia, per esempio "gli apparati a corto raggio (SRD ed RFId) sono apparati radioelettrici destinati ad operare su frequenze collettive, senza diritto a protezione e su base di non interferenza con altri servizi, per collegamenti a breve distanza"<sup>1</sup>.

Il fatto che la tecnologia RFId venga classificata tra le tecnologie a "corto raggio" ai fini dell'allocazione in frequenza, fa emergere un altro tipo di criticità. Le bande dedicate a questo tipo di apparati, infatti, vengono allocate dagli organismi regionali. Europa, Usa e Cina giusto per citarne qualcuno.

Ovviamente ogni Paese salvaguarda le proprie esigenze nazionali. Questo può comportare che la medesima banda venga allocata per usi differenti in differenti regioni. Tuttavia nell'ambito LF/HF una differente regolamentazione regionale non costituisce un problema.

Per applicazioni di logistica per esempio, tipicamente settori coperti dalla tecnologia UHF in cui gli RFId sono destinati a viaggiare con le merci anche tra continenti diversi, la differente di allocazione delle bande tra regione e regione comporta notevoli difficoltà per l'operatività globale.

Gli organismi di regolamentazione stabiliscono dunque la frequenza o la

1. cfr. Piano Nazionale di Ripartizione delle Frequenze, PNRF, d.M.8 luglio 2002

banda di frequenza (come nel caso dell'UHF), la potenza di emissione e il tempo massimo di comunicazione fra etichette e lettori.

La potenza della trasmissione si esprime in Watt.

Nel caso della trasmissione induttiva, si preferisce spesso esprimerla non come potenza ma come intensità di corrente per metro (A/m) in quanto fornisce un'idea immediata dell'intensità del campo magnetico in gioco.

Nel caso della trasmissione induttiva, LF ed HF, si parla anche di funzionamento in "campo vicino", nel caso di trasmissione UHF si parla anche di funzionamento in "campo lontano".

Da notare che mentre quando si opera nel campo vicino, è ben definita la topologia dello stesso, per cui le letture provengono da tag che si trovano esclusivamente in quel campo, quando si opera in campo lontano questo non è più vero. In altre parole si paga la maggior distanza di lettura con una maggiore incertezza sulla localizzazione della risposta di un certo tag. Questa incertezza va poi risolta via software. Resta da chiarire un ulteriore punto per quanto riguarda la potenza di lettura quando questa si esprime in termini di potenza. Il problema che si pone è dove e come si misura questa potenza: il sistema Americano misura l'EIRP, ossia l'Equivalent Isotropic Radiated Power, mentre il sistema Europeo misura l'ERP, ossia l'Effective Radiated Power<sup>2</sup>.

### **NORME TECNICHE ED ENTI DI NORMAZIONE PER DISPOSITIVI RFID**

Le norme tecniche che regolano l'identificazione automatica mediante RFID per gli oggetti (RFID for Item Management) sono stilate dal sottocomitato SC31 del JTC1 (Joint Technical Committee 1). Il JTC1 è un comitato costituito a partire da ISO e IEC (International Electrotechnical Commission). Relativamente alla tracciabilità degli oggetti con RFID, il sottocomitato SC31 ha ripartito i com-piti tra sette Working Group, di seguito specificati. La tracciabilità delle persone è invece gestita a livello internazionale dal sottocomitato ISO/IEC/JTC1/SC17.

Si segnalano inoltre le seguenti norme, prodotte dall'ISO/IEC/SC17/WG8 sulle smart card contactless: 10536 e 14443 per le letture a qualche millimetro (vicinity) e la 15693 per le letture a qualche centimetro (proximity).

Tutte e due utilizzano la frequenza 13,56 MHz, ma non sono interoperabili.

Da ultimo, l'NFC - Near Field Communication (fino a 10 cm) è lo standard ISO 18092 NFCIP-1 e ISO 21841 NFCIP-2, e con i recenti chip permette di leggere/scrivere anche tag ISO 14443 e ISO 15693.

La banda di operatività della tecnologia ISO 18000 valida in Italia, a diffe-

2. Il rapporto fra i due sistemi di misura è  $1W ERP = 1,62W EIRP$ .

renza degli Stati Uniti, opera su una banda assegnata al Ministero della Difesa. Di conseguenza l'adozione di tale tecnologia risulta essere limitata agli scopi prototipali.

La banda di operatività dei tag 13.56 MHz è libera. Nel luglio 2007, grazie alla collaborazione del Ministero della Difesa, che impegna la banda UHF per alcuni ponti radio ad uso militare, il Ministero delle Comunicazioni ha liberalizzato le frequenze UHF comprese fra 865 e 868 MHz per le applicazioni RFID ad uso civile. Pur essendo le normative a livello mondiale disomogenee e ancora prive di standardizzazioni, nel 2011 l'Unione Europea ha stabilito le linee guida da adottare per i produttori di sistemi RFID ottenendo risultati in linea con le attuali normative anche in tema di privacy.

Il protocollo di comunicazione è il linguaggio utilizzato fra i lettori e le etichette. Come tutti i linguaggi, comprende un vocabolario e una sintassi che riguardano gli ordini e i dati contenuti nelle etichette.

La serie di norme *ISO/IEC 18000 Information Technology - Automatic Identification and Data Capture Techniques - RFID for item Management - Air Interface* è declinata per frequenza. Tutte le norme 18000 sono pubblicate dal 2004, ma hanno subito da allora una revisione completa con l'obiettivo di migliorare tutti i livelli di prestazione.

Presentate come "la" soluzione ai problemi di interoperabilità, le norme 18000 non sono in realtà sufficienti, da sole, per conseguire tale obiettivo, che richiede due condizioni: da una parte, l'utilizzo di un protocollo comune per la comunicazione fra il lettore e l'etichetta, che è la materia delle norme 18000, dall'altra, l'organizzazione in modo unico della struttura dei dati contenuti nel chip. Le norme 18000 fanno, dunque, parte di un gruppo di norme oggi pubblicate e che, prese nel loro insieme, permettono di ottenere l'interoperabilità.

Per la conformità vi sono alcune norme che si declinano per frequenza (come le norme di base della serie 18000): *ISO/IEC 18047: Information Technology - Automatic Identification and Data Capture Techniques - RFID Conformance Test Methods*.

Nel febbraio 2005 è stato pubblicato il Technical Report 18046<sup>3</sup>, che permette agli integratori di soluzioni RFID di trovare i sistemi che soddisfano le necessità dei loro clienti, sulla base di performance verificate, e che possono costituire un referenziale anche se i test non sono praticati in situ.

Infatti, l'interoperabilità consente di affermare che tutti i lettori conformi ad

3. ISO/IEC, *Technical Report ISO/IEC 18046 First Edition 01 - 02 - 2015*, 2 Febbraio 2015, testo disponibile sul sito [sis.se/api/document/preview/905862/](http://sis.se/api/document/preview/905862/), ultima consultazione 6 Maggio 2019.

una certa norma ISO/IEC 18000 siano in grado di leggere tutte le etichette RFID ugualmente conformi alla stessa norma.

Tuttavia, questa interoperabilità non significa che tutti i sistemi disponibili sul mercato abbiano le stesse prestazioni, in tutto e per tutto uguali.

In ogni caso, la cattura dell'informazione sarà garantita, ma non la distanza e la rapidità della lettura o lo stesso tasso di lettura in un determinato ambiente elettromagnetico.

Questo TR 18046 è stato trasformato in IS<sup>4</sup> (International Standard) e pubblicato nel 2006. Un'evoluzione che però non riduce la complessità delle installazioni: non si tratta più di raccomandazioni, ma di regole precise sulle condizioni di test che devono condurre ad una unicità di risultati, qualunque sia il luogo in cui essi sono effettuati.

Questa norma è evidentemente uno strumento indispensabile per una corretta visione delle prestazioni dei sistemi RFID e, quindi, per la maggior salvaguardia degli investimenti.

La tecnologia RFID dipende dalle leggi fisiche della trasmissione mediante onde elettromagnetiche. In questo modo si avrà uno strumento certo anche per misurare le performance dei sistemi.

La *ISO/IEC 18046 Information Technology - Automatic Identification and Data Capture Techniques* si suddivide nelle parti:

1. RFID Performance Test Methods for RFID systems
2. RFID Performance Test Methods for RFID interrogators
3. RFID Performance Test Methods for RFID tags
4. Test methods for performance of RFID gates in libraries

Il sottogruppo WG3/SG1 ha anche elaborato due serie di norme per i RTLS (Real Time Locating System):

- *ISO/IEC 24769: Information Technology - Automatic Identification and Data Capture Techniques - RTLS Device Conformance Test Methods;*
- *ISO/IEC 24770: Information Technology - Automatic Identification and Data Capture Techniques - RTLS Device Performance Test Methods.*

Tre norme garantiscono la coerenza dei comandi di lettura e della gestione

4. ISO, *ISO/IEC 18046:2006*, Novembre 2016, testo disponibile sul sito [iso.org/contents/data/standard/04/31/43174.html](http://iso.org/contents/data/standard/04/31/43174.html), ultima consultazione 6 Maggio 2019.

dei dati:

- *ISO/IEC 15961: Information Technology - Automatic Identification and Data Capture Techniques - RFID for item Management - Host Interrogator - Tag functional commands and other syntax features.* Questa norma ha subito varie revisioni, per incorporare innanzitutto le funzionalità della 18000-6C, in secondo luogo l'integrazione di sensori e batterie nei tag. In un secondo momento è stata formulata in quattro parti: 1- Data protocol, 2- Registration of RFID data constructs, 3- Data protocol: data constructs, 4- Data protocol: batteries and sensors.
- *ISO/IEC 15962: Information Technology - Automatic Identification and Data Capture Techniques - RFID for item Management - Data Syntax Data encoding rules and logical memory functions.* Pubblicata in ottobre 2004 e sottoposta a revisione per le stesse ragioni della 15961.
- *ISO/IEC 15963: Information Technology - Automatic Identification and Data Capture Techniques - RFID for item Management - Unique identification of RF Tags and Registration Authority to manage the Uniqueness.* Quest'ultima importante norma garantisce che tutti i chip che costituiscono un tag RFID abbiano un numero assolutamente unico e crea un organismo incaricato di gestire questa unicità, la sola cosa che permette la tracciabilità e l'identificazione di ciascun singolo tag. Una quarta norma riguarda le regole di codifica relative ai sensori associati ai tag.

### **EN 301 489-1**

ElectroMagnetic Compatibility (EMC) standard for radio equipment and services; Part 1: Common technical requirements; Harmonised Standard covering the essential requirements of article 3.1(b) of Directive 2014/53/EU and the essential requirements of article 6 of Directive 2014/30/EU

### **EN 301 489-3**

ElectroMagnetic Compatibility (EMC) standard for radio equipment and services; Part 3: Specific conditions for Short-Range Devices (SRD) operating on frequencies between 9 kHz and 246 GHz; Harmonised standard covering the essential requirements of article 3.1(b) of Directive 2014/53/EU

**EN 301 489-17**

ElectroMagnetic Compatibility (EMC) standard for radio equipment and services; Part 17: Specific conditions for Broadband Data Transmission Systems; Harmonised Standard covering the essential requirements of article 3.1(b) of Directive 2014/53/EU

**EN 302 208**

Radio Frequency Identification Equipment operating in the band 865 MHz to 868 MHz with power levels up to 2 W and in the band 915 MHz to 921 MHz with power levels up to 4 W; Harmonised Standard covering the essential requirements of article 3.2 of the Directive 2014/53/EU

**EN 55022:2010 CLASS B**

Information technology equipment – Radio disturbance characteristics– Limits and methods of measurement

**EN 55024:2010-11**

Apparecchiature per la tecnologia dell'informazione - Caratteristiche di immunità - Limiti e metodi di misura

**EN 60950-1**

Apparecchiature per la tecnologia dell'informazione - Sicurezza

**ISO/IEC 7816**

ISO/IEC 7816 is an international standard related to electronic identification cards with contacts, especially smart cards, managed jointly by the International Organization for Standardization (ISO) and the International Electrotechnical Commission (IEC).

It is edited by the Joint technical committee (JTC) 1 / Sub-Committee (SC) 17, Cards and personal identification.

According to its abstract, it specifies the Data Elements (DEs) used for interindustry interchange based on integrated circuit cards (ICCs) both with contacts and without contacts. It gives the identifier, name, description, format, coding and layout of each DE and defines the means of retrieval of DEs from the card

**ISO/IEC 14443**

Identification cards -- Contactless integrated circuit cards -- Proximity cards is an international standard that defines proximity cards used for identification, and the transmission protocols for communicating with it.

### **ISO/IEC 18000**

Describes a series of diverse RFID technologies, each using a unique frequency range.

### **ISO/IEC 18000-3**

Is an international standard for passive RFID item level identification and describes the parameters for air interface communications at 13.56 MHz. The target markets for MODE 2 are in tagging systems for manufacturing, logistics, retail, transport and airline baggage. MODE 2 is especially suitable for high speed bulk conveyor fed applications.[2]

ISO/IEC 18000-6C

Parameters for air interface communications at 860 MHz to 960 MHz.

### **ISO 9241**

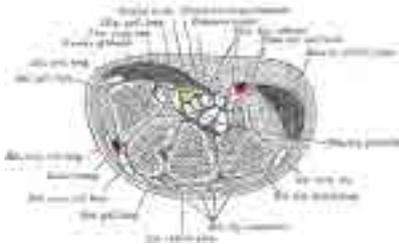
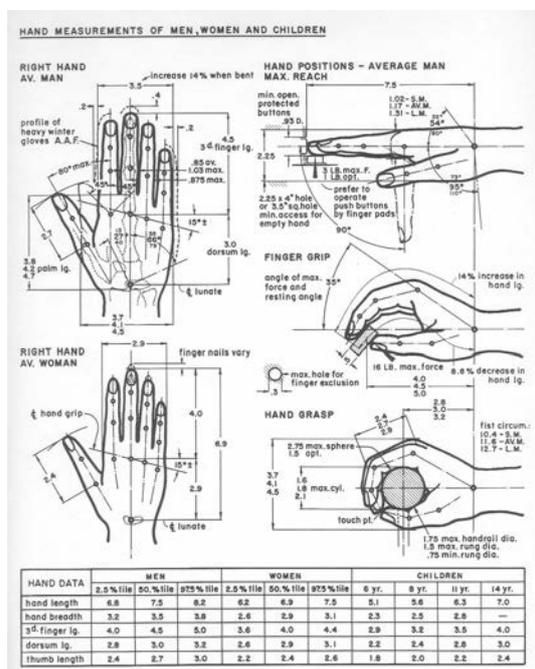
ISO 9241 è uno degli standard della ISO che riguarda in particolare Ergonomia e Interazione uomo-macchina. È gestito dal Comitato tecnico ISO 159 ed originariamente era intitolato “Ergonomic requirements for office work with visual display terminals (VDTs)” che possiamo tradurre come Requisiti ergonomici per il lavoro d’ufficio con terminali con display visivo.

Dal 2006 in poi, gli standard sono stati rinominati in termini più generici di Ergonomia e Interazione uomo-macchina e ISO sta rinumerando alcune parti dello standard in modo che possa coprire più argomenti come. Due zeri nel numero indicano che il documento in esame è uno standard generico o di base, mentre negli standard che terminano con uno zero si fa riferimento ad aspetti fondamentali. Uno standard con tre cifre diverse da zero nel numero regola aspetti specifici.

La parte numero 1 è un’introduzione generale al resto dello standard. La parte numero 2 affronta la progettazione delle attività per lavorare con sistemi informatici. Le parti 3-9 trattano le caratteristiche fisiche delle apparecchiature informatiche. Le parti 110 e parti 11-19 trattano aspetti di usabilità del software, tra cui la parte 110 (una serie generale di euristiche di usabilità per la progettazione di diversi tipi di dialogo) e la parte 11 (indicazioni generali sulle specifiche e la misurazione dell’usabilità).

## 10. SKETCH ED ERGONOMIA D'USO

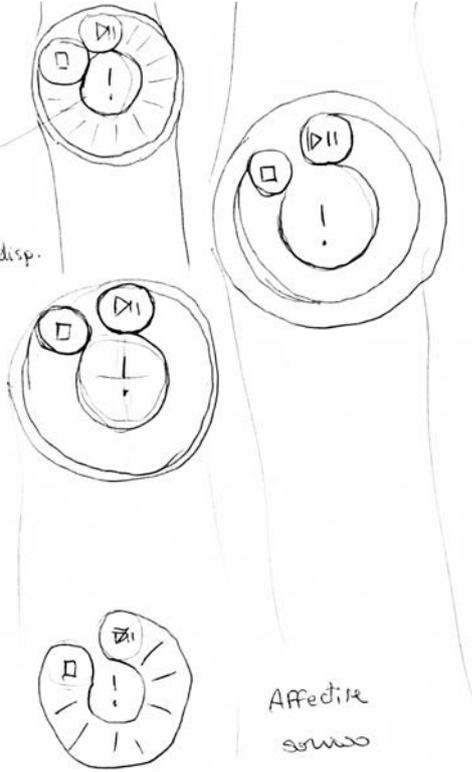
Per un primo dimensionamento del concept si è fatto riferimento agli studi di Henry Dreyfuss sull'ergonomia della mano<sup>1</sup> e su alcuni testi scientifici sulla caratterizzazione del polso<sup>2</sup>.



1. Alvin R. Tilley, Henry Dreyfuss Associates, *The Measure of Man and Woman: Human Factors in Design, Revised Edition*, Dicembre 2001, Wiley. Estratti consultabili sul sito [wiley.com/en-us/The+Measure+of+Man+and+Woman%3A+Human+Factors+in+Design%2C+Revised+Edition-p-9780471099550](http://wiley.com/en-us/The+Measure+of+Man+and+Woman%3A+Human+Factors+in+Design%2C+Revised+Edition-p-9780471099550), ultima consultazione 20 Giugno 2019.

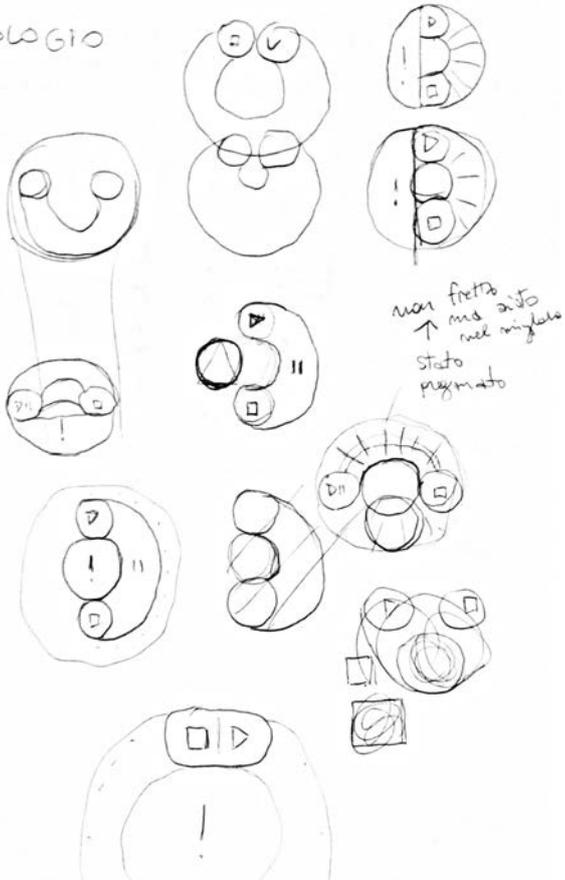
2. Kevin Khashayar Toosi, *Wrist Biomechanics And Ultrasonographic Measures Of The Median Nerve During Computer Keyboarding*, 2012. Estratti consultabili sul sito [semanticscholar.org/paper/WRIST-BIOMECHANICS-AND-ULTRASONOGRAPHIC-MEASURES-OF-Toosi/685ad1692ff682d057f2acf88622491bd057a26f](http://semanticscholar.org/paper/WRIST-BIOMECHANICS-AND-ULTRASONOGRAPHIC-MEASURES-OF-Toosi/685ad1692ff682d057f2acf88622491bd057a26f), ultima consultazione 20 Giugno 2019.

trasmittito  
SP/PN ad unidisp.

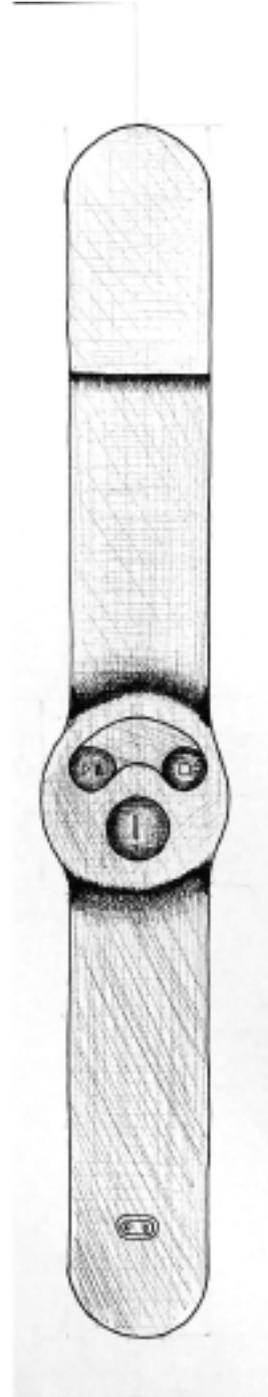


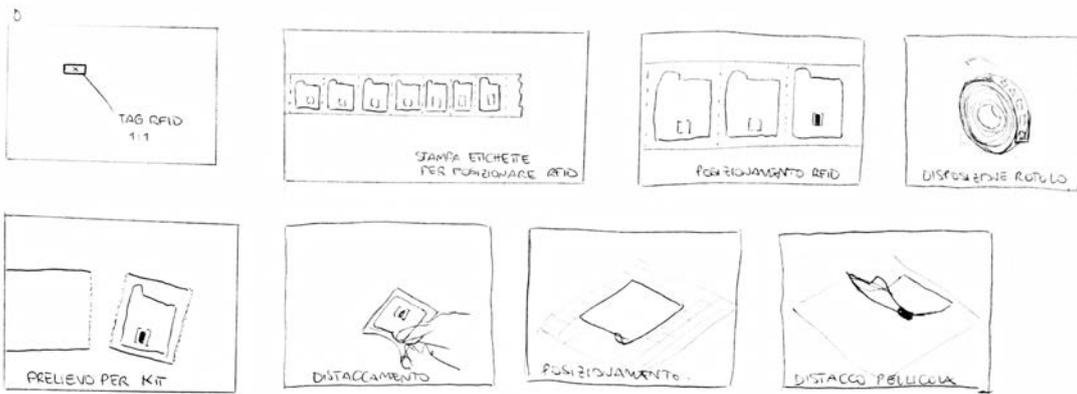
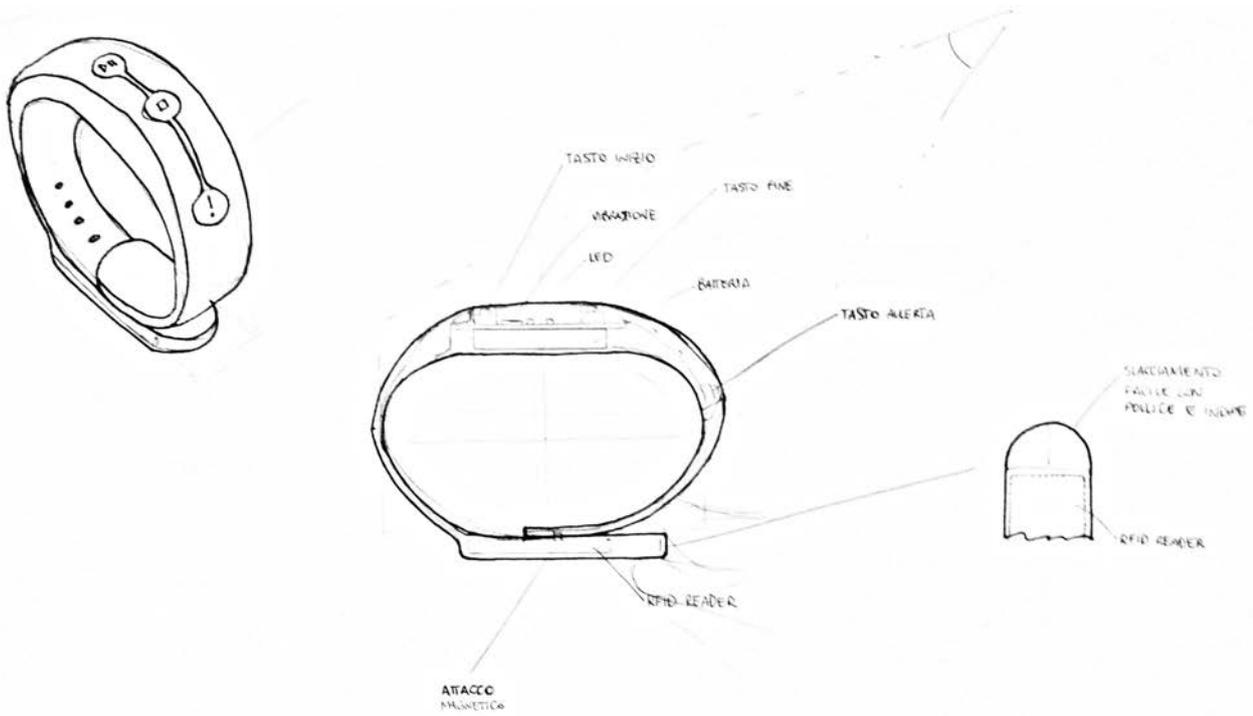
Affettiva  
senza

OROLOGIO



non fretta  
↑ ma solo  
nel riflettore  
stato  
pignato





NYLON  
 WANTI POLIURETANO  
 CE EN 388  $\frac{E}{4.134}$  MECOWIGA LEGGERA  
 SPORRE 1mm ca

→ INDICE 45 mm

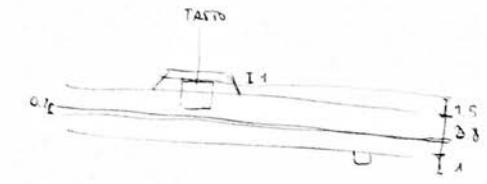
$\phi 15$  mm

RGB  
 KEYS  
 VIBRATION  
 MEMORY  
 CAM  
 SOC  
 — MOTHERBOARD

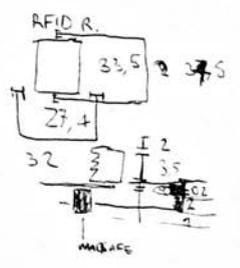
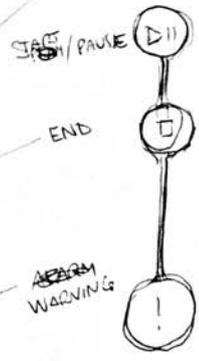
BATTERY

MAGSAFE (F)

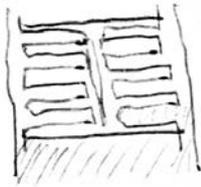
RFID READER



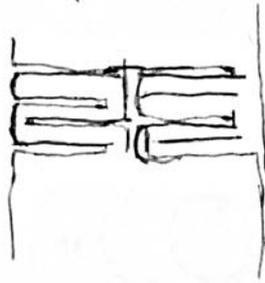
MAGSAFE (M)



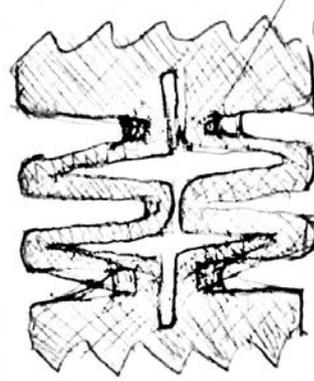
simi disco



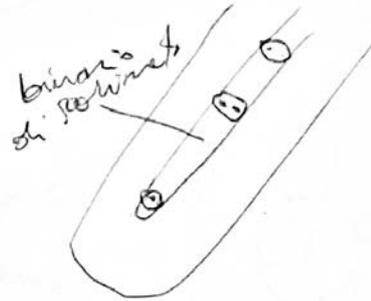
ficcando  
le unghie  
sotto a spine



auto richiusa  
reflexiva



- già chissà quasi
- allargamento
- auto chiusa



## **11. ARCHITETTURA DEI DATI E DELL'INTERAZIONE DEL SISTEMA**

L'obiettivo del concept è, quindi, quello di eliminare ogni possibile interazione con supporti cartacei dichiarazioni da parte degli operatori di produzione che possono risultare macchinose ed alienanti.

L'eliminazione dell'ordine di lavorazione comporta la rilocalizzazione di numerose informazioni del ciclo di lavorazione, informazioni che possono essere accessibili attraverso interazioni tangibili fra utenti e oggetti connessi, riducendo al minimo l'interazione virtuale.

### **LA FASE DI LAVORAZIONE**

I processi di lavorazione hanno sempre un ordine sequenziale o al più, in alcuni particolari fasi, l'ordine di alcune lavorazioni può essere scambiato.

In questo modo il susseguirsi delle letture del tag RFID associato all'attributo della lavorazione (avvio, sospensione e fine) porta con sé l'eventuale fase di lavorazione da iniziare. Ad esempio, nel caso più comune in cui le fasi siano sequenziate come taglio, laminazione, cura, estrazione, finitura e controllo, l'aver dichiarato la fine della fase di laminazione porta con sé il dato della nuova fase da compiere, ovvero la fase di cura.

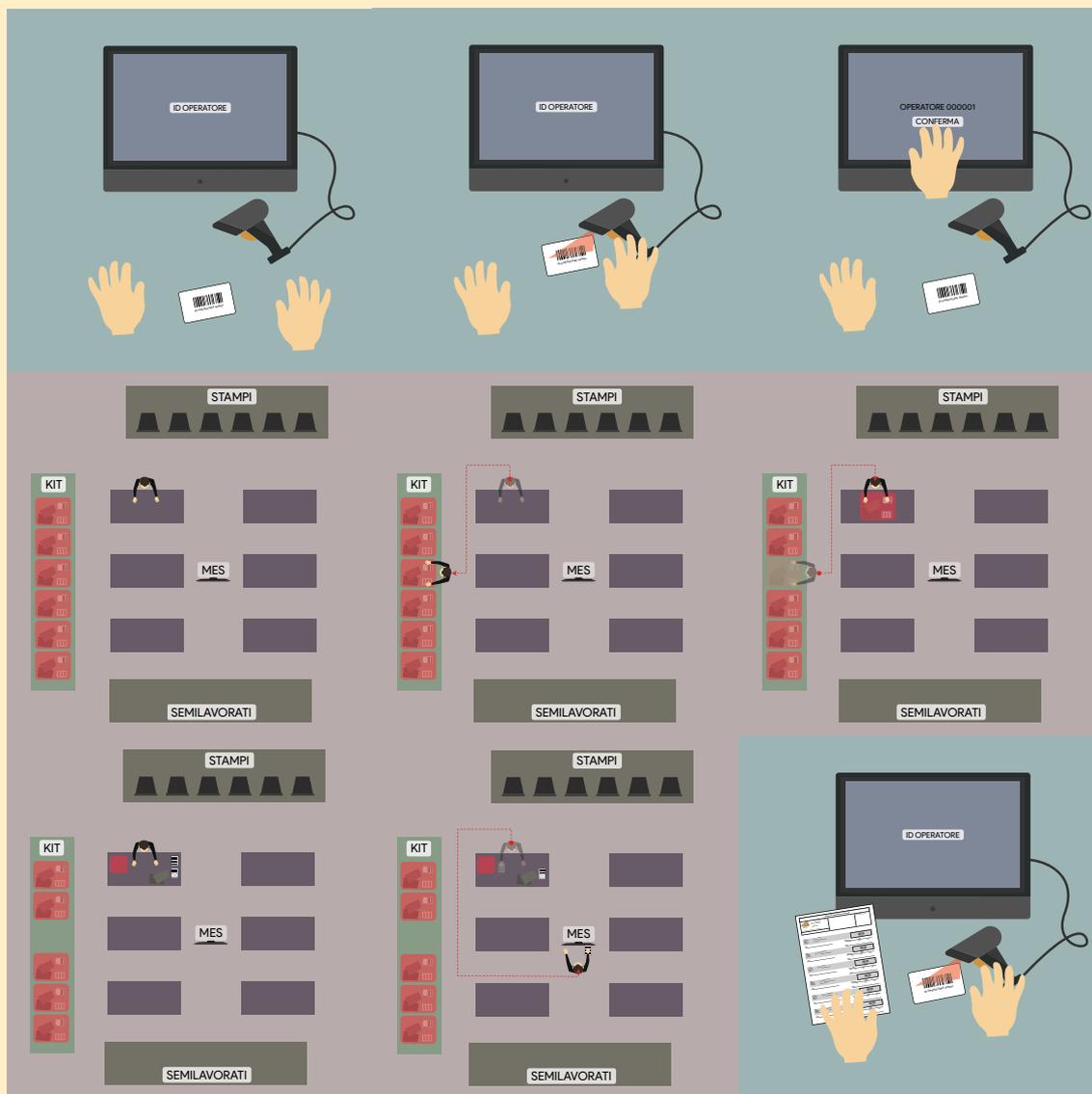
Una volta letto il tag si ottiene il Part Number e il Serial Number e dopo una richiesta un server questo risponde con la specifica lavorazione da compiere.

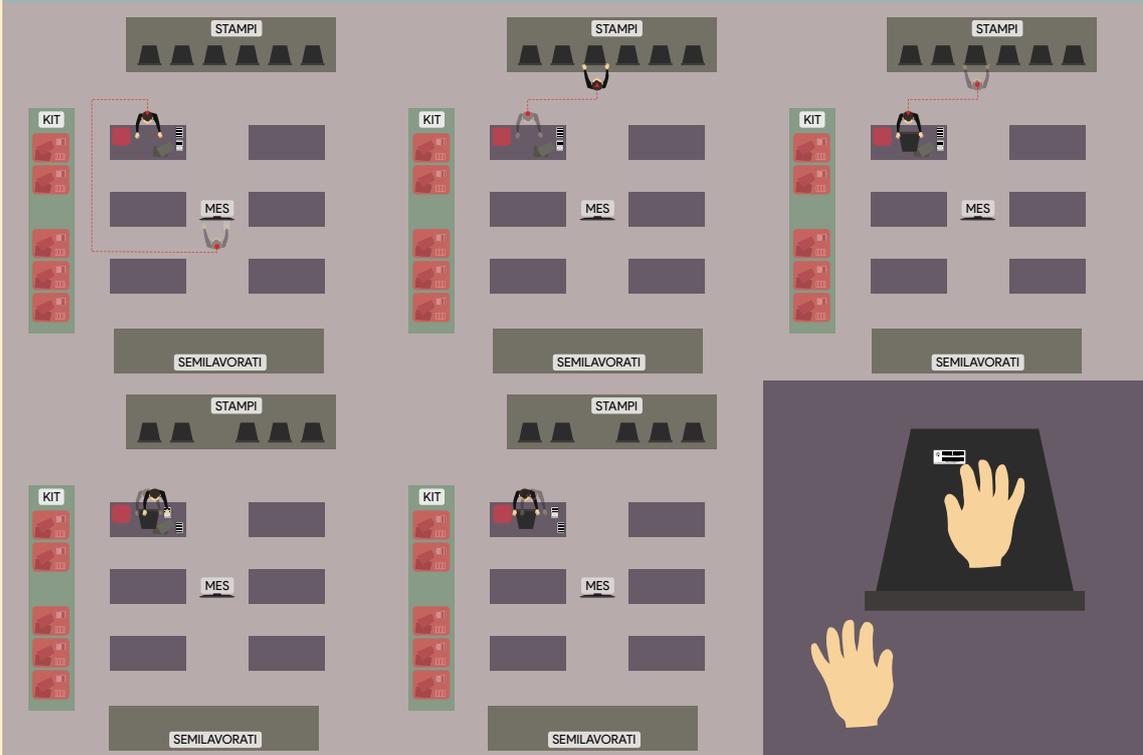
La lettura della fase non risulta essere un problema se i semilavorati viaggiano in specifici luoghi di raccolta, pratica comune a tutte le catene produttive.

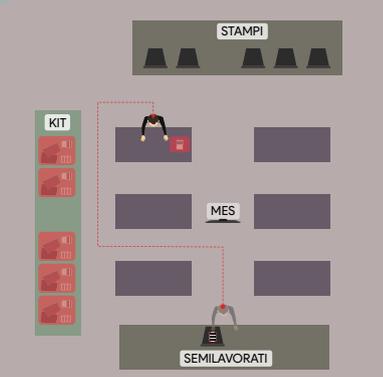
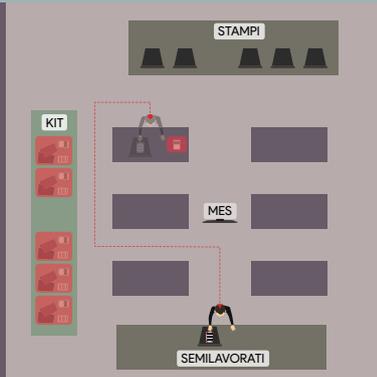
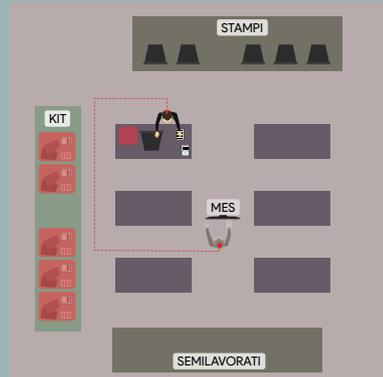
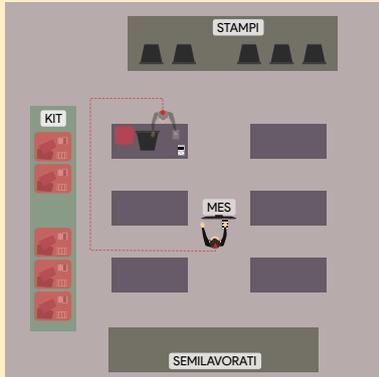
### **IL MATERIALE E LE ATTREZZATURE DA PRELEVARE**

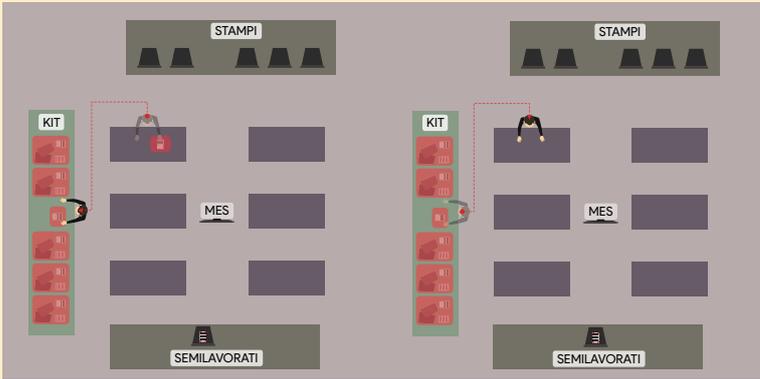
In continuità con l'ottenimento della fase da effettuare funziona la comunicazione all'operatore del materiale e delle attrezzature da prelevare. Le scaffalature connesse permettono attraverso sistemi interattivi pick to light di sapere immediatamente quale materiale prelevare e dove questo si trova. L'aspetto rilevante di questi sistemi è il poter selezionare il materiale da prelevare secondo preferenze variabili: se nel caso dell'utilizzo dell'ordine di lavorazione il materiale non può essere variato durante il ciclo produttivo, con un sistema interattivo dinamico questo dato può variare fino all'attimo in cui l'inizio della specifica lavorazione richiede il corrispettivo materiale. Un aspetto importantissimo nel caso in cui si rendano necessarie modifiche in corso d'opera, come la rilevazione di un nuovo materiale prossimo alla scadenza o la sostituzione con un nuovo materiale in risposta ad alcune anomalie rilevate in controllo qualità su altre parti della stessa serie. Di seguito alcune illustrazioni che esplicano il flusso di dati nel reparto di laminazione, dal com'è al come sarebbe utilizzando il concept.

## Storyboard del sistema attuale nel reparto laminazione

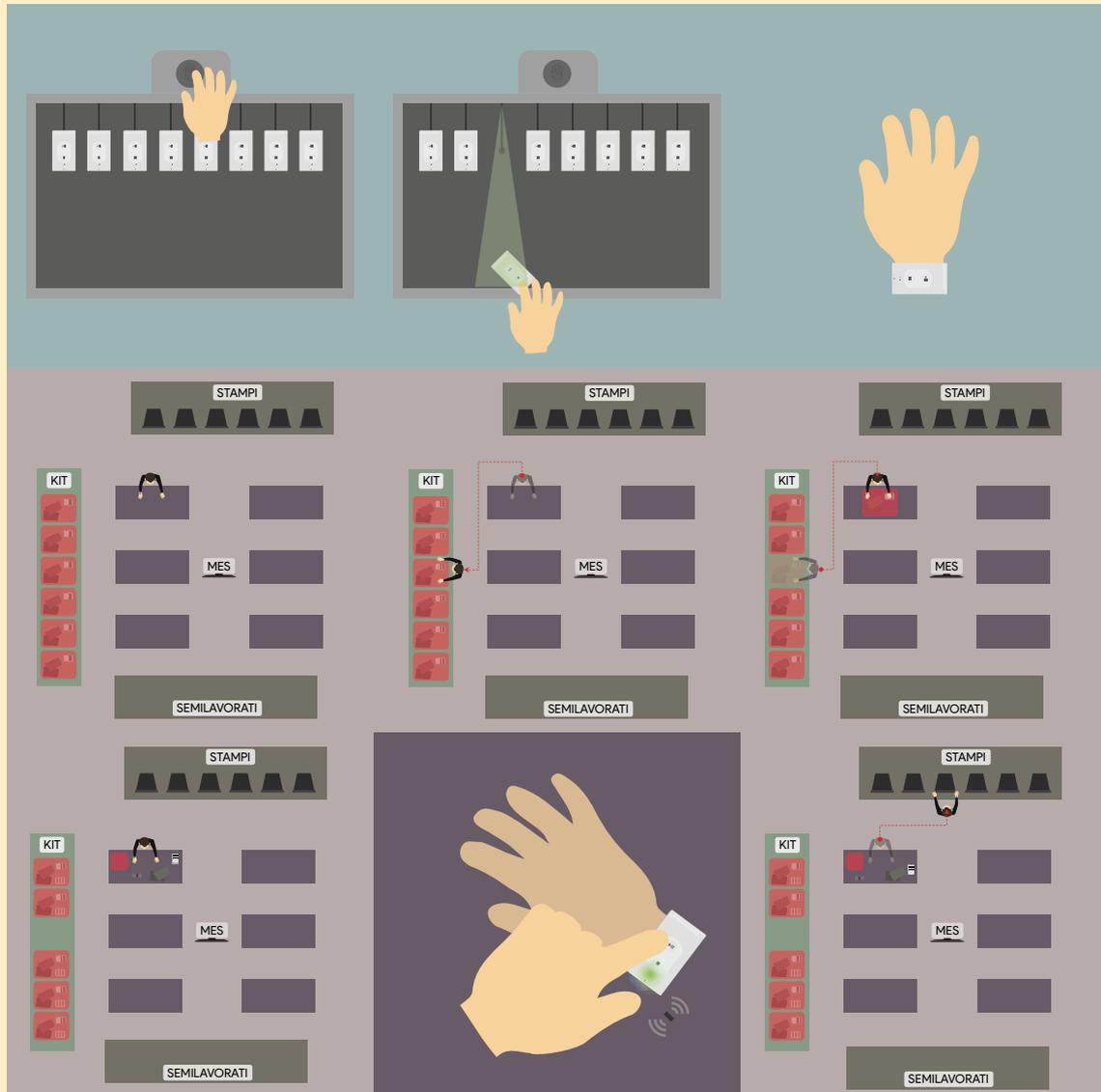


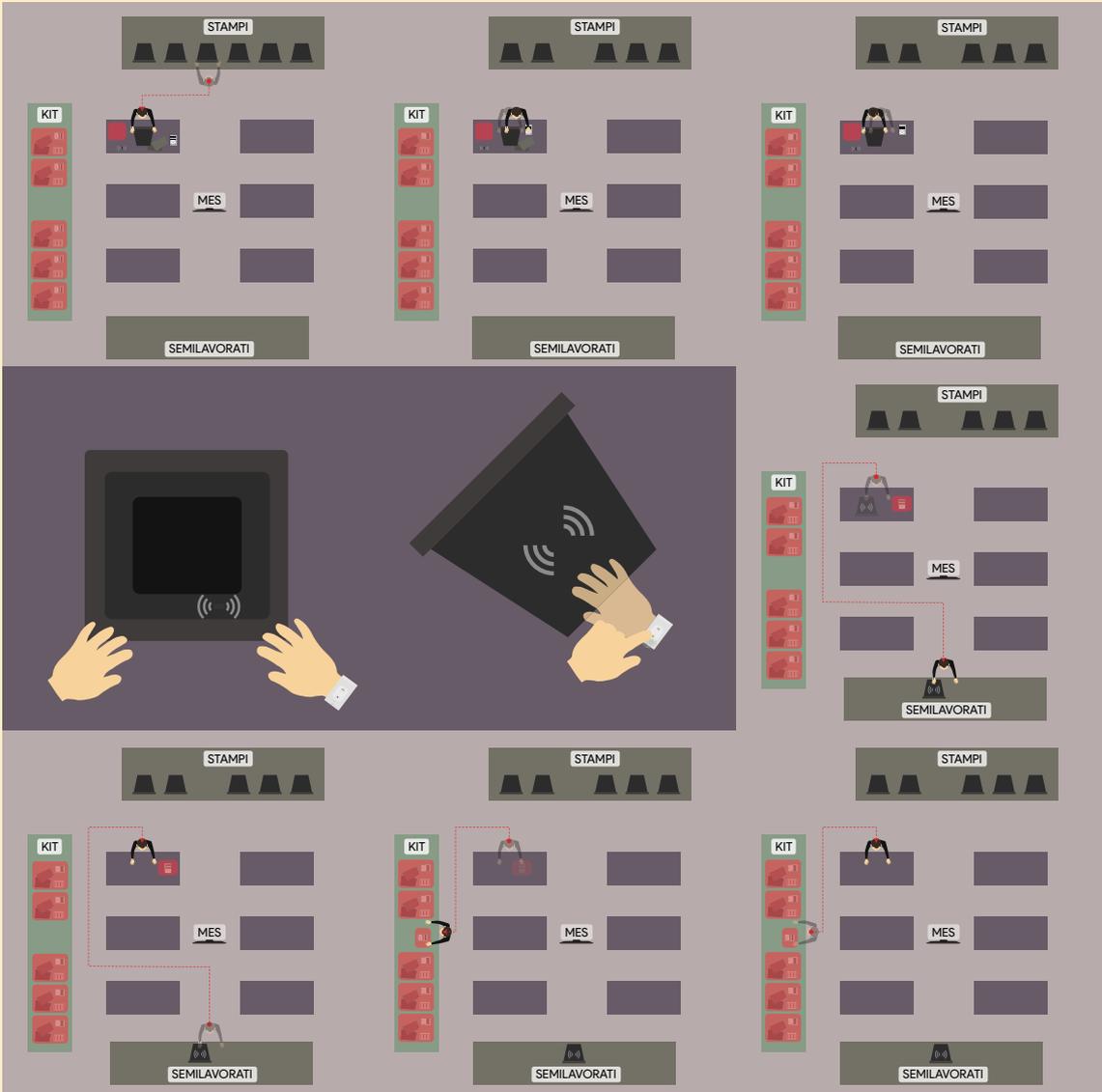






# Storyboard del sistema ENSŌ nel reparto laminazione

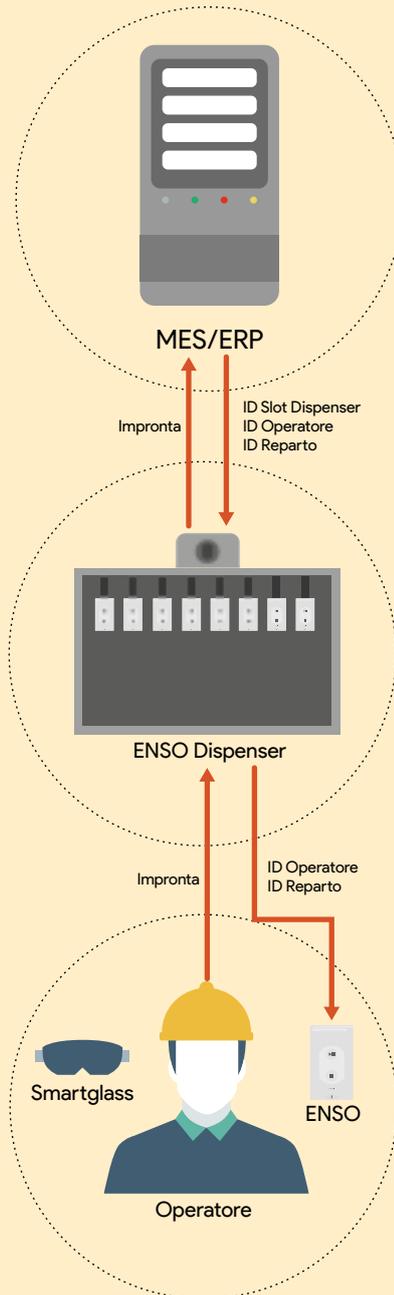




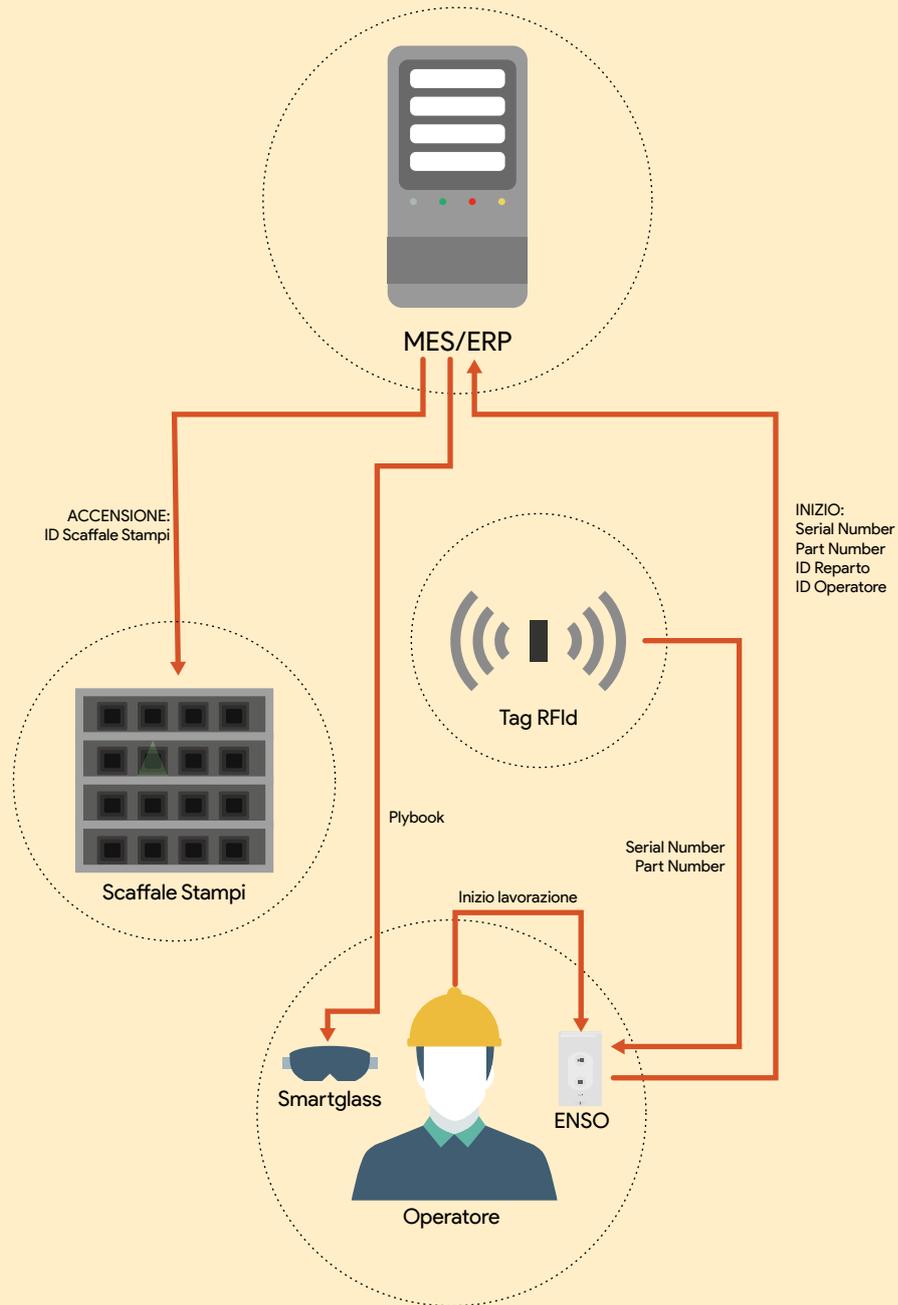
---

## Fase di accesso

---



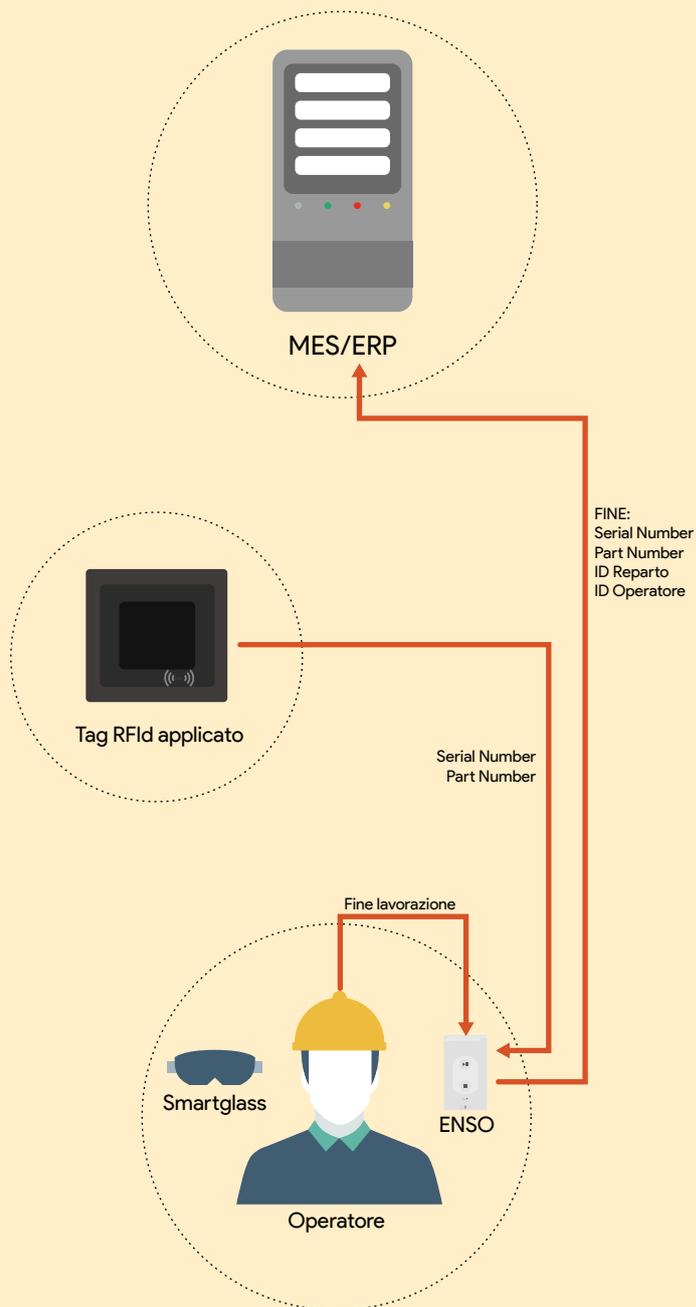
# Inizio lavorazione nel reparto laminazione



---

## Fine lavorazione nel reparto laminazione

---



## 12. SPECIFICHE DEI MATERIALI E DEI COMPONENTI

### **TPE-SEBS LAPRENE® 830.543**

Si tratta di un TPE a base SEBS (Stirene-Etilene-Butilene-Stirene), quindi, un materiale che si deforma ampiamente quando sottoposto a sollecitazione per poi ritornare alla sua forma originale quando la sollecitazione viene meno. Il comportamento elastico di un TPE è simile a quello della gomma vulcanizzata. È un materiale che diventa soffice e viscoso (come un fluido) quando viene riscaldato, per poi ritornare solido quando raffreddato a temperatura ambiente essendo questo processo reversibile.

La proprietà di termoplasticità consente al materiale di essere formato nelle forme volute.

Grazie alla termoplasticità, il processo di stampaggio è reversibile e può essere teoricamente ripetuto numerose volte senza che intercorrano modifiche sul materiale e di conseguenza è facilmente riciclabile.

I TPE a base SEBS sono PVC free quindi è compatibile con la salute di chi lo lavora e di chi utilizza poichè esenti da ftalati.

Presenta una ottima flessibilità alle basse temperature e garantisce migliori performance in caso di temperature elevate rispetto ai PVC.

I manufatti in TPE sono sterilizzabili anche mediante vapore in autoclave, ha una densità bassa e consente la diminuzione della quantità di materiale necessaria a parità di volume, elevata compatibilità con il polipropilene e la maggioranza dei polimeri a base olefinica. I costi del materiale e del suo stampaggio sono più elevati ma la sua applicazione garantisce numerosi vantaggi.

Rispetto agli altri materiali plastici è di facile lavorazione, ottima morbidezza, leggerezza, resistenza agli agenti atmosferici, performance ad elevate temperature.

**Laprene®** Styrene-Ethylene-Butylene-Styrene compounds (SEBS)

**Injection moulding, general purpose filled grades**

			Laprene® 830.540	Laprene® 830.541	Laprene® 830.551	Laprene® 830.542	Laprene® 830.543	Laprene® 830.545	Laprene® 830.808	Laprene® 830.546	Laprene® 830.844	Laprene® 830.823	Laprene® 830.824
<i>Physical properties</i>	<i>Method</i>	<i>Unit</i>											
<b>hardness 3"</b>	ASTM D2240	Shore	A 18	A 29	A 33	A 41	A 52	A 61	A 66	A 73	A 77	A 87	A 93
<b>density</b>	ASTM D792	g/cm <sup>3</sup>	1.08	1.13	1.13	1.15	1.17	1.18	1.18	1.16	1.14	1.18	1.14
<b>tensile strength</b>	ASTM D412-C	MPa	4.0	5.5	4.1	6.7	7.5	8.9	9.0	11.0	12.5	11.8	13.8
<b>elongation at break</b>	ASTM D412-C	%	940	780	820	800	750	780	760	760	810	680	660
<b>modulus 100%</b>	ASTM D412-C	MPa	0.3	0.5	0.7	0.8	1.0	1.2	1.7	2.3	2.5	3.4	4.8
<b>tear strength</b>	ASTM D624-C	kN/m	16	20	17	23	24	27	31	36	42	41	40
<b>compression set (22h / 70 °C)</b>	ASTM D395-B	%	38	33	45	35	36	38	48	41	45	54	56

**Injection moulding, semi-filled grades**

			Laprene® 83FM.A30	Laprene® 83FM.A55	Laprene® 83FM.A60	Laprene® 83FM.A65	Laprene® 83FM.A70	Laprene® 83FM.A84	Laprene® 83FM.A90
<i>Physical properties</i>	<i>Method</i>	<i>Unit</i>							
<b>hardness 3"</b>	ASTM D2240	Shore	A 31	A 58	A 61	A 66	A 72	A 84	A 90
<b>density</b>	ASTM D792	g/cm <sup>3</sup>	1.02	1.00	1.00	1.00	0.99	1.00	1.00
<b>tensile strength</b>	ASTM D412-C	MPa	5.5	8.7	9.1	11.2	13.1	13.5	16.0
<b>elongation at break</b>	ASTM D412-C	%	860	860	820	810	800	730	720
<b>modulus 100%</b>	ASTM D412-C	MPa	0.5	1.3	1.4	1.8	2.0	3.3	4.3
<b>tear strength</b>	ASTM D624-C	kN/m	20	25	26	30	33	49	55
<b>compression set (22h / 70 °C)</b>	ASTM D395-B	%	39	39	39	48	42	52	55

**Injection moulding, traslucent and trasparent unfilled grades**

			Laprene® 830.859	Laprene® 830.860	Laprene® 830.861	Laprene® 830.561	Laprene® 830.862	Laprene® 830.547	Laprene® 830.951	Laprene® 830.955	Laprene® 830.968	Laprene® 830.969	Laprene® 830.970	Laprene® 830.971	Laprene® 83F.960
<i>Physical properties</i>	<i>Method</i>	<i>Unit</i>													
<b>hardness 3"</b>	ASTM D2240	Shore	A 3	A 12	A 17	A 22	A 31	A 34	A 45	A 44	A 50	A 67	A 72	A 82	A 90
<b>density</b>	ASTM D792	g/cm <sup>3</sup>	0.88	0.88	0.88	0.89	0.89	0.90	0.89	0.89	0.88	0.89	0.90	0.90	0.92
<b>tensile strength</b>	ASTM D412-C	MPa	3.8	3.7	4.2	4.6	7.1	8.0	4.5	8.5	8.0	12.0	12.0	17.8	11.5
<b>elongation at break</b>	ASTM D412-C	%	950	900	900	880	860	780	600	780	720	790	740	750	560
<b>modulus 100%</b>	ASTM D412-C	MPa	0.2	0.3	0.3	0.6	0.6	0.7	1.1	1.0	1.1	1.8	2.2	2.8	6.3
<b>tear strength</b>	ASTM D 624-C	kN/m	12	16	17	14	20	26	20	22	25	33	38	48	61
<b>compression set (22h / 70 °C)</b>	ASTM D 395-B	%	38	24	30	34	31	-	-	42	36	44	55	48	-



## Cree® PLCC4 3 in 1 RGB SMD LED CLMVC-FKC



### PRODUCT DESCRIPTION

The CLMVC-FKC full-color RGB LED offers a high-intensity light output and a wide viewing angle. The compact 2mm x 2mm package allows for a very high resolution screen and is designed to work in a wide array of environmental conditions. Cree PLCC full-color RGB LEDs are suited for indoor video screen, decorative lighting and amusement applications.

### FEATURES

- Size (mm): 2.0x 2.0
- Dominant Wavelength:  
Red (619 - 624nm)  
Green (520 - 540nm)  
Blue (460 - 470nm)
- Luminous Intensity (mcd)  
Red (280 - 560)@ 15mA  
Green (450 - 900)@ 10mA  
Blue (101 - 202)@ 10mA
- Lead-Free
- RoHS Compliant
- Matte Surface

### APPLICATIONS

- Full-Color Video Screen
- Decorative lighting
- Amusement

### ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS ( $T_A = 25^\circ\text{C}$ )

Items	Symbol	Absolute Maximum Rating			Unit
		R	G	B	
Forward Current <sup>Note 1</sup>	$I_F$	25	13	13	mA
Peak Forward Current <sup>Note 2</sup>	$I_{FP}$	70	50	50	mA
Reverse Voltage	$V_R$	5	5	5	V
Power Dissipation	$P_D$	65	50	50	mW
Operation Temperature	$T_{opr}$	-40 ~ +85			$^\circ\text{C}$
Storage Temperature	$T_{stg}$	-40 ~ +100			$^\circ\text{C}$
Junction Temperature	$T_J$	110	110	110	$^\circ\text{C}$
Junction/ambient 1 chip on	$R_{THJA}$	350	490	430	$^\circ\text{C/W}$
Junction/solder point 1 chip on	$R_{THJS}$	240	480	380	$^\circ\text{C/W}$

**Note:** 1.Single-color light.  
2.Pulse width  $\leq 0.1$  msec, duty  $\leq 1/10$ .

### TYPICAL ELECTRICAL & OPTICAL CHARACTERISTICS ( $T_A = 25^\circ\text{C}$ )

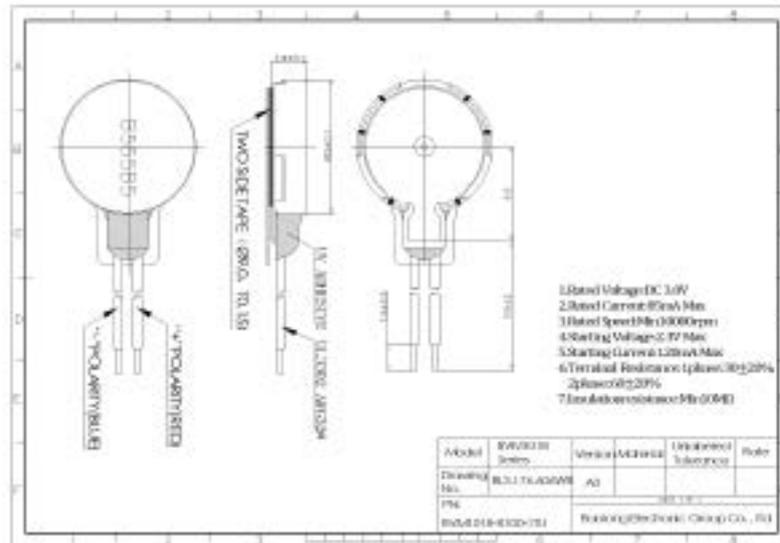
Characteristics	Condition	Symbol	Values			Unit
			R	G	B	
Dominant Wavelength	$I_F = 15\text{mA(R)}$ $I_F = 10\text{mA(G)}$ $I_F = 10\text{mA(B)}$	$\lambda_{DOM}$	619~624	520~540	460~470	nm
Spectral bandwidth at 50% $I_{REL}$ max	$I_F = 15\text{mA(R)}$ $I_F = 10\text{mA(G)}$ $I_F = 10\text{mA(B)}$	$\Delta\lambda$	24	38	28	nm
Forward Voltage	$I_F = 15\text{mA(R)}$ $I_F = 10\text{mA(G)}$ $I_F = 10\text{mA(B)}$	$V_{F(avg)}$	2.1	3.1	3.1	V
		$V_{F(max)}$	2.6	3.8	3.8	V
Luminous Intensity	$I_F = 15\text{mA(R)}$ $I_F = 10\text{mA(G)}$ $I_F = 10\text{mA(B)}$	$I_{V(min)}$	280	450	101	mcd
		$I_{V(avg)}$	420	650	145	mcd
Luminous Intensity(Reference)	$I_F = 5/5/5\text{mA}$	$I_{V(avg)}$	135	403	85	mcd
Reverse Current (max)	$V_R = 5\text{V}$	$I_R$	10	10	10	$\mu\text{A}$

**Note:** Continuous reverse voltage can cause LED damage.

**VIBE MOTOR BAOLONG BVM1018-X100-1TU**



PN	Diameter (mm)	Thickness (mm)	Rated Voltage (V)	Working Voltage Range (V)	Starting Current (mA)	Rated Current (mA)	Rated Speed (RPM)	Vibe Force (Gms)
BVM1018-X100-1TU	10±0.1	1.8±0.1	DC3.0	DC 2.5-3.5	55Max	60	10000Rpm	0.4



## SWITCH RAFI MICON 5 SMT STANDARD VERSION

Data Sheet  
MICON 5 Short-travel Keyswitches  
1.14.002.xxx/xxxx

**RAFI**



SMT standard version



SMT low version



THT standard version

Terminals	Plunger / height [mm]	Operating force $F_1$ [N] (+/- 20%)	Switching travel $S_2$ [mm] (+/- 0.15 mm)	Operating life [operations] (test force)	Product (type) marking	Order no.
SMT	Standard 3.85	3.0	0.7	1,000,000 (4 N)	X	1.14.002.101/0000
SMT	Standard 3.85	3.6	0.8	250,000 (6 N)	Z	1.14.002.001/0000
SMT	Standard 3.85	5.5	0.9	1,000,000 (8 N)	W	1.14.002.111/0000
SMT	Standard 3.85	8.0	1.1	250,000 (12 N)	Y	1.14.002.011/0000
SMT	Standard 3.85	3.5	0.85	250,000 (6 N)	K	1.14.002.301/0000 <sup>1</sup>
SMT	Standard 3.85	1.5	0.5	1,000,000 (4 N)	J	1.14.002.201/0000 <sup>2</sup>
SMT	Low 3.45	3.0	0.6	1,000,000 (4 N)	S	1.14.002.103/0000
SMT	Low 3.45	3.6	0.7	250,000 (6N)	T	1.14.002.003/0000
SMT	Low 3.45	5.5	0.7	1,000,000 (8 N)	L	1.14.002.113/0000
THT	Standard 3.85	3.0	0.7	1,000,000 (4 N)	O	1.14.002.106/0000
THT	Standard 3.85	3.6	0.8	250,000 (6 N)	Q	1.14.002.006/0000
THT	Standard 3.85	5.5	0.9	1,000,000 (8 N)	N	1.14.002.116/0000
THT	Standard 3.85	8.0	1.1	250,000 (12 N)	P	1.14.002.016/0000

<sup>1</sup> Low noise

<sup>2</sup> Only for use in a redundant system with another SMT keyswitch of standard height

### Mounting dimensions

Length	6.4 mm
Width	5.1 mm
Height	See order number table

### Mechanical design

Fixing	Soldering
Terminals	SMT L-type terminals, inward, tin-plated (lead-free) or THT
Contact system	Snap-action contact (snap disc)
Contact arrangement	1 normally-open contact
Contact material	Gold (Au)

### Mechanical characteristics

Operating force $F_1$	See order number table
Switching travel $S_2$	See order number table

Force/travel diagram



## SOC SNAPDRAGON 1200 WEARABLE

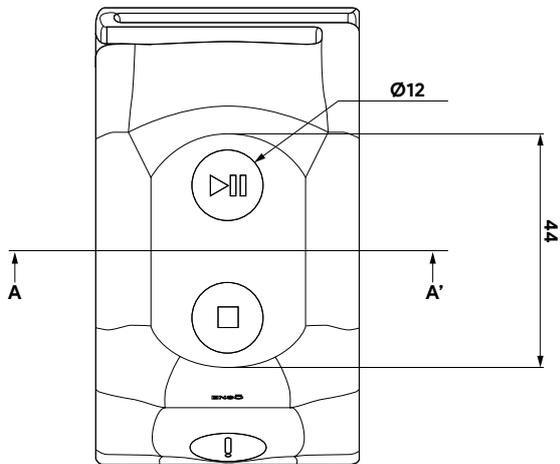
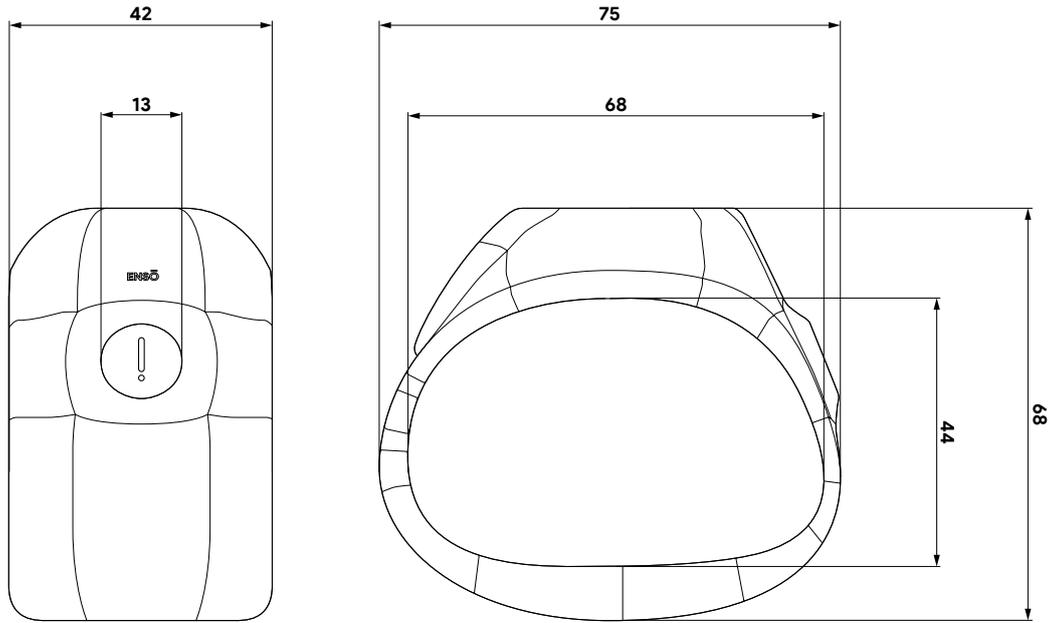


# Snapdragon 1200 Wearable Platform

## Specifications

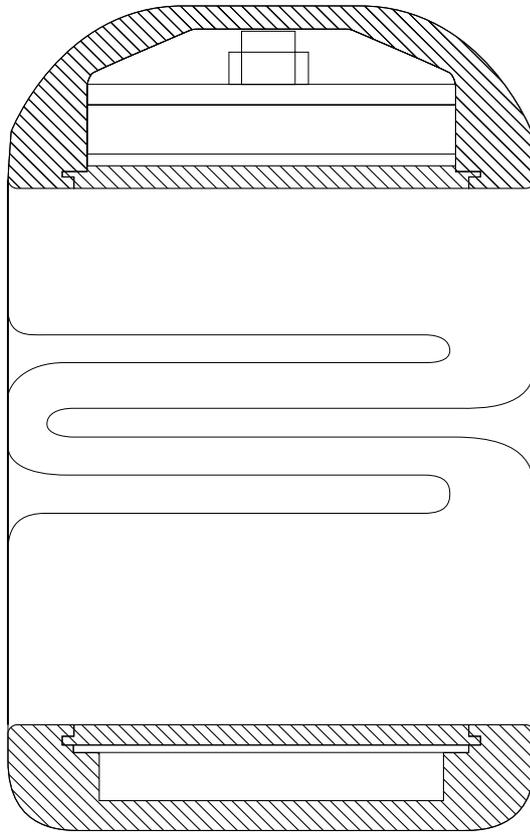
<b>CPU</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• CPU Clock Speed: up to 1.7 GHz</li><li>• CPU Cores: ARM Cortex-A7</li></ul>
<b>Process</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Process Technology: 28 nm (F)</li></ul>
<b>Cellular Modem</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Modem Name: MDN0200</li><li>• Next-generation Coding Schemes: WCD</li></ul>
<b>LTE Category</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Downlink (LTE Category): LTE Cat M1</li><li>• Uplink LTE Category: LTE Cat M2 (LTE-Cat M1)</li></ul>
<b>LTE Speed</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• LTE Peak Download Speed: 300 Kbps / 30 Kbps</li><li>• LTE Peak Upload Speed: 100 Kbps / 30 Kbps</li></ul>
<b>Cellular Technology</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Cellular Technology: G-GPRS</li><li>• LTE Subtechnologies: LTE (TDD), LTE (FDD)</li></ul>
<b>Wi-Fi</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Wi-Fi Standards: 802.11n, 802.11a/b/g</li></ul>
<b>Bluetooth</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Bluetooth Version: Bluetooth 4.1</li><li>• Bluetooth Technology: Bluetooth Low Energy</li></ul>
<b>Location</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Location Systems Supported: GPS, GLONASS, GALILEO</li><li>• Location System: Qualcomm® TruPosition™</li></ul>
<b>RF</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Bands: 2.4 GHz (F)</li></ul>
<b>Power Management</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Features: Power Save Mode, Extended Standby Mode, Screen M0M0</li></ul>
<b>Security Support</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Security Features: Qualcomm® TrustZone™, Secure Execution Environment, Crypt Engine, Secure Boot</li></ul>
<b>Software Options</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Operating System: Android, Linux</li></ul>

### 13. RAPPRESENTAZIONI DIMENSIONALI



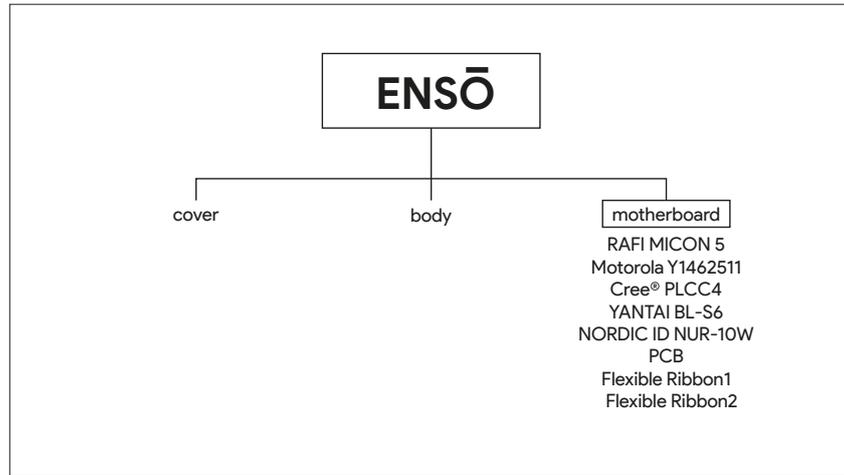
La rappresentazione non è in scala.

**AA'**



## 14. MODELLAZIONE 3D

### ALBERO DELLE COMPONENTI



## **BODY**

Il dispositivo è composto da un corpo principale che, grazie alle prestazioni del materiale riesce ad integrare una pulsantiera con i tre tasti delle funzioni principali e il profilo che permette l'incastro della cover delle componenti elettroniche. Il profilo assottigliato curva sul lato del cinturino per garantire una determinata flessibilità che consenta l'indossamento.

Il logo è ricavato sulla parte rivolta all'utilizzatore e ne permette l'uso corretto (indossato al contrario il LED non sarebbe visibile).



### **COVER**

La cover segue un profilo a “C”, questo permette di semplificarne la forma, senza interruzioni. La variazione di spessore consente il corretto posizionamento della componentistica interna.

L'uso di un unico materiale e di un numero ridotto di componenti ha un grande vantaggio nella produzione in serie che risulta essere semplificata.



### **MOTHERBOARD**

La componentistica interna è strutturata su di una scheda PCB rigida (in verde) e da una parte PCB flessibile. Questa tecnologia permette all'intero circuito di essere flessibile per potersi adattare alla forma del polso, in continuità con la scocca in TPE.



## 15. REALIZZAZIONE E ANALISI DEL PROTOTIPO





## TEST DEI TAG RFID SELEZIONATI

### TEST PROVINO\_0001

Per la verifica del corretto funzionamento dei tag all'interno del sistema interattivo progettato sono stati effettuati dei test iniziali su una striscia in composito con fibra di carbonio costituito da uno strato di prepreg CIT CC802 ER432 35% T700 24K 120CM. La fibra preimpregnata è stata disposta su un piano metallico che funge da supporto nel ciclo di cura. Successivamente sono stati posizionati i tre tag selezionati direttamente sullo strato di prepreg dove la resina che lo impregna trattiene sufficientemente i tag per la loro disposizione. Infine i tag sono stati ricoperti con fibra di vetro.

Il tutto è stato confezionato in sacco a vuoto per la successiva cura in autoclave. Per il test è stato effettuato un ciclo di cura specifico per la prima pelle, ovvero il primo strato di prepreg, costituito dalle condizioni ambientali più difficili.

Il ciclo ha una durata di circa 3 ore con temperature fino a 136.6 °C e pressione fino a 5.047 bar. Successivamente il sacco ha subito raffreddamento a temperatura ambiente per poi procedere con l'estrazione del provino.

Prima di procedere con la preparazione del prova le memorie EPC e USER dei tre tag da testare sono stati letti ed in particolare la memoria user è stata riscritta con dei nuovi dati. Le operazioni di scrittura e lettura sono avvenute attraverso un comune lettore/scrittore di tessere RFID UHF Fongwah WRD-130U (che, certamente non ha le potenzialità di uno strumento industriale ma che assicura il funzionamento dei tag a brevissima distanza (da 0 a 3 mm misurati prima della cura in autoclave). Questo dispositivo si rivela, però, molto versatile essendo disponibile una SDK per lo sviluppo della parte software del sistema interattivo e grazie alla possibilità di poter leggere e scrivere tag RFID appartenenti a tutte le bande UHF riconosciute globalmente, da 840 MHz a 928MHz.

Il primo test è stato superato dai tre tag in esame con successo.

I dispositivi non hanno né subito alcuna deformazione del guscio esterno né deterioramento superficiale nel colore e nel logo impresso.

La lettura delle memorie EPC e USER avviene senza particolari problemi

## **FONGWAH**

**WRD-130U**

### **SPECIFICHE**

**DIMENSIONI (mm):** 120x85x23

**FREQUENZA(MHz):** UHF 840 – 928 (US, TW, CN, CN2, EU, JP, KR, VN, EU2, IN),  
Protocolli EPC C1G2 ISO 18000-6C

**CONNETTIVITÀ:** USB (Emulatore tastiera)

**TEMPERATURA OPERATIVA(°C):** da 0 a +50

**RAGGIO DI LETTURA (mm):** da 10 a 150

**POTENZA TRASMITTENTE (dBm):** da -2 a +18



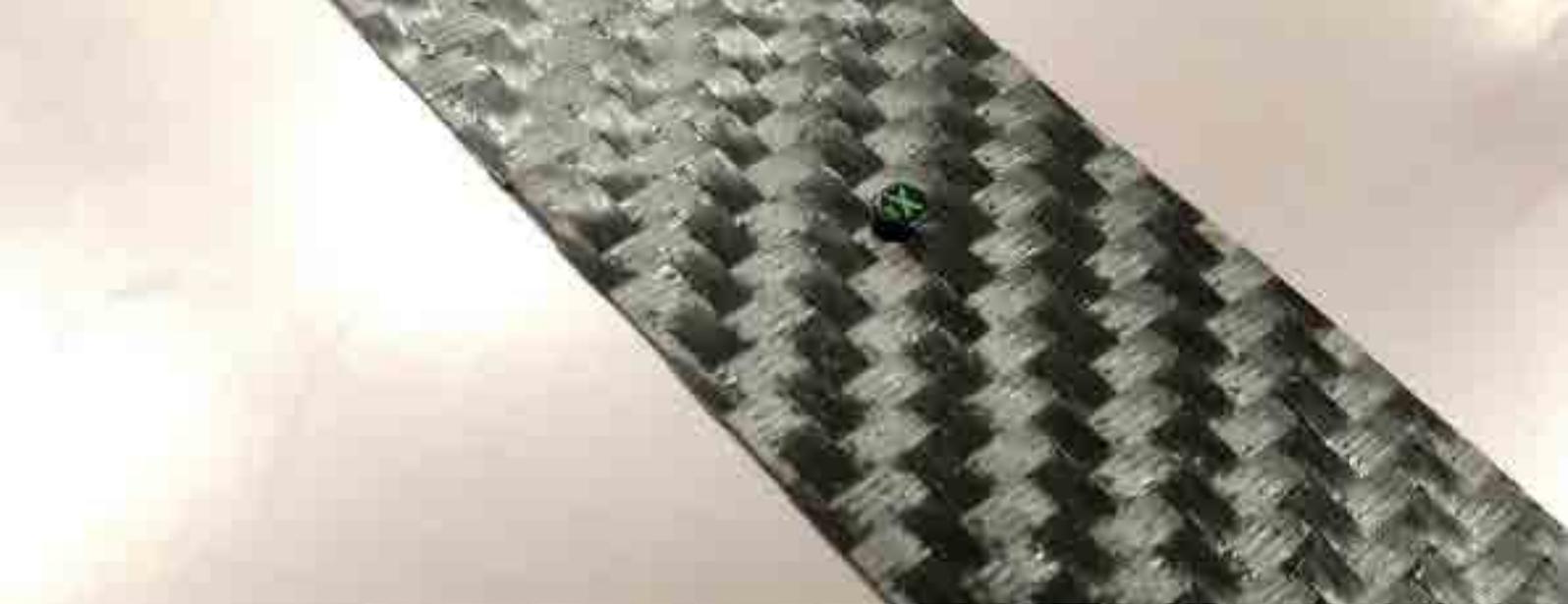




WRD-130U  
19011065

57-DC1-D01  
2010



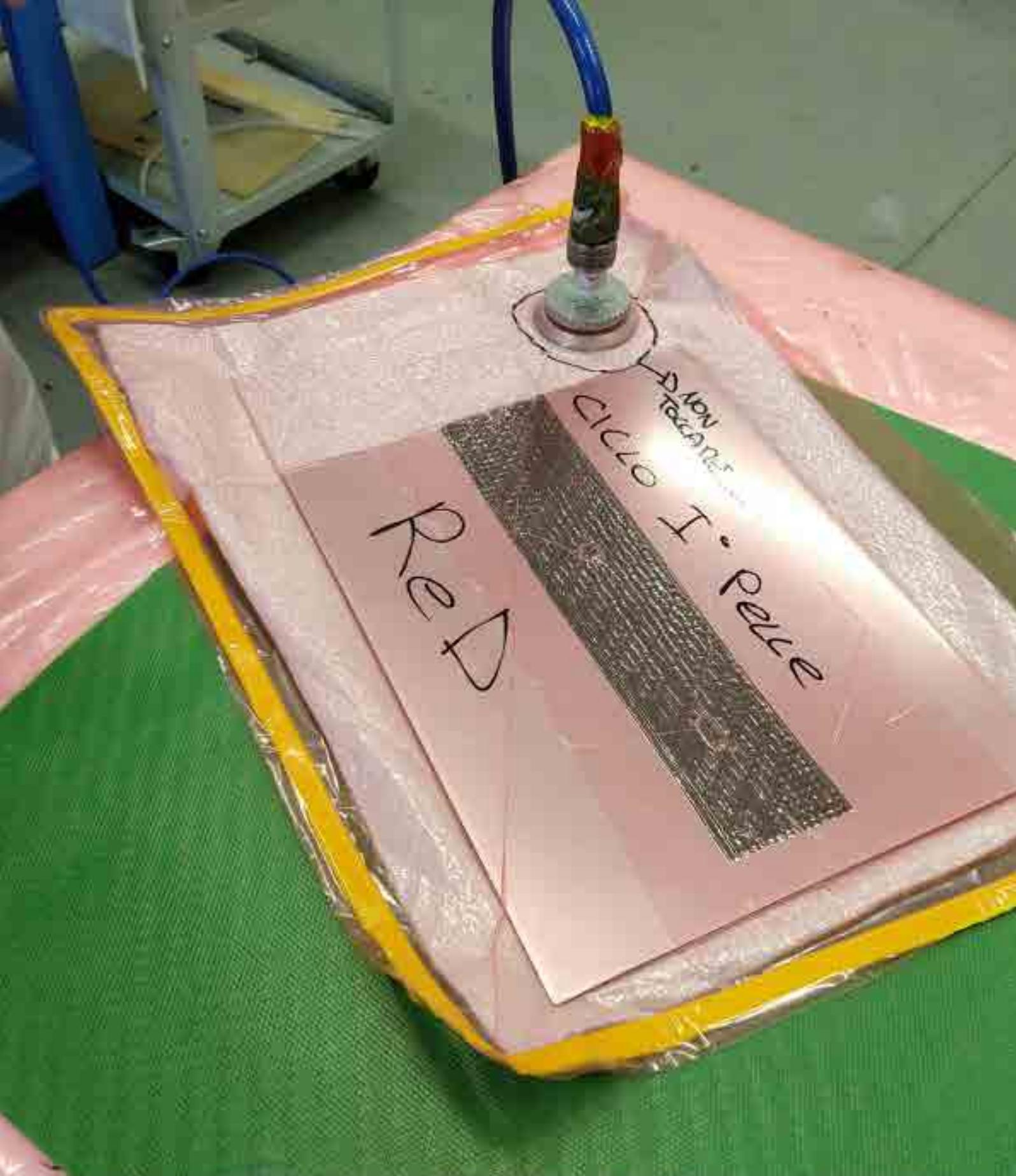




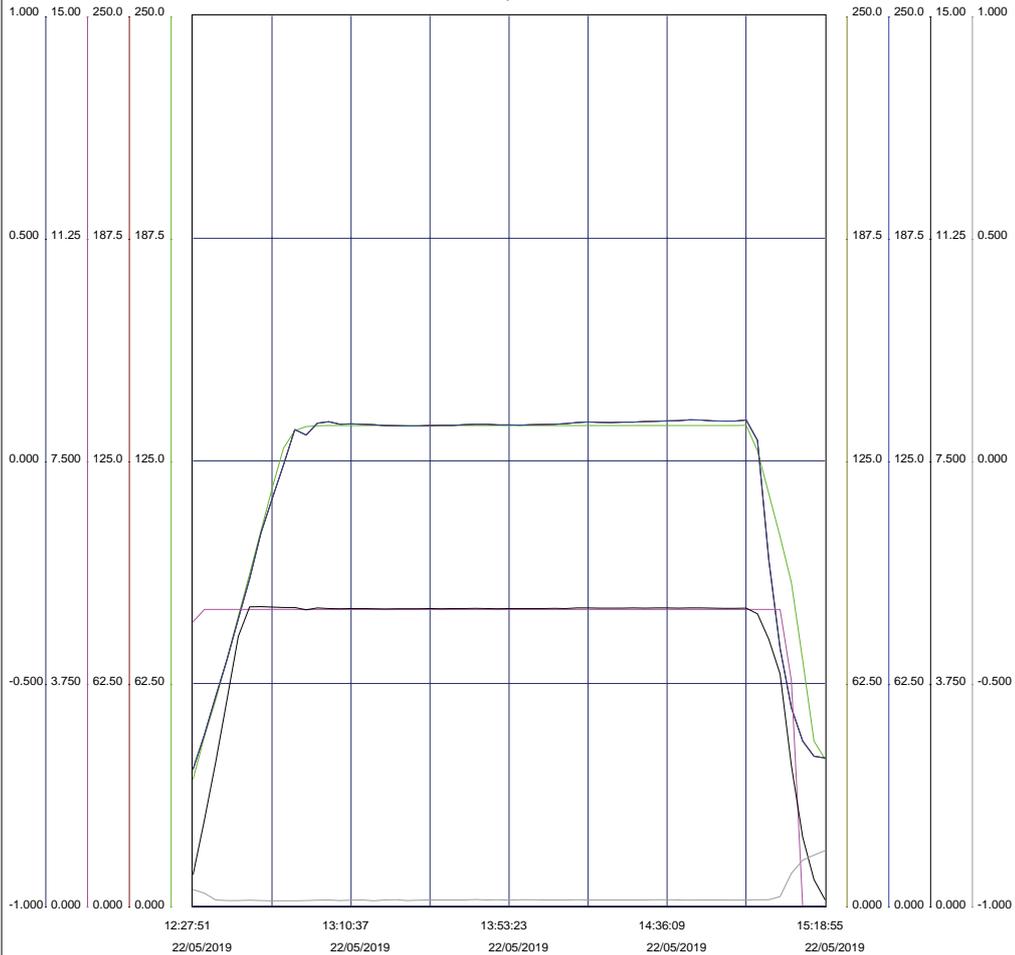


Red

NON  
TASCARE  
CICLO I. pelle



Numero ciclo :8782



Legenda	Nome grafico	Commento	Min.	Max.	Avg.	Min scala	Max.Scale	Eng. Units
—	SP_TEMP	Setpoint di temperatura	35.72	135.0	120.4	0.000	250.0	°C
—	TEMP_AVERAGE_AIR	Temperatura media dell'aria	38.53	136.6	118.8	0.000	250.0	°C
—	TEMP_HTC	Temperatura HTC	38.54	136.6	118.8	0.000	250.0	°C
—	TEMP_LOTC	Temperatura LOTC	38.54	136.6	118.8	0.000	250.0	°C
—	SP_PRESS	Setpoint di pressione	0.000	5.000	4.712	0.000	15.00	bar
—	PRESS_AUTOCLAVE	Pressione Autoclave	0.108	5.047	4.487	0.000	15.00	bar
—	SP_VACUUM	Setpoint del vuoto	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	1.000	bar
—	PRESS_VAC_TANK	Pressione serbatoio del vuoto	-0.988	-0.875	-0.979	-1.000	1.000	bar

## DATASHEET PREPREG FIBRA DI CARBONIO

<b>PROPERTIES</b>		
<b><i>Dry Fabric:</i></b>	<b><i>Unit</i></b>	<b><i>Typical Values</i></b>
Weaving Style	-	TWILL 2/2 / BATAVIA 2/2
Fiber Type	-	T700 24k
Fiber Density	g/cm <sup>3</sup>	1.8
Warp	threads/cm	2.5
Weft	threads/cm	2.5
Areal Weight	g/m <sup>2</sup>	800 ( 4%)
<b><i>Uncured Prepreg:</i></b>	<b><i>Unit</i></b>	<b><i>Typical Values</i></b>
Tack	-	Medium-high
Flow	%	13 ( 5%)
Out life @ 23°C	days	30
Storage life @ -18°C	months	12
Nominal Area weight	g/m <sup>2</sup>	1231
Nominal Resin content	Wt %	35 ( 3)
Volatile content	Wt %	< 1
Nominal Width	mm	1200
Cured Ply Thickness *	mm	0.81
<b><i>Cured Prepreg Properties:</i></b>	<b><i>Unit</i></b>	<b><i>Typical Values</i></b>
Tensile Modulus 0°	GPa	57.5
Tensile Strength 0°	MPa	1020
Compressive Modulus 0°	GPa	48.9
Compressive Strength 0°	MPa	526
In-Plane Shear Modulus	GPa	3.80
In-Plane Shear Strength	MPa	67.0
Inter-laminar Shear Strength 0°	MPa	58.0

(\*) The tests were carried out @ 23°C and 60% R.H. on specimens cured in std conditions (dwell @125° for 60 minutes in autoclave. External pressure applied: 6 bar).

## DATASHEET FIBRA DI VETRO

<b>CHARACTERISTICS</b>		<b>Nominal</b>	<b>Tolerance</b>	<b>Normative</b>
Mass per unit area	g/m <sup>2</sup>	<b>50</b>	± 5%	ISO 4605
Weave		<b>Plain</b>		
Standard Width	mm	1270	± 2,5%	ISO 2113
Laminate thickness	mm	<b>0,05</b>		
Finish		Type GI 6224/1		
Other information		Pluricompatible		

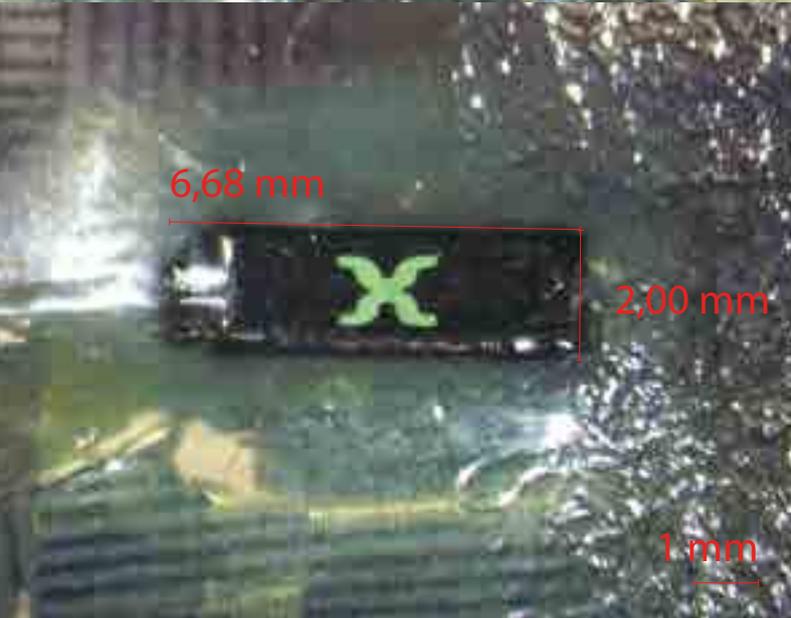
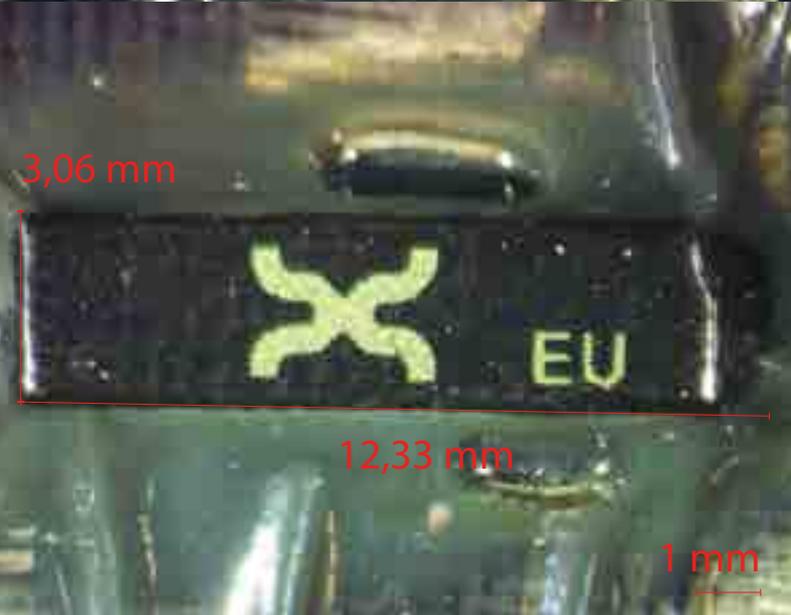
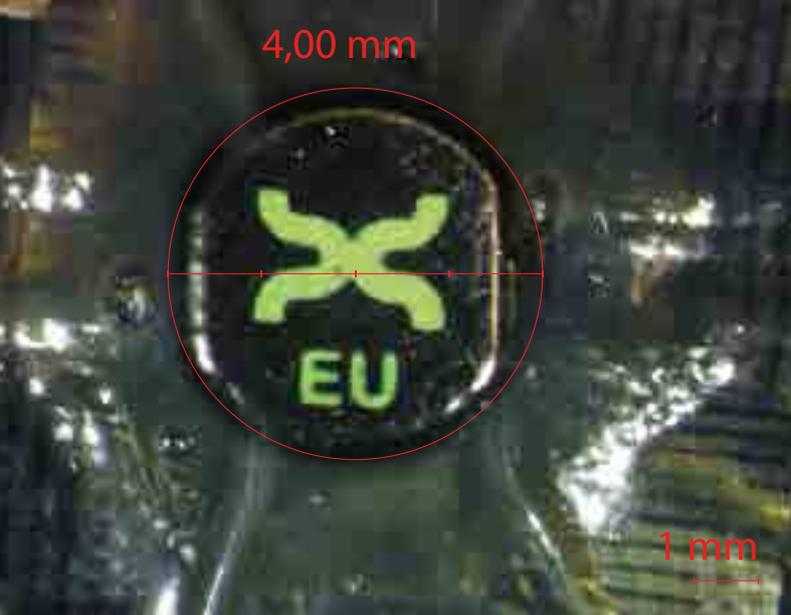
  

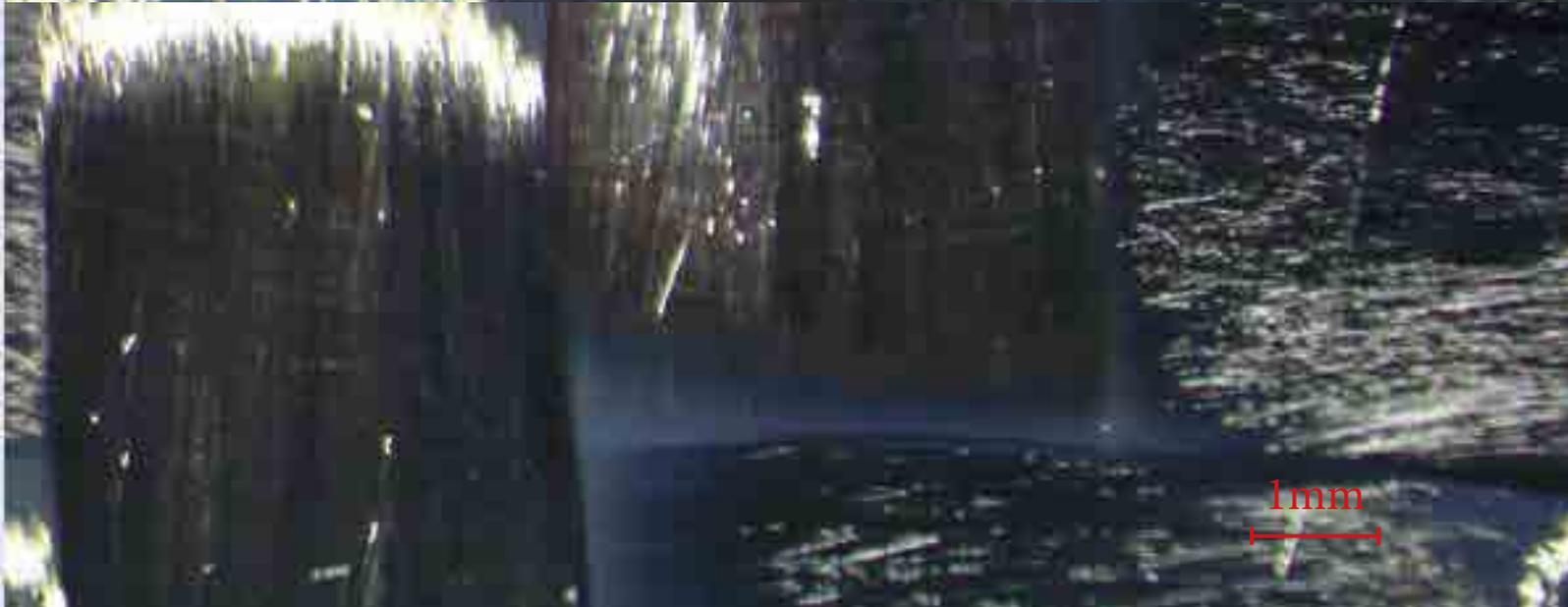
<b>Nominal Construction</b>		<b>WARP</b>	<b>WEFT</b>
Fibre description		E Glass EC 5 11 tex	E Glass EC 5 11 tex
Thread Count	ends/cm	<b>23,5</b> ISO 4602	<b>18,5</b> ISO 4602
Weight distribution	g/m <sup>2</sup>	glass fibre <b>26</b>	glass fibre <b>22</b>
	%	54%	46%
Tensile Strenght	N/cm	>60    ISO 4606	>40    ISO 4606

(\*\*) Theoretical thickness for an epoxy laminate with 40% of reinforcement in volume.

Note : Technical information furnished is based on laboratory findings and believed to be correct. No warranties of any kind are made except that the materials supplied are of standard quality. All risk and liabilities arising from handling, storage and use of products, as well as compliance with applicable legal restrictions, rests with the user.







a brevissima distanza (così come prima del test) e la riscrittura della memoria USER è avvenuta con successo. Tuttavia è da registrare la non corrispondenza dei dati salvati sulla memoria EPC fra quelli letti prima del test e ciò che è leggibile successivamente. Nonostante diversi tentativi di lettura i nuovi dati rilevati dal lettore non cambiano, escludendo, potenzialmente, eventuali errori di lettura software dovuti, ad esempio, ad errori negli algoritmi anticollisione. Ciò potrebbe essere dovuto anche alle scarse prestazioni del dispositivo di lettura, e questo sarebbe opportuno verificarlo con ulteriori tentativi di lettura o con dispositivi più efficienti.

Non accettabile è il risultato estetico. Le pieghe del sacco a vuoto hanno causato la presenza di esuberi di materiale resinoso induriti in seguito alla cura in autoclave. Da notare, allo stesso tempo, che la parziale presenza del materiale assorbitore sul tag Xerafy Dash-XXS ha sì definito la superficie irruvidendola ma contestualmente ha evitato la presenza di pieghe del sacco. Sarebbe opportuno, quindi, in presenza di tag in rilievo, di ricoprire questi ultimi con materiale assorbitore.

Negli ingrandimenti al microscopio è possibile notare delle porosità lungo il perimetro dei tag. Queste sono attribuibili a due fattori: l'assenza del materiale assorbitore che potrebbe, durante la cura, agevolare la distribuzione della fibra di vetro e della resina, la scarsa quantità di fibra di vetro tale da ricoprire adeguatamente i tag.

Nella superficie opposta a quella dove sono applicati i tag è possibile notare le marcature che gli stessi tag, sottoposti a pressione, hanno provocato sulla fibra di carbonio allargandone la trama. Molto marcata quella provocata dal tag Xerafy Dot-XXS che si estende per 1-2 millimetri oltre il perimetro di contatto con la fibra, accettabile quella del tag Xerafy Dash-XS, quasi impercibile quella del tag Xerafy Dash-XXS. Ciò sembra dovuto in minor parte al posizionamento all'interno di un unico fascio di fibre, ma è la forma del tag a determinare il difetto, oltre alle sue dimensioni. La forma predominante verso una dimensione (non quadrata o circolare) sembra favorire la distribuzione della pressione nella direzione dei fasci di fibra, limitando il difetto di marcatura. In definitiva, gli inestetismi provocati dal tag Xerafy Dot-XXS lo rendono inapplicabile su materiali costituiti in fibra tessuta con armatura tela; sarebbe opportuno verificare il risultato in caso di armatura saia o raso. Per l'applicazione su spessori sottili è preferibile l'uso del tag Xerafy Dash-XXS. Il tag Xerafy Dash-XS non sembra particolarmente adeguato per l'applicazione su superfici con spessori sottili, verrà verificata la sua funzionalità incorporandolo parzialmente (su 5 lati) e interamente in parti con spessore rilevante come possono essere quelle in composito con sandwich.

In prosecuzione con le conclusioni tratte dal test provino\_0001, si è proceduto

con dei test su parti già in produzione. Si tratta di un tappo carburante (test tappo\_0001) caratterizzato da una spessore sottile e di una deriva di un alettone (test deriva\_0001) costituita da una struttura sandwich.

#### TEST TAPPO\_0001

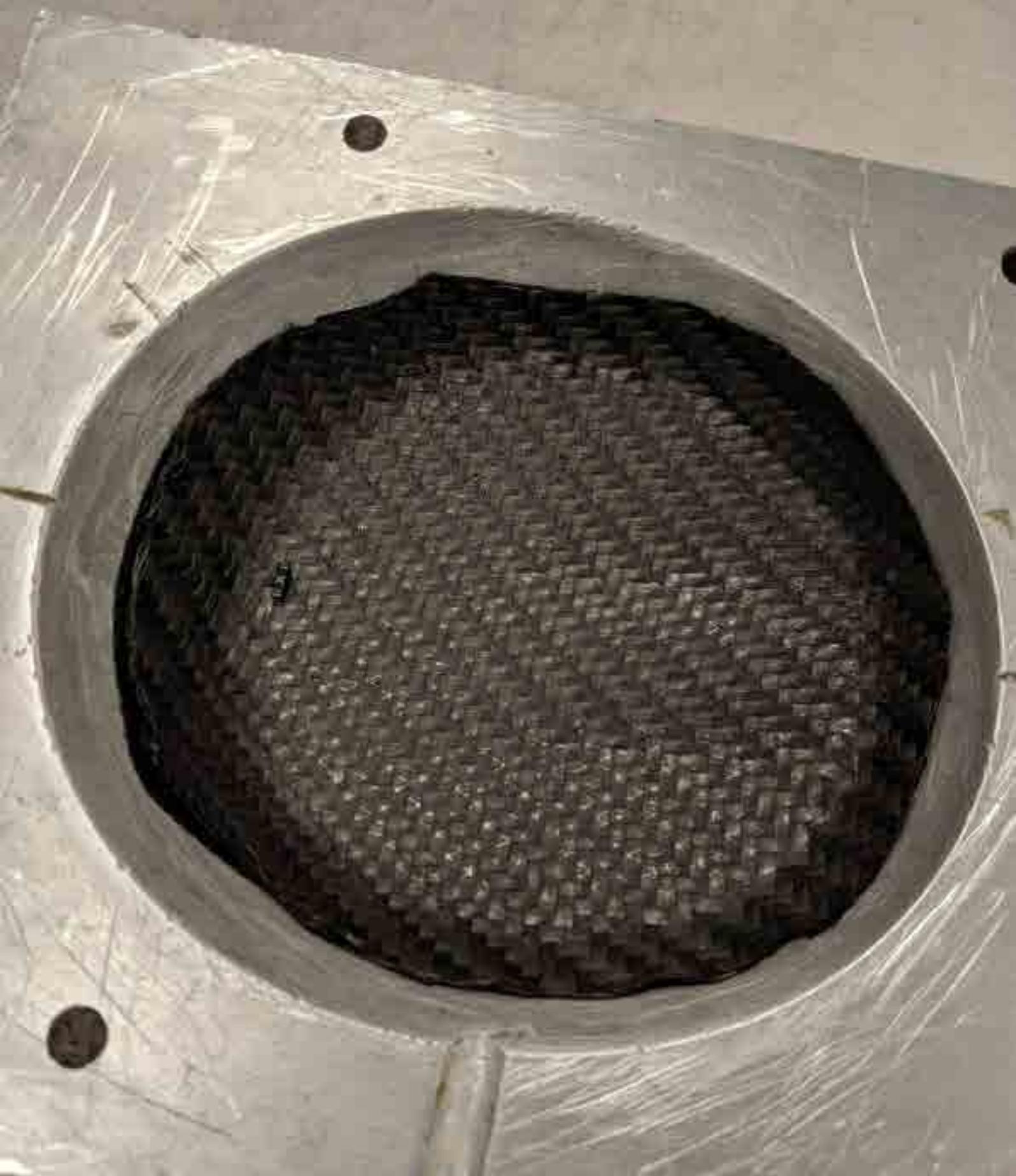
Dato il primo test come superato con successo da parte del tag Xerafy Dot-XXS per applicazioni su superfici sottili, si è scelto di procedere con l'integrazione del tag su di un pezzo prodotto in serie.

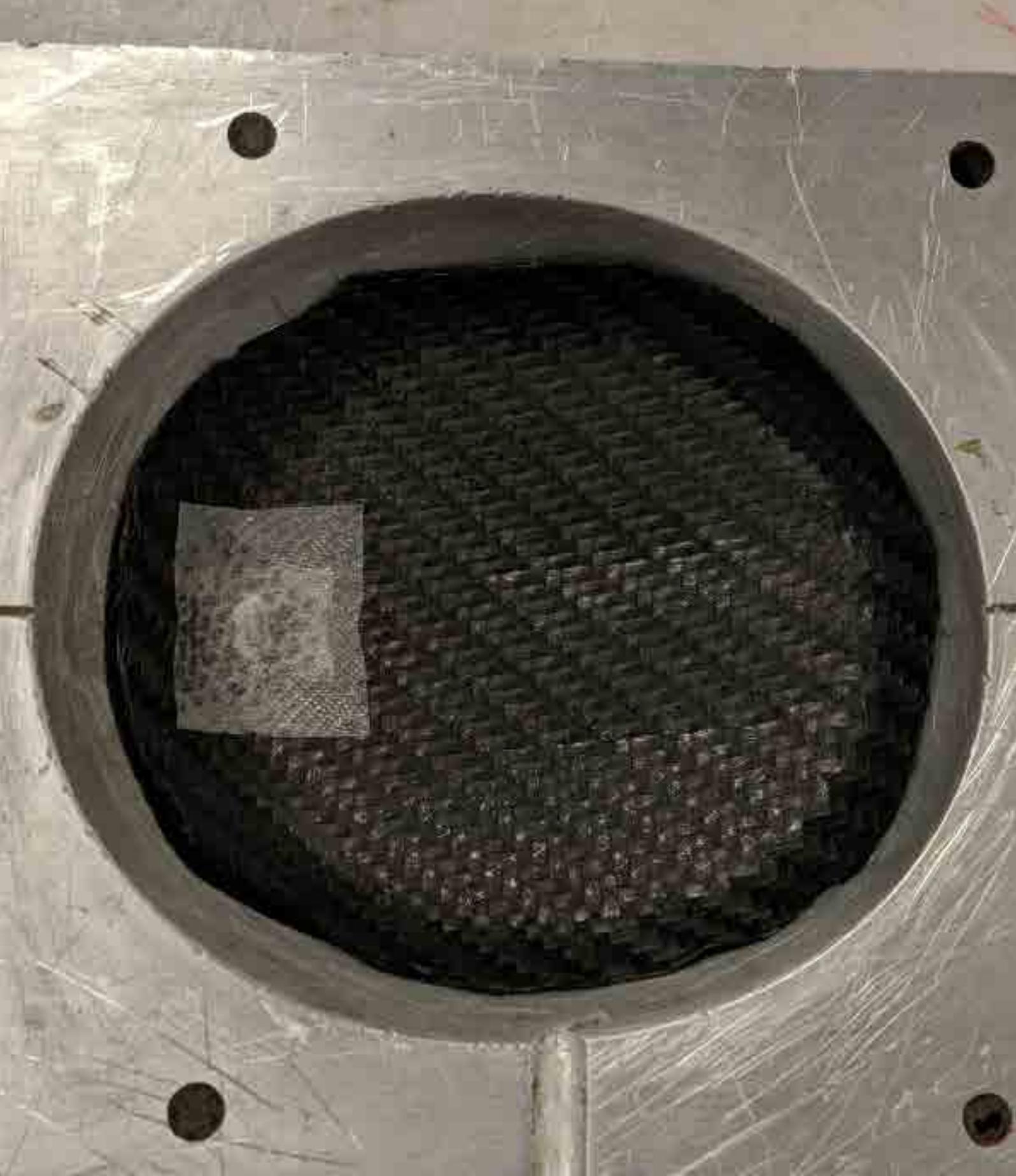
Visti i risultati del primo test si è deciso di disporre due strati di fibra di vetro sovrapposti sul tag e di ricoprire l'intera superficie interna del tappo con materiale assorbitore (già previsto nel normale modus operandi) al fine di ridurre le porosità e le bolle d'aria attorno al tag stesso.

L'introduzione del tag RFID nella fase di laminazione non ha prodotto particolari disagi da parte degli operatori di produzione che, una volta apprese le modalità di applicazione, hanno completato con successo la lavorazione e la successiva preparazione del sacco e cura in autoclave.

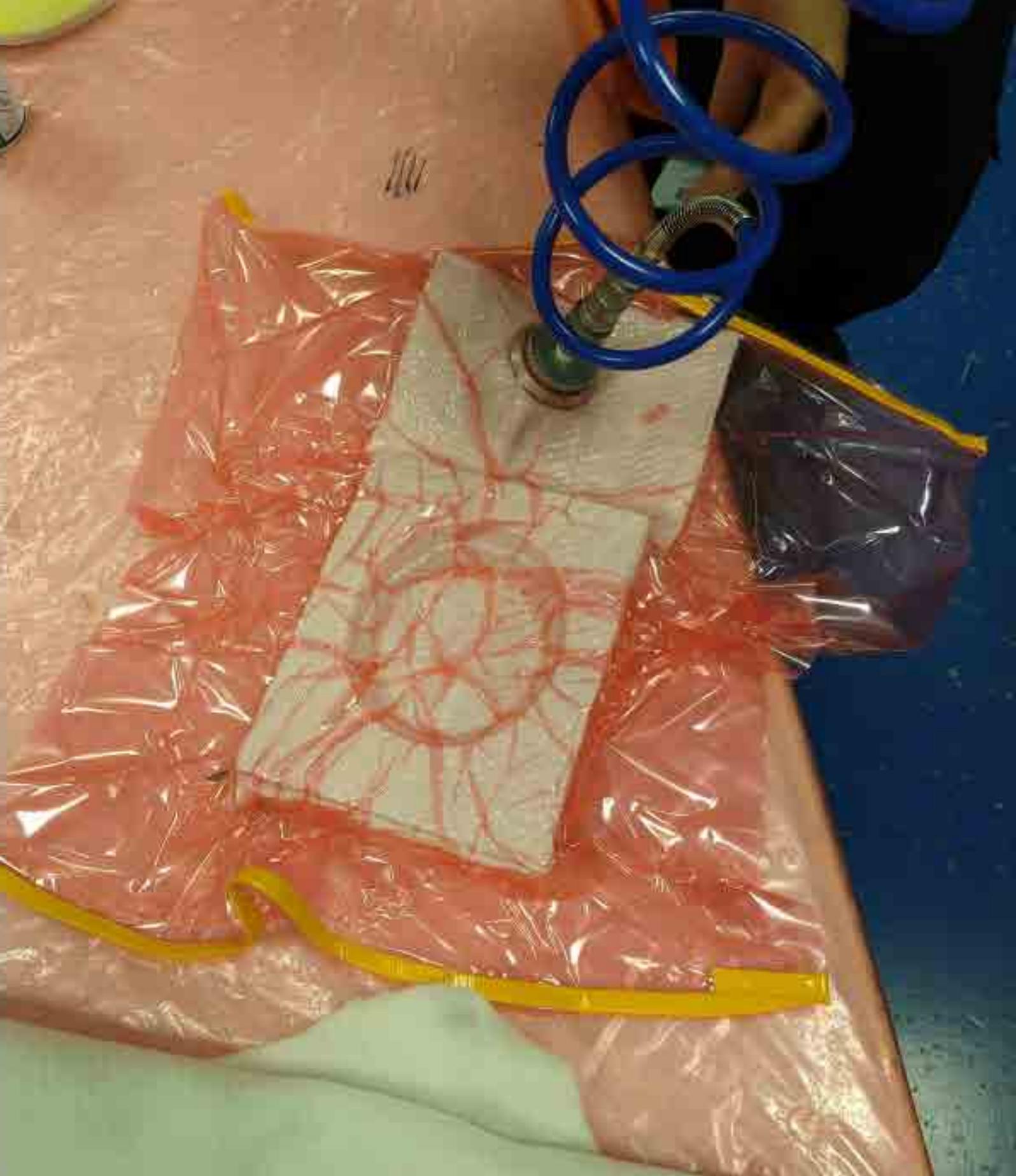
Di seguito alcune immagini che sintetizzano il processo produttivo del test e le successive rilevazioni.

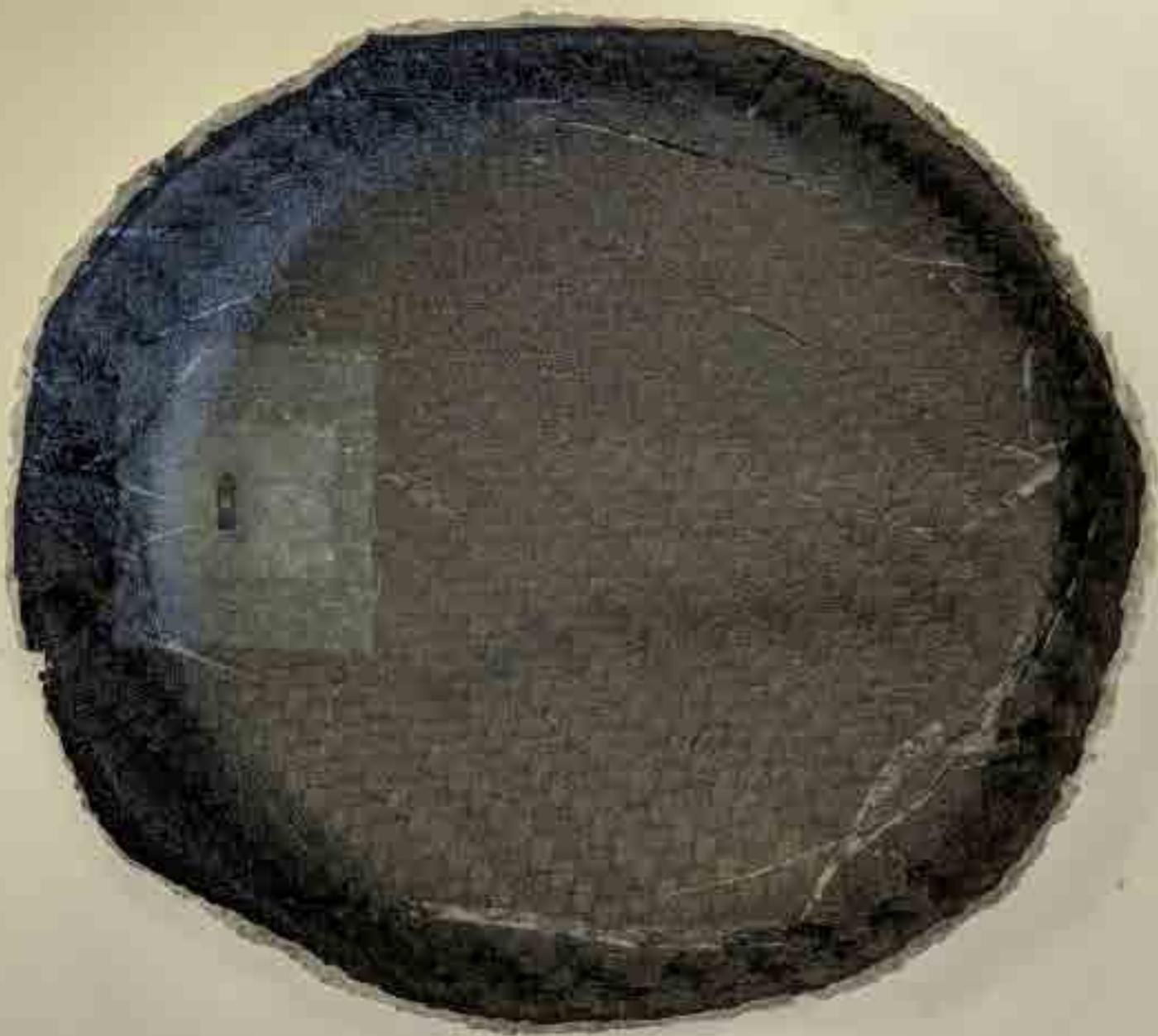
Anche questo test è stato superato con successo dal tag Xerafy Dash-XXS. Non vi è alcuna deformazione o deterioramento dell'armatura in ceramica del tag, il processo di lettura delle memorie EPC e USER avviene senza particolari problemi nelle distanze relative alla loro lettura prima dell'applicazione sul com-





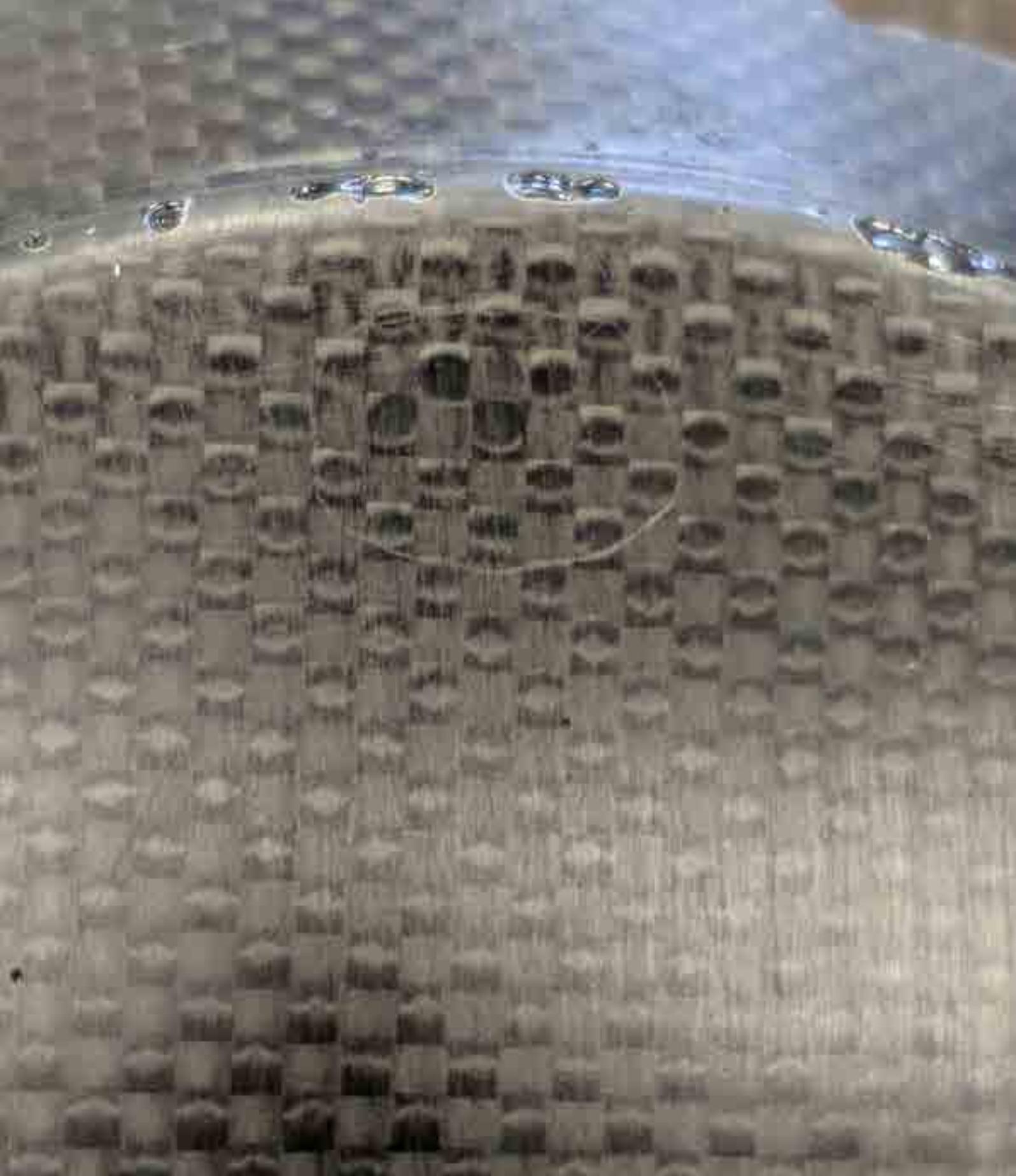
DOM.











posito. L'utilizzo dell'assorbitore e il doppio strato di fibra di vetro ha assicurato una copertura omogenea del tag che resterà ben protetto nel tempo.

Molto lieve la marcatura della fibra sul lato opposto. Trattandosi di fasci con meno fibre di carbonio questi tendono ad assorbire la pressione del tag in modo omogeneo. Non si leggono porosità dovute al posizionamento del tag.

Restano, però, alcune pieghe di materiale resinoso anche se queste sono quasi impercettibili al tatto e non costituiscono un fattore di scarto nella fase di controllo qualità.

#### TEST DERIVA\_0001, DERIVA\_0002

Dato il successo del posizionamento del tag sulla superficie esterna della parte in composito si è proceduto testandone il funzionamento in un pezzo con struttura sandwich. La lavorazione della parte selezionata per il test avviene in pressa il che comporta una differenza delle condizioni ambientali rispetto al test precedente. La lavorazione in pressa può raggiungere temperature più elevate e le pressioni nel pezzo in lavorazione variano a seconda di numerosi fattori, come forma dello stampo, presenza di core più o meno elastico, punto di applicazione del tag.

In questo test il tag è stato incassato con il lato trasmettente verso l'esterno. Verrà applicato il tag Xerafy Dash-XS in quanto il risultato estetico su superfici sottili è stato sufficientemente accettabile. Va, dunque, verificato l'incorporamento e l'incassatura su un pezzo di spessore rilevante.

La verniciatura esterna del tag ha risentito dell'elevata pressione e temperatura venendo quasi completamente rimossa. Non sembra, però, il tag abbia subito deformazioni rilevanti. Il taglio del prepreg non costituisce un risultato estetico accettabile. Il taglio attraverso cutter digitale rispetto al taglio eseguito con un comune taglierino, potrebbe risolvere il problema.

Tuttavia non si registrano danni estetici sulla parte opposta della deriva, dove la trama non ha subito marcature da parte del tag. Le uniche marcature della fibra visibili sono dovute ai materiali che costituiscono il core del sandwich, e sono qualitativamente accettate.

La distanza di lettura del tag sembra essersi limitata al contatto diretto con il lettore. Ciò è dovuto alla fibra di carbonio che circonda il tag su cinque lati limitando la ricezione delle onde elettromagnetiche del lettore. Tuttavia le memorie del tag (EPC e User) non hanno subito danni e sono correttamente leggibili.

#### CONCLUSIONI SUI PRIMI TEST

I test iniziali sono da considerarsi superati con successo. Date le considerazioni iniziali sulla portata del lettore RFID, sull'influenza delle fibre di carbonio sulla propagazione delle onde elettromagnetiche i risultati rispettano le aspetta-





Ester

Ester









ester



OMRON



100140

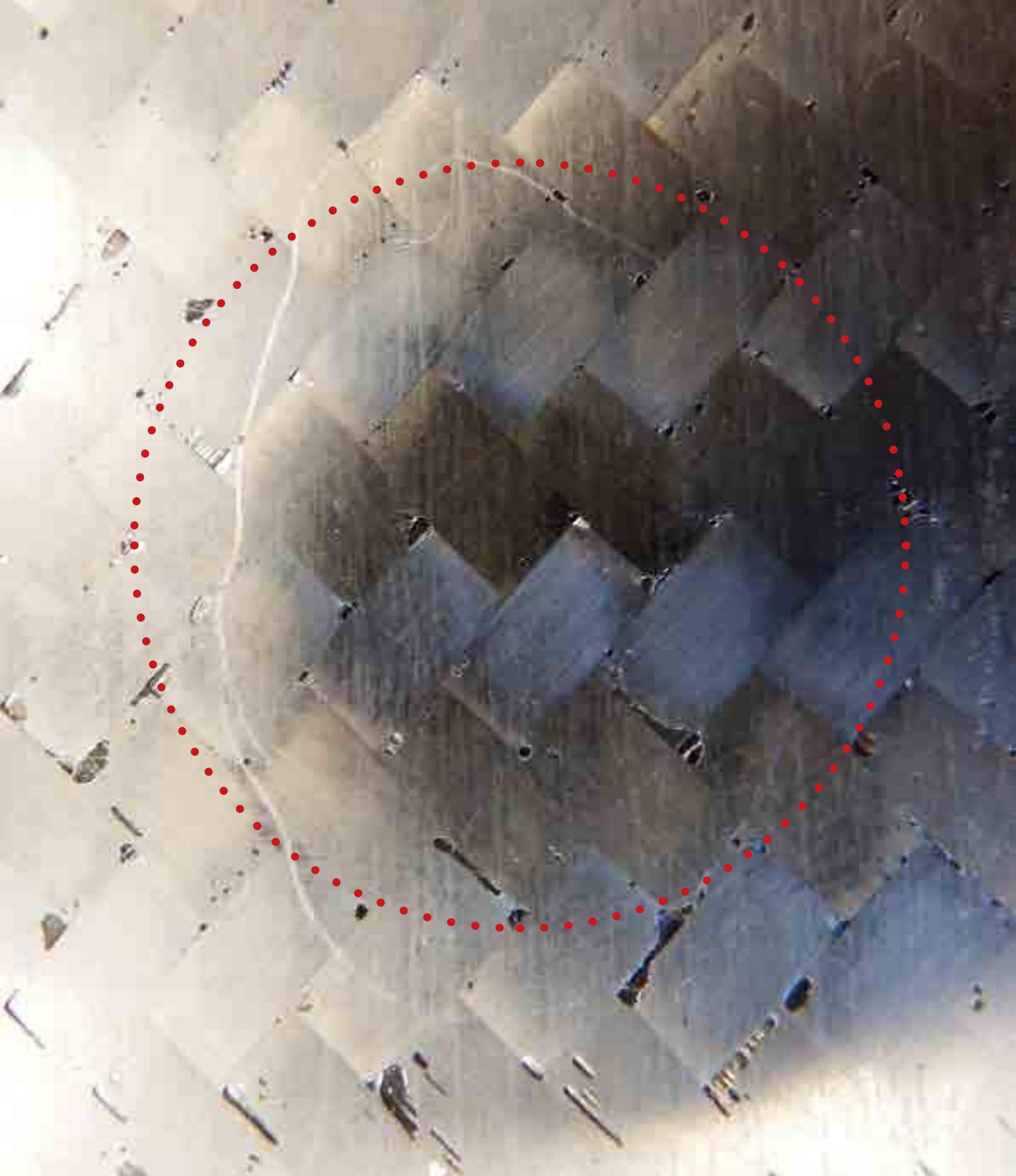
PRESSA N. 17



OMRON









tive. Va considerata la possibilità di testare l'effettivo raggio di lettura attraverso dispositivi industriali di potenza più elevata (mobili e fissi), oltre allo sviluppo di tecniche che rendano schermabile l'effetto che le fibre di carbonio hanno sulla propagazione delle onde elettromagnetiche emesse dall'antenna del lettore.

#### RILEVAZIONI CON LETTORE ZEBRA MC339R-GF4HG4EU

Visto che i primi test sono stati superati con successo si è proceduto testando la lettura dei tag con un dispositivo più performante. È stato selezionato il lettore Zebra MC339R-GF4HG4EU che, utilizzando un'antenna a polarizzazione lineare particolarmente prestante, costituisce uno dei migliori dispositivi in grado di leggere i tag in esame a maggiore distanza.

Sono stati effettuati ulteriori test analoghi a quelli visti in precedenza ed i loro risultati sono riassunti nella seguente tabella.

Test ID	Date	Test Type ID	Cure (°C/bar/h)	Model	Frequency(1)	EPC (hexa, 8 word, 32 char, 32 byte) (2)	Reading Range
deriva0001	31/05/2019	P44N.20.F01	n.d.	Dash-On XS	EU	n.d.	unreadable
deriva0002	04/06/2019	P44N.20.F01 (?)	n.d.	Dash-On XS	EU	170A3400E2009A8010002AF000000099	10 (Zebra MC3390)
tag0001	04/06/2019	3xCiclo Prima Pelle	135/6/2.851	Roswell	EU	32B53400E2009A8010024AF0000000271	2 (WRD-130U)
tag0001	04/06/2019	continuous_Ciclo Prima Pelle	135/6/2.852	Roswell	EU	32B53400E2009A8010024AF0000000271	2 (WRD-130U)
tag0002	04/06/2019	Pre_install_read	170/-/-	MicroX II	EU	D37F3000E2009A8050026AF0000000773	10 (WRD-130U)
tag0002	24/06/2019	continuous_1_USA	170/-/-	MicroX II	EU	D37F3000E2009A8050026AF0000000773	10 (WRD-130U)
tag0002	26/06/2019	continuous_1_USA	170/-/-	MicroX II	EU	D37F3000E2009A8050026AF0000000773	12500-+300 (Zebra MC3390)
tappo0001	31/05/2019	n.d.	n.d.	Dash-On XXS	EU	3FF63400E2009A8080058AF0000000017	50 (Zebra MC3390)
test0001(1)	22/05/2019	Ciclo Prima Pelle	135/6/2.851	Dash-On XS	EU	5E0E3400E2009A7020023AF0000017593	3 (WRD-130U), 40 (Zebra MC3390)
test0001(2)	22/05/2019	Ciclo Prima Pelle	135/6/2.851	Dot-On XS	EU	51773400E2009A8010001AF0000000375	0 (WRD-130U), 320 (Zebra MC3390)
test0001(3)	22/05/2019	Ciclo Prima Pelle	135/6/2.851	Dash-On XXS	EU	92823400E2009A8080070AF0000000375	3 (WRD-130U), 20 (Zebra MC3390)
test0002(1)	20/06/2019	Ciclo Prima Pelle	135/6/2.851	Dash-On XXS (not painted)	EU	0CFE3000E2009A9030033AF0000000076	160 (Zebra MC3390)
test0002(2)	20/06/2019	Ciclo Prima Pelle	135/6/2.851	Dash-On XXS (not painted)	EU	DB633000E2009A9030033AF0000000048	160 (Zebra MC3390)
test0002(3)	20/06/2019	Ciclo Prima Pelle	135/6/2.851	Dash-On XXS (not painted)	EU	A3653000E2009A9030033AF0000000082	170 (Zebra MC3390)
test0002(4)	20/06/2019	Ciclo Prima Pelle	135/6/2.851	Dash-On XXS (not painted)	EU	B3443000E2009A9030033AF0000000083	170 (Zebra MC3390)
test0003(1)	26/06/2019	Ciclo Prima Pelle	135/6/2.851	TAGAPPS10IC2	ISO 15693	D88C137E000104E0	0
test0003(2)	26/06/2019	Ciclo Prima Pelle	135/6/2.851	TAGAPPS12IC2	ISO 15693	D652E65A000104E0	0
test0004	26/06/2019	Reading on GGVV	n.d.	Fongwah Tag UHF 1	US (902-928)	24833400E2000017840900540690D204	not readable

**ZEBRA**  
**MC339R-GF4HG4EU**

**SPECIFICHE**

**DIMENSIONI (mm):** 164x96x271

**FREQUENZA(MHz):** UHF 865 – 928, Protocolli EPC Class 1 Gen2; EPC Gen2 V2;  
ISO-18000-63

**CONNETTIVITÀ:** 802.11 a/b/g/n/ac/d/h/i/k/r/w, Bluetooth v4.1 (BLE), USB

**TEMPERATURA OPERATIVA(°C):** da -20°C a +50

**RAGGIO DI LETTURA (mm):** fino a 18200

**POTENZA TRASMITTENTE (dBm):** da 0 a +30



## 17. ANALISI DELLE TECNOLOGIE DI PRODUZIONE

### COSTAMPAGGIO E SOVRASTAMPAGGIO

Il sovrastampaggio è uno stampaggio a iniezione standard di substrati che utilizza uno stampo in alluminio al cui interno non sono presenti canali di riscaldamento o raffreddamento. Poiché il ciclo ha una durata leggermente più lunga, questo procedimento consente di monitorare la pressione di riempimento, gli aspetti estetici e la qualità di base dei pezzi.

Una volta completata tutta la serie dei substrati, lo stampo viene assemblato nella pressa. I substrati vengono posizionati manualmente all'interno dello stampo, nel quale verrà eseguito il sovrastampaggio di ciascun pezzo con l'impiego di materiale termoplastico o gomma siliconica liquida.

Il costampaggio è un processo simile che prevede però l'impiego di una parte preformata (spesso metallica), la quale viene caricata all'interno di uno stampo e sottoposta a sovrastampaggio con materiale plastico per consentire la creazione del componente finale. Una volta completato il ciclo, i pezzi vengono imballati e spediti immediatamente. L'accoppiamento chimico tra materiali sovrastampati è possibile, ma in questo caso sarà necessario valutarne attentamente la compatibilità al fine di ottenere l'intensità di legame desiderata. In ogni caso è raccomandabile l'includere un legame meccanico adeguato se il legame è estremamente importante. I sottosquadri costituiscono un buon esempio di legame meccanico. Tuttavia questa tecnologia di produzione è impiegata per l'integrazione del logo nel corpo, oggetto che ha un peso irrilevante rispetto alla struttura portante. Di seguito le tipologie di legame consigliate per il sovrastampaggio fra materiali diversi.

MATERIALE DEL SUBSTRATO						
MATERIALE SOVRASTAMPATO	ABS POLYLAC PA-717C	ABS/PC BAYBLEND T65 XF	PC-MAKROLON 245B	PBT-CELANEX 2002-2	PP-MOPLER RP348R	NYLON 66-ZYTEL 70G30HSLR
TPU - Pearthane 11785	C	C	C	C	M	M
TPV - Sarlink 3170	M	M	M	M	C	M
TPE - Thermolac 112 TCS ML2	M	M	M	M	C	M
LSR - Elastoll 3003/30 A/B	-	-	M	M	-	M
TPC - Hytel 4066FG	C	C	C	C	M	M

## ANGOLO DI SPOGLIA

FACCE VERTICALI	0,5°
MAGGIOR PARTE DELLE SITUAZIONI	2°
MINIMO PER CHIUSURA	3°
MINIMO PER GOFFRATURA LEGGERA (PM-T1)	2°
MINIMO PER GOFFRATURA LEGGERA (PM-T2)	5°+

## SOTTOSQUADRI

Dimensioni massime del nucleo laterale

MM

LARGHEZZA	ALTEZZA	COMPLETE
±213,84mm	±60,38mm	±73,66mm

## 19. RENDER









## 18. CONCLUSIONI

Quella dell'RFID è una tecnologia ancora relativamente giovane. Infatti ci sono tutti i presupposti per far sì che questa faccia enormi progressi nel prossimo futuro. Tuttavia già ad oggi l'RFID è maturo per lo sviluppo di dispositivi wearable.

Restano ancora un prodotto per piccole nicchie. Infatti, sebbene nel continente asiatico siano molto diffusi, questi faticano ad essere adottati nel vecchio continente. Questo risultato è dovuto alla scarsa diffusione dell'IIoT, ai più un termine sconosciuto.

L'adozione di dispositivi come quello progettato ha vantaggi chiari nel campo della logistica e del picking. La loro applicazione nell'ambito produttivo genera vantaggi non subito percepibili, soprattutto in termine di ritorno sull'investimento. In ogni caso, questi portano vantaggi in tutti gli aspetti del WIP ma questi difficilmente sono quantificabili economicamente e sono influenzati da tanti fattori come il miglioramento dell'ergonomia dell'operatore e risparmi indiretti in termini di tempo.

Il successo dei test condotti sui tag UHF sulla fibra di carbonio costituisce un risultato rilevante vista la parziale incompatibilità nota fino qualche anno fa fra questi due elementi. Ciò dimostra che quando la ricerca tecnologica si occupa di casi reali è possibile superare numerosi vincoli tecnici di applicazione.

In definitiva, solo la diffusione della cultura di pratiche disegnate attorno all'uomo può diffondere un uso consapevole e sano della tecnologia.



# GLI EVENTI



## Hannover Messe

20 - 24 Apr 2020 Hannover

È la più importante fiera europea del mondo dell'industria per quanto riguarda automazione, tecniche informatiche, tecnologie dell'energia e dell'ambiente, forniture per l'industria, tecnologie di produzione e prestazioni di servizi, ricerca e sviluppo. Dal suo esordio costituisce il principale evento per la promozione del digital factoring.

[hannovermesse.de](http://hannovermesse.de)



## IoT Tech Expo World Series

13 - 14 Nov 2019 Silicon Valley

La più grande serie di eventi IoT al mondo riunisce i protagonisti dell'innovazione per due giorni di contenuti e conferenze. Si esploreranno le ultime innovazioni dell'Internet of Things e l'impatto che ha su settori come Manufacturing, Transport, Supply Chain, Insurance, Logistics, Government, Energy e Automotive.

[iotechexpo.com](http://iotechexpo.com)



## LogiMAT

10 - 12 Mar 2020 Stoccarda

È la fiera internazionale per le soluzioni intralogistiche e la gestione dei processi e si articola con diversi appuntamenti in tutto il mondo.

[logimat-messe.de](http://logimat-messe.de)



## MECSPE

28 - 30 Nov 2019 Bari  
26 - 28 Mar 2020 Parma

È il principale evento italiano per le tecnologie digitali per il manifatturiero. Tra le iniziative principali Fabbrica Digitale oltre l'automazione®, le Piazze dell'Eccellenza dove verranno presentati i prodotti finali, la tecnologia utilizzata o l'innovazione di settore specifici, i Quartieri Tematici, le Isole di Lavorazione Meccanica e di Trasformazione Materie Plastiche.

[mecspe.com](http://mecspe.com)



## SPS IPC Drives

28 - 30 Mag 2019 Parma  
28 - 30 Nov 2019 Norimberga

È L'appuntamento annuale per confrontarsi sui temi più sfidanti dell'industria di domani, riconosciuto come punto di riferimento per il comparto manifatturiero italiano.

[spsitalia.it](http://spsitalia.it)  
[realtime.spsitalia.it](http://realtime.spsitalia.it)



## CEATEC Japan

15 - 18 Ottobre 2019 Makuhari

È la mostra più completa del Giappone in tema Cyber-Physical Systems and Internet-of-Things.

Fondata sul tema "Connecting Society, Co-creating the Future," la CEATEC è un tessuto connettivo di tecnologia e idee per lo sviluppo della nuova Società 5.0.

[ceatec.com/en](http://ceatec.com/en)

# I PROTAGONISTI



**Robert Alexander  
Watson-Watt**

Iniziò la sua carriera nel campo della fisica delle onde elettromagnetiche con un lavoro presso il Met Office, iniziando a cercare un metodo per identificare accuratamente e tracciare i temporali usando i segnali radio emessi dai fulmini. Ciò condusse negli anni venti allo sviluppo di un sistema noto come huff-duff e i suoi studi furono fondamentali per lo sviluppo della futura tecnologia RFID.



**Mario Cardullo**

È noto come l'inventore del moderno RFID, l'ideatore dei satelliti per comunicazioni mobili ed è stato scelto come uno dei 100 leader tecnologici in Virginia. Cardullo è stato anche il primo ufficiale di pianificazione della Communications Satellite Corporation (COMSAT) e ha servito nel programma Apollo come Senior System Engineer di propulsione. Attualmente è il presidente della CIG Ltd., Senior Life Member dell'IEEE, presidente e fondatore di nR LLC, una società dedicata allo sviluppo dei suoi brevetti RFID / computer e altre tecnologie.



**Charlie Walton**

È noto per essere stato il primo a brevettare un dispositivo con l'acronimo inglese RFID (Radio-Frequency IDentification) nel 1983. Deposita nel 1973 i primi brevetti di un dispositivo passivo, antesignano dei moderni RFID, consistente in una serie di circuiti oscillanti LC, che avvicinato ad un lettore permetteva di aprire una porta.



**David Brock**

Fondatore e direttore del MIT Data Center Project, è considerato l'ideatore del concetto di Internet of Things e dell'Auto-ID, le tecnologie di identificazione utilizzate nell'industria per ridurre gli errori, automatizzare ed aumentare l'efficienza.



**Sanjay Sarma**

Co-fondatore del Auto-ID Center al MIT, Sarma sviluppò molte delle tecnologie chiave della suite EPC e degli standard RFID globali.



**Mariano Corso**

Docente del Politecnico di Milano e Responsabile Scientifico degli Osservatori Smart Working e Cloud Transformation. Riveste il ruolo di Scientific Director Advisory per il gruppo Digital360, il più grande Network in Italia di testate online dedicate a tutti i temi dell'Innovazione Digitale.

## 21. ULTERIORI DOCUMENTI UTILI

### BIBLIOGRAFIA

- *La quarta rivoluzione industriale*, di Klaus Schwab, FrancoAngeli srl, 2016. Titolo originale: *The Fourth Industrial Revolution*.
- *Radio Frequency Identification (RFID): Technology and Application in Garment Manufacturing and Supply Chain*, di Rajkishore Nayak, CRC Press, 2019.
- *Industria 4.0. Uomini e macchine nella fabbrica digitale*, di Annalisa Magone, Tatiana Mazali, goWare & Guerini e Associati SpA, 2016.

### SITOGRAFIA

- *RFID Journal*, [rfidjournal.com](http://rfidjournal.com), portale di raccolta di progetti e ricerche sulle tecnologie RFID, ultima consultazione 14 Gennaio 2018.

### VIDEOGRAFIA

- *Transforming ideas into inventions | Mario Cardullo | TEDxFoggyBottom*, di TEDx Talks, [youtu.be/dQpFMqbmJN4](https://youtu.be/dQpFMqbmJN4), ultima consultazione 18 Maggio 2019.
- *Rivivi il Webinar - Remote Monitoring Intelligente: come aggiungere intelligenza alla connettività*, di Inno3, [youtu.be/AjGxrajwkqU](https://youtu.be/AjGxrajwkqU), ultima consultazione 18 Maggio 2019.
- *How the Internet of Things Began*, di Julia Brock, [youtu.be/VFzbp9Op6c](https://youtu.be/VFzbp9Op6c), ultima consultazione 18 Maggio 2019.





## RINGRAZIAMENTI

Vorrei rendere un doveroso tributo a tutti coloro che hanno messo a disposizione il loro tempo a sostegno di questa ricerca. Grazie ai proff. Luca Bradini e Francesco De Angelis per il supporto alla ricerca, grazie a Carmelo Cera, Alessia Nardinocchi che mi hanno guidato in tutta la fase di testing del concept assieme a tutto il reparto Ricerca e Sviluppo della HP Composites, sostenendomi anche quando la pratica non va come ci si aspettava in teoria. Grazie ai miei genitori che mi hanno sempre sostenuto. Grazie a chi *“era presente quando ho iniziato questo percorso ed è giusto che io lo finisca al suo fianco”*. Una dedica a Domenico, l’auspicio che il raggiungimento di questa mia tappa sia una delle tante superate nella vita per cui congratularci a vicenda. Infine, un grazie a chiunque mi ha sostenuto e continuerà a credere in me.





