

Il progetto PELM: una piattaforma SmartBench

O. Borgia*, M. Guerrieri*

* SAIPEX S.r.l.

Sommario

Le attrezzature in pressione rappresentano un'importante fonte di rischio all'interno di un sito industriale. La gestione del rischio di tali apparecchiature, che hanno una significativa incidenza sulla *Business Continuity* aziendale, richiede una visione ed un approccio che guardi l'intero ciclo di vita dell'asset. D'altra parte i continui sviluppi normativi e le rinnovate esigenze di competitività delle aziende hanno creato un quadro legislativo particolarmente composito che accentua i requisiti di competenze specifiche e valorizzazione delle informazioni.

In questo contesto si vanno ad aggiungere gli importanti sviluppi in termini di digitalizzazione dei processi ed innovazione tecnologica, che negli ultimi anni con progetti quali *Internet of Things* (IoT) ed *Industry 4.0*, stanno trovando una diffusione ed applicazione sempre maggiore.

La stessa INAIL in collaborazione con alcune università italiane sta promuovendo e sviluppando un progetto europeo denominato *Smart Bench*, una piattaforma innovativa basata su tecnologia web, mobile e IoT per migliorare la sicurezza nei luoghi di lavoro.

La piattaforma **PELM** (Pressure Life Cycle Management) rappresenta una prima iniziativa in tal senso, che ha trovato reale applicazione nel contesto della gestione del rischio delle attrezzature in pressione.

Tale piattaforma presenta, oltre ai contenuti base dei comuni sistemi informativi (anagrafica, gestione documentale, scadenziario, ecc), importanti innovazioni in termini di geolocalizzazione ed identificazione delle attrezzature, implementazione di specifici strumenti di analisi dei rischi, ma soprattutto una reale integrazione con i *mobile device* più comuni.

Questo articolo si propone di illustrare, con un caso di studio reale, come l'adozione di piattaforme innovative, possa semplificare e facilitare tali attività, liberando risorse umane ed economiche a beneficio della competitività aziendale.

1. Le attrezzature in pressione come asset industriale strategico

Nella maggior parte dell'industria italiana, che può essere definita per lo più manifatturiera, l'attrezzatura e gli impianti in pressione sono spesso considerati alla stregua di un semplice macchinario o se non addirittura molto meno. Questo tipo di sensibilità è dovuta principalmente al fatto che tali attrezzature non trattano molto spesso il "prodotto" vero e proprio realizzato nell'industria ma sono a servizio delle macchine stesse che lo realizzano o dell'intero stabilimento produttivo. Proprio questa visione semplicemente "funzionale" ha relegato le attrezzature in pressione nel mondo delle attrezzature di servizio che spesso risultano essere quelle oggetto di minor attenzione.

Fanno eccezione a questo tipo di visione le industrie di tipo petrolchimico dove tali oggetti, rappresentano uno strumento di lavoro vero e proprio, che guarda caso tratta direttamente la materia prima per trasformarla nel prodotto finale.

Esistono invece numerosi settori industriali dove le attrezzature in pressione sono utilizzate in maniera intensiva e diffusa e pertanto rappresentano un vero e proprio asset industriale strategico e per tale andrebbero considerate e di conseguenza trattate. Ci riferiamo specificatamente alle industrie di tipo farmaceutico o alimentare oppure alle cartiere ma anche all'ambito sanitario, del packaging ed in alcuni casi anche nel settore metalmeccanico. Sul territorio nazionale esistono aziende nei settori appena citati al cui interno sono presenti centinaia di attrezzature in pressione per un grande valore economico, spesso trascurato, ma soprattutto con una incidenza sulla cosiddetta *Business Continuity* determinante.

Proprio in queste aziende ci si ricorda di queste "attrezzature di lavoro" solo in occasioni particolari come guasti, malfunzionamenti o verifiche di legge, destinandole quindi ad una gestione inefficace ma soprattutto inefficiente e classificandole come semplice centro di costo o poco più.

Cambiare visione di tali beni riconoscendo lo *status* di asset industriali strategici migliorerebbe tanti aspetti della loro gestione ma soprattutto proprio in questo momento in cui la congiuntura economica non è favorevole potrebbe essere uno strumento per recuperare competitività tramite obiettivi di efficacia tecnica ed efficienza economica nella loro gestione.

2. Le piattaforme Smart Bench

Il progetto di Ricerca SmartBench promosso da INAIL all'interno della cornice più ampia del progetto *SAFETY 4.0* e da alcune Università Italiane si propone di:

- sfruttare ai fini della sicurezza le tecnologie che stanno rendendo possibile la nuova rivoluzione industriale che va sotto il nome di *Industry 4.0*;
- rendere centrale il tema della sicurezza nell'*Industry 4.0*;
- ripensare la sicurezza sfruttando tutte le potenzialità tecnologiche oggi disponibili;
- conseguentemente aumentare la sicurezza dei lavoratori ad un livello mai visto.

Lo sviluppo della piattaforma *SmartBench* potrà avere un'ampia ricaduta nel mondo produttivo per i vantaggi che può generare a partire dal miglioramento della awareness dei lavoratori con conseguente miglioramento dei loro comportamenti e quindi una significativa riduzione degli incidenti sul lavoro. La possibilità di inserire un sistema di monitoraggio nelle strategie di progettazione degli impianti industriali avrà considerevoli risvolti socio-economici tra i quali:

- aumento della sicurezza operativa e degli impianti e del servizio erogato grazie alla possibilità di rilevare in tempo reale l'insorgere di difetti, di stimarne la severità e l'effetto sulle condizioni operative;
- abbattimento dei costi operativi per i lavori di ispezione e manutenzione (il monitoraggio strutturale continuo consente di passare da una strategia di

manutenzione programmata ad una di manutenzione *on condition*, riducendo le numerose attività di ispezione e controllo); estensione della vita utile degli impianti.

In questo progetto ci si propone di sviluppare una piattaforma innovativa (*SmartBench*) basata su tecnologia web, mobile e IoT per migliorare la sicurezza nei luoghi di lavoro.

SmartBench prevede:

- di integrare informazioni provenienti da dispositivi smart, montati direttamente sugli impianti e nei luoghi di lavoro, volti al monitoraggio di integrità dei componenti e delle strutture, allo stato di invecchiamento e alle condizioni operative ed alle informazioni su eventuali pericoli e/o risorse disponibili;
- di elaborare poi le informazioni acquisite al fine di evidenziare agli operatori situazioni di rischio e/o non adeguatezza con l'obiettivo ultimo di migliorare la consapevolezza del rischio in ogni attività lavorativa.

A tale scopo, *SmartBench* propone di sviluppare le verticalizzazioni tecnologiche necessarie per lo sviluppo dei singoli sistemi.

Il progetto *SmartBench* consentirà di esplorare nuovi temi nella gestione del rischio a due livelli distinti: la metodologia di integrazione e lo sviluppo dei singoli sistemi. La piattaforma consentirà di interfacciare, aggregare e interpretare informazioni disomogenee e di implementare le azioni necessarie in modo integrato.

3. La piattaforma PELM

Quanto appena descritto trova naturale espressione e testimonianza nella piattaforma **PELM**: *Pressure Equipment Lifecycle Management* che ha lo scopo di raccogliere, condividere ed archiviare le informazioni che si sviluppano durante il ciclo di vita di un'attrezzatura in pressione e di distribuirle ai diversi attori coinvolti nella loro gestione con i seguenti requisiti:

- affidabilità in termini di correttezza tecnica ed aggiornamento;
- disponibilità in termini di:
 - al momento giusto;
 - alla persona giusta;
 - con il giusto strumento.

La piattaforma **PELM** nasce del 2013, in totale indipendenza dal progetto *SmartBench*, ma la significativa vicinanza in termini di filosofia, obiettivi e strumenti operativi e tecnologici testimonia l'evidente esigenza di mercato.

E' singolare infatti che in due contesti totalmente diversi: uno di ricerca (quello di INAIL con *SmartBench*) ed uno industriale (quello di SAIPEX con **PELM**) si sia sostanzialmente concepito uno strumento con struttura simile che risponde alle stesse esigenze.

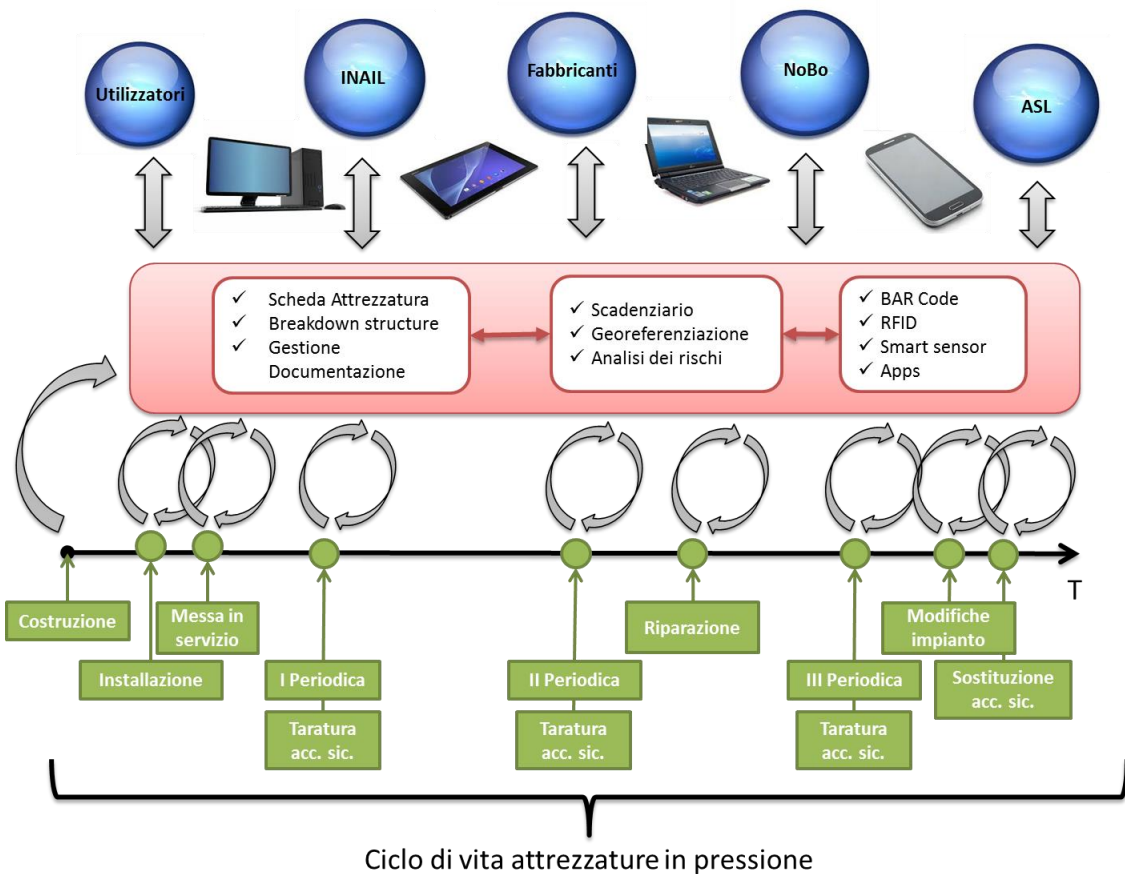


Figura 2 – Flussi informativi e la piattaforma **PELM**.

La Figura 2 mette in evidenza come gli eventi che caratterizzano il ciclo di vita di un'attrezzatura in pressione siano dei "generatori" di informazioni e dati; ma nello stesso in cui generano dati, spesso per completare le azioni scaturite da un evento è necessario avere a disposizione altre informazioni che sono state generate in un momento diverso del ciclo di vita dell'attrezzatura. Normalmente il "custode" di tutto ciò è l'utilizzatore delle attrezzature in pressione ma molto spesso alcune informazioni non sono nelle sue disponibilità o non è completamente cosciente di quali deve archiviare, come farlo e soprattutto quando renderle disponibili.

Per quanto sopra esposto la letteratura propone dei modelli di gestione delle informazioni con specifiche caratteristiche in termini di architettura e struttura definite come *service software platform*.

Proprio a questi modelli si ispira la piattaforma **PELM** che per facilità di utilizzo e di accesso è di tipo *web-based*. Questa prima caratteristica garantisce l'accessibilità da qualsiasi punto sia disponibile una connessione rete dati, utilizzando uno strumento informatico fornito di un semplice *browser*.

Profili di accesso con proprietà diversificate in funzione dell'attore ed aggiornamento in tempo reale sono altri vantaggi estremamente utili di questa scelta.

Strumenti di questo tipo inoltre hanno il vantaggio di non richiedere particolare formazione per il fruitore delle informazioni in quanto sono basate su visualizzazioni e modalità di utilizzo comuni a quelle delle classiche navigazioni web.

Per quanto riguarda la strutturazione dei dati e delle informazioni contenute all'interno della piattaforma ci siamo rivolti ad una architettura con scomposizione ad albero. Questo tipo di approccio, su cui si basano tra l'altro anche i principali CMMS (*Computerized Maintenance Management System*) presenti sul mercato ed illustrato in Figura 3, ha molteplici vantaggi tra i quali la facilità di ricerca delle informazioni che sono state archiviate con un criterio di scomposizione logica piuttosto intuitivo. Inoltre questo approccio ha il vantaggio di sposarsi molto bene con le principali metodologie di analisi del rischio e pertanto è una modalità di rappresentazione propedeutica a diverse fasi di vita dell'apparecchio.

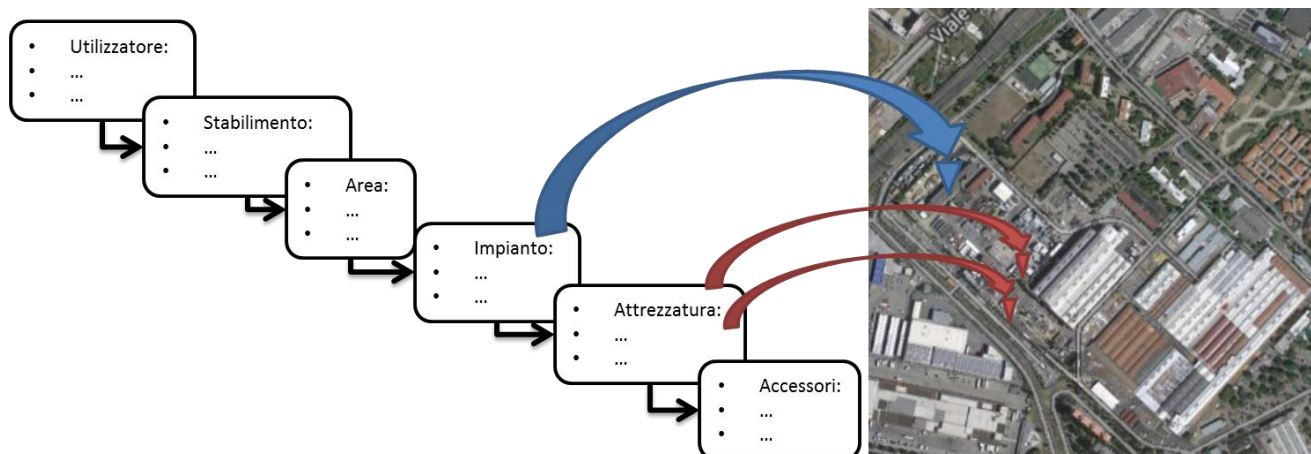


Figura 3 – Scomposizione ad albero della struttura dati georeferenziata.

La scomposizione ad albero è strutturata attualmente su n°6 livelli. I primi cinque livelli rispecchiano il percorso tipico dei principali sistemi informativi di manutenzione e tale scelta è nata anche da una logica integrativa per eventuali opportunità di mercato.

Il sesto livello invece è una caratteristica specifica della piattaforma e si pone l'obiettivo di mappare tutti quegli accessori di sicurezza, regolazione o controllo (valvole di sicurezza, dischi di rottura, pressostati, termostati, ecc) la cui gestione di scadenze, sostituzioni, riparazioni o tarature è necessaria o utile ai fini dell'apparecchiature su cui sono installati.

La piattaforma **PELM** associa inoltre a questo tipo di struttura delle informazioni anche il concetto di georeferenziazione delle attrezzature e degli impianti, che risulta essere molto comodo nel caso sia presente la necessità di procedere con ricerche in base al posizionamento delle attrezzature o per sviluppare mappature del rischio in funzione della concentrazione e delle tipologie di attrezzature in pressione presenti in determinate aree degli stabilimenti.

Per quanto riguarda la gestione della documentazione associabile ad un'attrezzatura in pressione la piattaforma propone tutte le proprietà dei più diffusi *Document Management System* garantendo l'accessibilità selettiva in funzione del profilo di utenza e la disponibilità alla consultazione, modifica e caricamento in tempo reale di qualsiasi documento presente nei principali formati *software* presenti sul mercato.

Stesso discorso per lo scadenziario, che permette di gestire gli appuntamenti legislativi delle attrezzature ed accessori con tutto il preavviso e la pianificazione necessaria, preallertando e coinvolgendo solo chi veramente necessario.

Mentre per gli accessori associati è possibile gestirne le principali tipologie di intervento quali taratura e sostituzione.

La piattaforma è poi orientata anche all'analisi dei rischi collegata alle attrezzature in pressione. E' possibile sviluppare per ciascuna attrezzatura un'analisi dei rischi dedicata con metodologie dedicate del settore di tipo qualitativo basate sui criteri di *Risk Based Inspection*, al fine di supportare gli utenti nella gestione del rischio.

Tale metodologia, ispirata soprattutto all'approccio europeo, che ha trovato spazio prima nel progetto RIMAP (*Risk-Based Inspection and Maintenance Procedures*) e poi nella norma UNI EN 16991:2018, pur non entrando nel dettaglio dei meccanismi di danneggiamento è un valido strumento per una prima valutazione del livello di rischio associato all'attrezzatura in pressione.

In particolare associando tale approccio alla georeferenziazione è possibile implementare delle vere e proprie mappature delle aree di rischio per lo studio delle opportune misure di mitigazione ed eliminazione dei rischi, avendo uno sguardo globale al proprio sito produttivo. Inoltre un'ulteriore opportunità è quella di poter sviluppare piani di manutenzione ed ispezione delle attrezzature in funzione del loro effettivo stato di conservazione.

Sempre nell'ottica della valutazione del rischio e della *compliance* normativa la piattaforma è stata arricchita con un modulo dedicato per determinazione della vita residua per una particolare tipologia di attrezzature in pressione: le tubazioni e linee presenti in impianto.

Tale sviluppo, estremamente specifico e di dettaglio, è nato dall'esigenza di alcuni progetti eseguiti nell'ambito dell'esecuzione della verifica periodica di integrità per parchi tubazioni di medio-grandi utilizzatori.

Inoltre la piattaforma è stata dotata di alcuni moduli di calcolo automatizzati che permettono di:

- valutare la categoria di rischio PED e la periodicità delle verifiche di esercizio in maniera automatica inserendo i principali dati di specifica di un'attrezzatura;
- determinare la categoria SIL della catena di sicurezza associata ad un accessorio di sicurezza andando a definire la struttura della catena ed i componenti di cui è composta.

Per quanto concerne invece l'identificazione locale delle singole attrezzature in impianto al momento è stata adottata la tecnologia del QRCode. Quest'ultimo viene applicato direttamente sulla targa dati dell'attrezzatura o dell'accessorio, in una posizione di facile accesso, che permette con qualsiasi dispositivo mobile di avere accesso immediato ai dati ed all'informazione dell'attrezzatura sotto analisi.

Quanto sopra esposto, grazie alle moderne tecnologie, è disponibile su tutte le tipologie di supporto informatico: dalla postazione fissa ai più avanzati dispositivi mobili, questo al fine di garantire la piena e completa fruibilità delle informazioni al momento giusto ed alla

persona giusta. Infatti, la recente diffusione ed utilizzo, anche in ambito industriale, di dispositivi mobili informatici permette di massimizzare l'efficienza di tale strumento che potrebbe essere così disponibile sia per le attività di tipo amministrativo in ufficio, ma anche come supporto per gli operatori tecnici direttamente in campo.

4. Casi di studio

L'approccio presentato in questo articolo e la piattaforma **PELM** sono stati oggetto di implementazione in diversi casi di studio, alcuni dei quali ben articolati per numerosità delle attrezzature in pressione presenti e per la complessità della loro gestione.

La piattaforma ed i relativi servizi associati hanno trovato applicazione in diversi ambiti tra cui:

- industrie metalmeccaniche;
- industrie alimentari;
- settore sanitario ed ospedaliero;
- settore gas tecnici.

In tutte le applicazioni i principali vantaggi riscontrati da parte degli utilizzatori sono stati i seguenti:

- raggiungimento della *full compliance* normativa in un lasso di tempo massimo di n°24 mesi. Questo in funzione del tasso di compliance iniziale che mediamente si aggira sul 28% delle attrezzature ma che purtroppo non è mai andato oltre il 50%;
- notevole sgravio da parte degli operatori precedentemente dedicati alla funzione di gestione delle attrezzature in pressione. In tutti i casi infatti, nonostante la numerosità delle apparecchiature e le attività necessarie lo richiedessero, nessun utilizzatore aveva nel suo organico almeno una risorsa dedicata. Piuttosto al responsabile manutenzione meccanica o sicurezza era richiesto di occuparsi di queste attività. Con l'utilizzo della piattaforma e dei servizi associati, l'utilizzatore ha potuto recuperare il tempo dedicato dal proprio operativo dedicandolo al *core business* aziendale.

In seconda battuta, volendoli definire vantaggi secondari o indiretti, è stato possibile riscontrare:

- completezza e disponibilità della documentazione associate alle attività;
- diminuzione dei tempi associati all'esecuzione delle singole attività. Questo grazie ai tecnici con competenze specifiche, i rapporti con gli enti preposti alle verifiche e la disponibilità dei documenti;
- riduzione degli errori nel processo di acquisto di beni e servizi relativi a queste attività, grazie alla supervisione dei tecnici dedicati (acquisto e realizzazione nuove attrezzature ed impianti, taratura accessori, ecc).

I risultati, appena descritti, sono stati ottenuti associando l'utilizzo della piattaforma ad un servizio di gestione ingegneristica delle attività tramite un progetto dedicato che si è generalmente sviluppato con le seguenti fasi:

1. raccolta dati ed informazioni per la completa definizione dell'anagrafica del parco attrezzature ed impianti presi in carico;
2. analisi della situazione attuale ed individuazione dei gap per il raggiungimento della completa compliance legislativa (mappatura delle installazioni);
3. predisposizione di un piano dettagliato delle attività in funzione delle principali criticità riscontrate e delle scadenze legislative;
4. gestione delle attività routinarie:
 - messe in servizio;
 - verifiche periodiche;
 - modifiche/riparazioni;
 - attività straordinarie/revamping;
 - messe fuori servizio.

5. Conclusioni e sviluppi futuri

Il principale risultato dell'adozione di questo tipo di strumento è rappresentato dalla possibilità di poter gestire e condividere informazioni utili, dati, documenti, ecc. lungo l'intero ciclo di vita di un'attrezzatura in pressione, creando così un database che integra e rende disponibili tutto ciò che è necessario.

E' evidente come, i risultati illustrati nel caso di studio, siano dovuti anche all'esternalizzazione del servizio che permette di coinvolgere tecnici dedicati e con competenze specifiche.

Per quanto riguarda il panorama di applicazioni simili già in commercio, il mercato propone numerosi sistemi informativi dotati di enorme potenzialità e flessibilità (MAXIMO, SAP, ecc). Nessuno di questi sistemi però è stato sviluppato nell'ottica specifica della gestione delle attrezzature in pressione per cui è necessaria una rilevante fase di implementazione. Inoltre, la loro adozione, oltre ad essere onerosa da un punto di vista economico, risulta spesso essere anche impegnativa dal punto di vista dell'organizzazione aziendale.

Un altro punto debole dei *database* commerciali è quello di non prevedere la possibilità di implementare qualsiasi tipo di analisi e valutazione del rischio. Quest'ultimo limite risulta particolarmente impattante sulla conseguente possibilità di sviluppare piani di manutenzione e gestione delle attrezzature in funzione del loro effettivo stato di efficienza e conservazione.

Lo sviluppo specifico per il settore degli impianti e delle attrezzature in pressione rappresenta quindi un punto di forza della piattaforma **PELM**, nonostante ciò è necessario valutare con attenzione l'opportunità di integrazione ed interazione tra essa ed i principali CMMS presenti sul mercato.

Per quanto riguarda i futuri ambiti di sviluppo che ci si propone di indagare, da un punto di vista prima modellistico e poi operativo, possiamo citare quello di implementare l'utilizzo di RFID (*Radio-Frequency IDentification*) e *Smart Sensor* che interagiscano direttamente con la piattaforma.

I primi rappresenterebbero la naturale evoluzione dell'attuale sistema identificativo e garantirebbero la possibilità dell'auto-attivazione oltre ad essere in grado di trasferire tipologie di informazioni più strutturate ed una quantità di dati sensibilmente maggiore.

Gli *smart sensor*, invece, rappresentano l'ultima frontiera per l'acquisizione di informazioni dal campo, tipicamente misure di grandezze fisiche, in modalità wireless; che potrebbero essere associate direttamente alla relativa attrezzatura in pressione, permettendo di tenerne sotto controllo per esempio lo stato di conservazione ed efficienza.

Gli sviluppi appena descritti permetterebbero di automatizzare alcune fasi del processo di trasferimento dei dati ed informazioni oltre ad ampliare la tipologia di dati contenuti nel *database* della piattaforma.

Ulteriori sviluppi della piattaforma, già pianificati nel breve termine, sono quelli che la vedranno estesa per la gestione delle attrezzature di sollevamento e gli impianti di riscaldamento. Tale scelta nasce dalle esigenze manifestate dai clienti che, a valle dei risultati raggiunti in termini di compliance sulle attrezzature in pressione, vorrebbero poter usufruire dei medesimi benefici per altre tipologie di attrezzature di lavoro.

Invece, nell'ambito degli accessori associabili ad un'attrezzatura, si sta procedendo con l'implementazione di un modulo dedicato alla gestione degli accoppiamenti flangiati, che essendo spesso una fonte primaria di pericolo per il rischio perdite, rappresentano un componente molto critico. In questo caso, oltre alle informazioni e dati tecnici, sarà possibile calcolare la coppia di serraggio maggiormente idonea all'applicazione ed ai materiali utilizzati; oltre a poter gestire a livello di pianificazione e registrazione i principali interventi ispettivi e manutentivi su questa tipologia di componenti (allineamenti, parallelismo, continuità elettrica, verifica serraggio, verifica tenuta, ecc).

Infine per una completa fruibilità della piattaforma in ambito dispositivi mobili, si sta valutando l'opportunità di sviluppare una specifica applicazione per *smartphone* che permetta di garantire la disponibilità delle informazioni in tutte le condizioni di campo.

5. Bibliografia

[1] D.lgs. 9 aprile 2008, n. 81 (Testo coordinato con il D.Lgs. 3 agosto 2009, n. 106) - Testo unico sulla salute e sicurezza sul lavoro: Attuazione dell'articolo 1 della Legge 3 agosto 2007, n. 123 in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro.

[2] D.M. 1 Dicembre 2004, n. 329 - Regolamento recante norme per la messa in servizio ed utilizzazione delle attrezzature a pressione e degli insiemi di cui all'articolo 19 del decreto legislativo 25 febbraio 2000, n. 93.

[3] D.M. 11 aprile 2011 - Disciplina delle modalità di effettuazione delle verifiche periodiche di cui all'Al. VII del decreto legislativo 9 aprile 2008, n. 81, nonché i criteri per l'abilitazione dei soggetti di cui all'articolo 71, comma 13, del medesimo decreto legislativo.

- [4] Decreto Legislativo 25 febbraio 2000, n. 93 – In attuazione dell Direttiva Europea 97/23/CE in materia di attrezzature in pressione come modificato dal D.Lgs n°26 del 15/02/2016.
- [5] Ahuaja M.K. & Carley K.M. 1999, Network Structure in Virtual Organizations, Organization Science, Vol. 10, No. 6.
- [6] Gulati R., Nohria N. & Zaheer A. 2000, Strategic networks, Strategic Management Journal, 21, pp. 203-215.
- [7] Bangemann, T., Rebeufet, X., Reboul, D., Schulze, A., Szymanski, J., Thomesse, J.P., Thron, M., and Zerhouni, N. (2006). PROTEUS – Creating distributed maintenance systems through an integration platform. Computers in Industry, vol. 57, pp. 539-551.
- [8] Kiritsis, D. (2004). Ubiquitous product lifecycle management using product embedded information devices. Proceedings of International Conference on Intelligent Maintenance Systems (IMS 2004).
- [9] Camarinha-Matos, L. and Afsarmanesh, H. (2004). Collaborative networked organizations: a research agenda for emerging business models. Springer-Verlag, London Berlin Heidelberg.
- [10] Camarinha-Matos, L. and Afsarmanesh, H. (2007). Comprehensive modeling framework for collaborative networked organizations. Journal of Intelligent Manufacturing, vol. 18 (5), pp. 529-542.
- [11] Tucci, M., Rapaccini, M., De Carlo, F., Borgia, O. (2008). New Maintenance Opportunities in Legacy Plants. 9th IFAC Workshop on Intelligent Manufacturing Systems Szczecin, Poland, 9-10.10.2008.
- [12] Rapaccini, M., Visintin, F., Borgia, O., and De Carlo, F., (2008). Providing industrial maintenance services through a virtual enterprise network: the e-Meccanica project. Proceeding of APMS2008, International Conference on Innovation in Networks, 14-17 September Espoo, Finland.
- [13] UNI EN 16991:2018 - Quadro di riferimento per le ispezioni basate sul rischio.