

INGEGNERIA DI MANUTENZIONE NEL SETTORE INDUSTRIALE E CIVILE

21/10/2016

Maurizio Cattaneo

**Una panoramica su sistemi, strumenti e metodi usati in manutenzione nel settore industriale e civile.
Sviluppi e prospettive nell'ambito della Fabbrica 4.0 e degli edifici intelligenti.**

1. La fabbrica 4.0

Il processo che ha portato alla fabbrica 4.0 è stato lento e progressivo. Non ci siamo svegliati una mattina con la fabbrica fordista trasformata nella fabbrica 4.0.

Lo sviluppo della fabbrica 4.0 è iniziato con l'automazione, con la diffusione dei robot dall'industria automobilistica fino a raggiungere oggi la maggior parte delle imprese, chi ne ha di più chi di meno, ma il processo di automazione è stato inarrestabile.

Poi, nella piccola e media impresa padronale, questo processo è stato ancora più rapido, sia per la maggiore flessibilità che caratterizza questo tipo di imprese, sia perché il titolare è sempre attento alle novità tecnologiche e maggiormente disposto ad investire sul macchinario che sul personale. Una generalizzazione che rivela però una linea di tendenza.

Il passo successivo è stato il progressivo inserimento della ICT (*Information & Communication Technology*) nella fabbrica, a livello del macchinario e degli impianti, che ha permesso di creare una rete di comunicazione essenziale per completare il passaggio alla fabbrica 4.0.

Ma la cifra di questo cambiamento sono sicuramente stati gli automi, strumenti software in grado di prendere decisioni sulla base dei dati analizzati. Ciò sta sconvolgendo non solo l'organizzazione della fabbrica, ma anche e soprattutto quella degli uffici, dei professionisti, di chi è avvezzo a fornire conoscenze o a svolgere procedure.

Con l'automa il processo di automazione si compie rendendo possibile la realizzazione di quella fabbrica a luci spente che ispirava gli ingegneri lungo tutto l'arco degli anni '80 e che ebbe un epilogo importante nello stabilimento Fiat di Cassino.

Lo stabilimento di Cassino fu visitato da ingegneri e manager provenienti da tutto il mondo, un esempio, fra le mille difficoltà dei pionieri, di fabbrica automatica, una realizzazione che anticipava i tempi di almeno venti anni.

2. Smart building, ed economia circolare

Se nel settore industriale l'aspetto più innovativo è la fabbrica 4.0 da cui ci si attendono grandi risultati, nel settore civile (o dell'ambiente costruito) la parte del leone la faranno gli edifici intelligenti e le *smart cities*.

Smart è la parola d'ordine di oggi. Le aree di maggiore diffusione della automazione a tutti i livelli, secondo il Gartner Group saranno: la manifattura intelligente, la salute, l'*automotive*, gli edifici intelligenti e le *utilities*. Entrambe le due ultime aree rivestono un grande interesse per l'adeguamento del mondo del costruito alle nuove tecnologie e, riteniamo, un importante stimolo a fare investimenti.

Nel building management, il settore business nel mondo del costruito, con gli strumenti del *Facility* e dell'*Asset Management*, gli edifici intelligenti, diventeranno il cuore della *smart home*, della *smart city*, la città intelligente, che con le *smart grid*, le reti intelligenti acquisirà una capacità di produzione e gestione delle *utilities*, e alla fine produrrà uno *smart business*. Tutto inevitabilmente *smart*.

A livello mondiale il Gartner Group prevede entro il 2025 un giro di affari per gli edifici intelligenti superiore a 213 miliardi di euro, segue l'*automotive* con 176 miliardi, le *utilities* con 44 miliardi, le *Smart Cities* con 21 miliardi e il *Manufacturing* con 17 miliardi di euro. In Italia, secondo il dipartimento GestiTec del Politecnico di Milano vi sono oltre l'1% di abitazioni con sistemi per il telecontrollo (del riscaldamento, ma non solo) e per il monitoraggio delle intrusioni. Le dimensioni del living service sempre in Italia, secondo Accenture, riguardano 6 milioni di dispositivi connessi nel 2013, 7,5 milioni di automobili connesse entro il 2016, la quota di mercato dello Smart Home & Building si prevede nel 2016 pari al 21%, mentre il trend dei dispositivi connessi è pari ad un incremento del 20% annuo.

L'opinione di Jeremy Rifkin, consulente della Comunità Europea, è che stiamo assistendo ad un passaggio epocale con l'affermarsi di un nuovo sistema economico. L'emergere dell'Internet delle cose sta creando i presupposti per dar vita al "*commons collaborativo*" che ci porterà verso una "società a costo marginale zero". Jeremy Rifkin, che da tempo promuove l'IoT e ne è stato l'anticipatore nel suo laboratorio, dal MIT in poi, sostiene che nella IoT convergeranno tre diverse tecnologie, l'Internet dell'energia, l'Internet delle comunicazioni e l'Internet dei trasporti. L'utilizzo di BigData, permetterà di aumentare la produttività e ridurre drasticamente il costo marginale di beni e servizi, in un contesto di una economia della condivisione (*sharing economy*).

La condivisione è il partner naturale di una economia circolare cui anche l'Europa aspira (COM/2014/0398 final/2) per ridurre la quantità dei rifiuti ed assicurare una maggiore affidabilità e manutenibilità dei prodotti, ciò avrà un impatto importante sui costi del *Facility Management*. L'economia circolare permette di ridurre la quantità di materie prime necessarie a fornire un servizio, allungando la vita utile dei prodotti, riducendo il consumo di energia, creando mercati per le materie prime secondarie, questo grazie anche al concepimento di prodotti facili da mantenere in buono stato, da riparare, ammodernare, rifabbricare o riciclare.

I consumatori avranno parimenti l'opportunità di sostituire l'acquisto e la proprietà di alcuni beni con servizi di noleggio, prestito o condivisione, migliorando la scelta sui prodotti e al tempo stesso riducendo l'impegno economico derivante dal possesso, con una migliore efficienza complessiva. Ciò si tradurrà, per il mondo degli edifici, in minori costi di manutenzione, risparmio energetico e meno costi di amministrazione. Oltre a concepire l'edificio in un modo completamente nuovo.

3. Il ruolo strategico della manutenzione

La manutenzione però, in questo periodo di grandi trasformazioni, non ha avuto il ruolo che le spettava per diversi motivi.

Il ruolo della manutenzione, come sostiene Joel Levitt, non è ben compreso dall'alta direzione innanzitutto per una questione di comunicazione, ma c'è dell'altro.

È un fatto che negli ultimi venti anni la manutenzione ha subito il fenomeno delle ristrutturazioni aziendali. Dietro la spinta dei sacri principi evocati fra gli altri da Michael Hammer e da Tom Peters, le aziende hanno iniziato a "distruggere per ricostruire" facendo sostanziali cure dimagranti.

Si chiamavano "costi comprimibili", e fra i settori colpiti oltre al ceto medio impiegatizio, c'era la manutenzione.

La manutenzione subì una forte riduzione di tutte le funzioni di staff, compresa l'ingegneria, e poi la riduzione degli investimenti ossia, principalmente, degli interventi migliorativi e della formazione del personale.

La manutenzione però non ha cambiato i suoi valori fondanti. Il suo ruolo strategico all'interno delle industrie, delle infrastrutture, dei settori commerciali e dei servizi è rimasto immutato, anche dopo le cure dimagranti imposte nelle manifatture e tutti questi segnali di crisi.

Secondo Joel Levitt, si possono ignorare i segni di deterioramento degli impianti, si possono trovare altri responsabili per le poco brillanti prestazioni del sistema produttivo, si può considerare accettabile un investimento solo se ha payback inferiore all'anno, e via di questo passo. Ma nessuna di queste osservazioni può togliere valore alla manutenzione.

Viceversa, ci sono fondate ragioni finanziarie per dimostrare che investire nella manutenzione porta grandi ritorni: riduzione dei costi, riduzione degli sprechi, miglioramento della soddisfazione della clientela, riduzione dei tempi di fermata.

È un errore quindi supporre che la manutenzione poiché non aggiunge valore al prodotto, sia una pura spesa, e quindi dove possibile, secondo l'alta direzione, una spesa da eliminare.

La manutenzione si dimostra poi utile e necessaria al di là delle considerazioni finanziarie:

- per la sopravvivenza degli investimenti in macchinario nel medio-lungo periodo,
- per gli importanti risultati ottenibili, che però si vedono solo col tempo, poiché la manutenzione quando funziona, non si nota,
- per l'efficienza produttiva.

In definitiva la manutenzione è il reparto per il mantenimento in salute delle macchine e non per curarne i continui acciacchi. Se la si considera un male necessario, un fastidioso costo che non si può eliminare perché altrimenti i reparti chiudono perché non hanno più macchine funzionanti, non si fa il bene dell'azienda e i costi globali inevitabilmente salgono.

Ecco una nuova definizione di manutenzione: la manutenzione è quel servizio aziendale volto a preservare il funzionamento in sicurezza degli impianti, nel rispetto dell'ambiente, e fornire un eccellente supporto logistico a chi ne richiede l'intervento con lo scopo di ridurre ed eventualmente eliminare il bisogno di un servizio di manutenzione o per lo meno dei suoi aspetti più operativi.

È piuttosto raro che questo accada ma non impossibile. La fabbrica giapponese di pompe di Aishin Seiki, dal 1983 e per molti lunghi anni, non ha più avuto guasti quindi non ha avuto più bisogno di un servizio operativo di manutenzione in senso stretto, pur producendo milioni di pompe, con una difettosità inferiore alle 10 parti per milione.

La manutenzione è una sorta di assicurazione sulle capacità (produttive, di fornitura di servizi, antinfortunistica, sicurezza nei luoghi di lavoro e fra le mura domestiche, eccetera) e non un "male necessario".

La manutenzione è come la difesa in un team calcistico, fa pochissimi goal, molto meno degli attaccanti, ma provate a considerarla un "male necessario", segherete l'inizio della fine delle vostre aspirazioni di campionato.

Quando i top manager delle corporation, avranno compreso questo, anche la spesa per la manutenzione somiglierà sempre più ad un investimento dove pochi sacrifici oggi permettono di avere importanti benefici domani, ma soprattutto se non si accettano i sacrifici, non da subito, ma lentamente, si osserverà la propria azienda autodistruggersi perché alla fine la natura, come ci insegna l'entropia, avrà il sopravvento come in tutte le cose.

Nonostante queste considerazioni, il futuro della manutenzione sembra peraltro sempre più indirizzato verso il service, il che non significa sgravare l'azienda dal compito di mantenere, ma organizzare diversamente il servizio con un ruolo diverso per l'ingegneria che darà un supporto decisivo ad ampliare gli attuali orizzonti della manutenzione.

4. Il service di manutenzione: il ruolo multidisciplinare dell'ingegnere

Il service di manutenzione rappresenta un ruolo di frontiera nello sviluppo della futura organizzazione della manutenzione. Il progredire dell'automazione e della complessità di impianti sempre meno presidiati, necessita di una radicale riorganizzazione della manutenzione in direzione del service e della ingegnerizzazione del ruolo.

Il manutentore sarà il protagonista di un nuovo rinascimento culturale poiché la filiera della manutenzione acquisirà sempre più importanza anche se la tendenza è avere impianti sempre più affidabili.

Si trasformerà il ruolo della manutenzione dai processi di riparazione che tutti conoscono, dentro e fuori le imprese, ai processi di miglioramento continuo e di manutenzione proattiva, tendenti ad aumentare ancora di più l'affidabilità per garantire la resilienza dei sistemi complessi.

Il personale più addestrato e competente è anziano e nel giro dei prossimi anni lascerà il lavoro, senza per questo essere sostituito da personale più giovane, ma altrettanto esperto (vedi la ricerca che dal 2002 va conducendo il mio amico Joel Leonard con il suo mantra "*maintenance crisis*" che ha portato qualche anno fa persino alla attenzione del Congresso).

La difficoltà oggettiva a trovare giovani preparati spingerà le aziende a rivolgersi sempre più al Service, il quale lungi dall'essere declinato come Global Service, si rivelerà sempre più come il forum dove i giovani manutentori-ingegneri possono godere di una formazione permanente e di una attenzione verso il loro livello professionale, dato che rappresentano "il prodotto" che vende l'azienda in cui lavorano.

Nella dimensione artigianale questo forum si rivela più efficace rispetto alle aziende più grandi, ricordando le antiche "botteghe" dei Maestri, dove il giovane era molto motivato ad apprendere ed era amorevolmente seguito dal Maestro. Oggi c'è la stessa motivazione a seguire sia l'artigiano esperto sia i corsi di aggiornamento, occasioni di scambio per apprendere che con avvedutezza le organizzazioni artigiane stanno preparando.

Il manutentore artigiano è una figura tradizionale ed è dai suoi valori antropologici che si dovrà ripartire per definire il futuro ingegnere di manutenzione.

Il movimento dei Fab Lab, ad esempio, che uniscono creatività manuale e digitale, sta avendo in Italia un periodo di grande sviluppo, secondo solo agli Stati Uniti d'America, dove il movimento è nato.

Lo dicevano gli antichi saggi orientali e greci: la conoscenza senza l'esperienza finisce con l'essere solo un inutile nozionismo. L'apprendimento pratico ed esperienziale tipico dei Fab Lab segna un percorso nuovo nella conoscenza tecnologica, che riporta il giovane ingegnere al centro di numerosi episodi formativi, come avveniva nella bottega dell'artigiano rinascimentale.

La manutenzione può diventare anche una "fase" del lavoro dell'artigiano digitale, un'altra figura professionale figlia del nostro tempo.

Per capirlo bisogna tornare indietro di due secoli quando era l'artigiano ad occuparsi di progettazione, produzione e manutenzione.

Agli albori dell'era industriale, la manutenzione era curata direttamente dall'artigiano, in un secondo momento con la sopraggiunta complessità dei mezzi di produzione nei casi più problematici si ricorreva

ad un altro artigiano esperto nella manutenzione, mentre con l'avvento della automazione e della produzione di massa, la manutenzione divenne un servizio dell'impresa alle dipendenze della produzione e, successivamente, con lo svilupparsi delle organizzazioni funzionali, assunse un ruolo autonomo, fino ad occupare un gran numero di addetti che svolgevano le funzioni più disparate.

Ma quando l'artigiano progettava e costruiva i mezzi di produzione aveva una perfetta conoscenza del processo e delle problematiche di natura manutentiva. Viveva una integrazione del fatto tecnico, come poi in nessun altro periodo della storia industriale fu possibile, a causa della complessità e della conseguente parcellizzazione del lavoro, che ha avuto, fra l'altro, conseguenze devastanti in termini di alienazione dell'individuo.

Il neo artigiano Hi-Tech, di nuovo torna ad occuparsi del prodotto, del processo, che costituisce uno dei suoi punti di forza, e del progetto con il continuo adeguamento dei mezzi di produzione ai suoi bisogni mediante il sapiente utilizzo della manutenzione migliorativa. L'artigiano Hi-Tech si muove in un contesto collaborativo dove non sono più così importanti i brevetti e nemmeno il possesso dei mezzi di produzione, ma si rivela indispensabile la rete dei consumatori, veri e propri fan che sostengono i prodotti i quali vengono modellati dall'artigiano secondo le loro esigenze (da leggere: Chris Anderson, Makers).

La scala di produzione dell'artigiano può andare da una decina di pezzi a qualche decina di migliaia, ma non bisogna pensare che l'artigiano operi da solo, ci possono essere 10-100-1000 collaboratori, ma è il modus operandi che è molto diverso rispetto alla manifattura tradizionale.

5. Il service per sviluppare appieno il capitale umano

Il superamento della attuale crisi di valori, di lavoro e di occupazione, destinata a quanto pare ad accentuarsi nei prossimi anni moltiplicando le inefficienze che ha provocato nel tessuto sociale, passa attraverso un nuovo rinascimento, che sarà incentrato sul lavoro operoso, e principalmente manuale, di persone dotate di tecnologie avanzate e competenze di natura ingegneristica.

Il settore manifatturiero che pure ha visto, in Italia, negli ultimi dieci anni, una diminuzione del 30% della forza lavoro non è morto, ma è risuscitato ed è in un interessante percorso di crescita proprio per via delle nicchie.

Le nicchie non sostituiranno la grande produzione di massa, tuttavia il bisogno di sostenibilità e le emozioni del "fatto su misura", come dice Antonio Calabrò in "La morale del tornio", uniti alla sapienza manifatturiera italiana e al settore Hi-Tech, daranno vita nei prossimi anni ad un secondo rinascimento (un periodo che oramai ricorre sempre più spesso nelle analisi).

Molti osservatori, futurologi, economisti che si interrogano su come evolveranno le imprese e il lavoro in un futuro prossimo venturo, sono concordi nell'affermare che "i mestieri basati sul saper fare saranno fra i lavori più favoriti nel prossimo decennio", questo da una ricerca svolta nel Regno Unito che si contrappone al World Economic Forum, il quale ha recentemente affermato che l'automazione provocherà una forte contrazione occupazionale.

Artigianato, assistenza agli anziani, ingegneria verde, e sviluppo di software sono fra le attività più gettonate, che hanno in comune l'aspetto di essere essenzialmente manuali e difficilmente automatizzabili.

Manutenzione, deriva da una parola latina manu-tenere, che significa al tempo stesso tenere per mano, cioè seguire con attenzione, e svolgere questa attività con le mani, ed è una azione basata sul saper fare.

All'ingegnere di manutenzione, al manutentore moderno, viene chiesto di padroneggiare le tecniche, e parimenti di curare l'innovazione e le opportunità che la rete e le tecnologie digitali gli mettono di fronte.

Se riesce a coniugare questi aspetti la frontiera è sua, con l'opportunità di creare un ambiente favorevole per lo sviluppo di quel capitale umano che l'impresa fordista impegnata nella dialettica fra capitale e lavoro, non ha saputo valorizzare (da leggere il bel libro di Anna Grandori, "10 tesi sull'impresa, contro i luoghi comuni dell'economia").

Solo recentemente si è avuta una sintesi fra il bisogno di valorizzare la creatività, l'intraprenditorialità e il capitale umano con lo sviluppo di competenze elevate che sappiano dare valore alle nuove tecnologie, alla rete mondiale, a Big Data e il luogo ideale è risultato essere la bottega artigiana e la micro-impresa, con la creazione di startup innovative. Le quali sono in grado di accelerare e sviluppare la conoscenza ad un ritmo elevatissimo impensabile nelle aziende più grandi e/o meno specializzate.

Nel service di domani, uno degli aspetti più divergenti rispetto ad oggi riguarderà i ricambi, la vera bestia nera di qualsiasi manutentore in service e non. Infatti se il manutentore ha individuato il guasto e le parti da sostituire, ma non ha a disposizione le parti di ricambio, deve aspettare, o ritornare o rassegnarsi a lasciare la macchina guasta.

Già oggi è possibile progettare, memorizzare e distribuire almeno il 50% dei ricambi che non sono standardizzati. Il processo produttivo del pezzo, solitamente in piccola serie, è lento tant'è che si tende a fare magazzino con gli specifici, che hanno bassissima rotazione, solo per evitare il prolungamento dei fermi macchina ed il conseguente peggioramento della manutenibilità.

Si potrebbero realizzare i ricambi in loco con una stampante 3D, ma i risultati sono ancora insufficienti per produrre un ricambio affidabile che richiede certe tolleranze, trattamenti termici, materiali robusti, eccetera.

Ma è solo questione di tempo.

Quando le stampanti 3D potranno produrre con tolleranze e precisioni a livello dei micron, con materiali super resistenti che non richiedono ulteriori trattamenti dopo la costruzione che avviene rigorosamente con il metodo additivo, il gioco sarà fatto ed i magazzini spariranno o si ridurranno di molto. C'è chi dice che a questo arriveremo entro il 2025.

Ma poi c'è l'universo delle APP che consentiranno di connettere Big Data e la cosiddetta Internet delle Cose con Smartphone, Tablet e altri dispositivi portatili che metterà a disposizione fra le mani del Service, un universo di informazioni che le APP semplificheranno e presenteranno alla persona.

Di qui a parlare di nuovo rinascimento il passo è breve. Abbiamo la consapevolezza che il ruolo del Service in futuro sarà sempre più gettonato, in una società, come abbiamo ipotizzato qualche anno fa, che si trasformerà da "società post industriale" a "società della manutenzione", a tutto vantaggio della sostenibilità e della tutela del Pianeta.

Così si spiega anche il titolo del mio ultimo libro, che tratta appunto di questi argomenti: "Manutenzione, una speranza per il futuro del mondo".

6. Nelle fabbriche l'organizzazione rimane l'elemento centrale

Zero difetti, zero fermate, zero infortuni, ecco i mantra della manutenzione declinati nel WCM (*World-Class Manufacturing*), sempre più utilizzato per organizzare al meglio la manutenzione nelle fabbriche.

Il WCM non è certo un modello recente. Verso la metà degli anni '80 quando come RDA (Istituto per la Ricerca e l'Intervento nella Direzione Aziendale) vedevamo crescere l'interesse per la Qualità Totale ed il *Just in Time*, avviammo una collaborazione con Richard Schonberger che si concretizzò con la pubblicazione in italiano, agli inizi del 1987, di "Tecniche produttive giapponesi. Nove lezioni di semplicità" e con una serie di seminari che organizzammo con Schonberger in giro per l'Italia.

Pochi mesi dopo uscì in italiano, “*World-Class Manufacturing*, le nuove regole per una produzione di classe mondiale”. E con questo libro Richard Schonberger entrò nel cuore di chi voleva rinnovare l’industria italiana.

La digestione di queste nuove regole è durata più di un decennio ed ha interessato la manutenzione semplicemente perché, nella più recente formulazione, è l’elemento chiave di due dei dieci pilastri del WCM: *Autonomous Maintenance & Workplace Organization* e *Professional Maintenance*; fatto che assume una particolare rilevanza nel settore *automotive* fortemente integrato e automatizzato, parimenti la Sicurezza è un altro pilastro ritenuto imprescindibile dal WCM. La Sicurezza, indirettamente riguarda anche la Manutenzione, che ne risolve le criticità.

Zero difetti, perché i difetti il più delle volte dipendono da derive delle macchine le quali a loro volta dipendono da problematiche risolvibili in massima parte proprio dalla manutenzione, che anche in questo caso diventa il centro di efficienza ed efficacia del sistema produttivo.

Non bisogna dimenticare che l’approccio giapponese è tutto meno che tecnicistico e quindi d’accordo zero fermate, zero difetti, zero infortuni, ma anche e soprattutto creare un buon team di lavoro. In manutenzione, saper separare la manutenzione autonoma dalla manutenzione professionale, con relativo addestramento dei team, consente importanti recuperi di efficienza.

C’è un film molto interessante sotto questo profilo che evidenzia bene queste tematiche e la dialettica fra una produzione eccellente e un buon team di lavoro. Si tratta di *Gung Ho* (Arrivano i giapponesi, 1986), per la regia di Ron Howard.

Ciò nonostante, Zero fermate, Zero difetti e Zero infortuni, rimangono tre sfide imperative.

7. Il sistema informativo nell’era del WCM e della Fabbrica 4.0

La manutenzione, per rispondere a queste nuove sfide, ha dovuto adeguare i suoi strumenti di intervento ed in particolare il sistema informativo.

Infatti, è con la sistematica raccolta dei dati e con le successive analisi e modifiche migliorative, che si raggiungono quegli obiettivi di zero guasti e zero difetti, e, in ultima analisi, di zero infortuni.

Noi, una decina di anni fa, abbiamo iniziato a sperimentare queste tecniche nell’indotto *automotive*, facendo una serie di esperienze dirette sul campo e sviluppando nel sistema informativo di manutenzione due linee evolutive: una riguarda il monitoraggio dei guasti e più in generale le derive e l’altra i metodi per la loro eliminazione.

Riguardo alla eliminazione delle derive, abbiamo in seguito avviato una serie di strumenti per guidare il manutentore nella identificazione dei guasti e la successiva eliminazione delle cause, dato che il nostro sistema informativo di manutenzione (Gsm.NET) era già ampiamente dotato di strumenti per il monitoraggio e l’analisi di fermate e derive, o segnali deboli, messi a punto dal 1983 in poi.

Gli strumenti più diffusi per identificare i guasti ed eliminarne le cause sono: i cinque perché; i 5W + 1H; RCA (*Root Cause Analysis*, letteralmente analisi delle cause radice); FTA (*Fault Tree analysis* o analisi dell’albero dei guasti); Il diagramma di Ishikawa; FMEA/FMECA; Analisi RAMS (*Reliability, Availability, Maintainability and Safety*). Alcuni più noti altri meno noti, nella loro versione applicata alla manutenzione.

La descrizione dettagliata di strumenti, e metodologie connesse, la trovate nella già citata pubblicazione “Manutenzione, una speranza per il futuro del mondo” (Franco Angeli, 2012).

L'aspetto innovativo però è stata l'integrazione di questi strumenti nelle altre componenti del sistema informativo di manutenzione che ha dato al manutentore velocità di analisi e di esecuzione, interconnessione con le pratiche di manutenzione preventiva e con le manutenzioni in emergenza mediante l'emissione di EWO (Emergency Work Order), nonché con i ricambi e in subordine gli approvvigionamenti.

L'efficacia degli strumenti in questione permette di rendere il mantra zero fermate, zero difetti, zero infortuni alla portata di tutti i servizi di manutenzione, anche quelli dove il personale per fare analisi ingegneristiche scarseggia.