

## Project system e Maintenance system

**Come l'ingegneria di Manutenzione rende possibile l'integrazione (RAM&RCM)**

Antonio Altobelli  
Ilker Soydan  
Carlo Mandelli  
Claudio Basilico  
*Inspiring Software*

**N**egli ultimi anni l'attenzione dei progettisti si va sempre più estendendo dall'impostazione progettuale, riferita quindi alle condizioni di esercizio di un impianto o di un macchinario, a quelle che sono le cosiddette condizioni "anomale".

Mai come di recente l'attività dei progettisti sta divenendo fondamentale per realizzare l'obiettivo aziendale di ottimizzazione del trade-off tra efficienza produttiva e gestione ottimale delle risorse. La forte competizione cui sono sottoposte le aziende ha fatto sì che si sviluppasse un'attenzione crescente anche verso le attività complementari a quella produttiva ed in particolare verso la manutenzione. Mantenere un impianto non si sostanzia più ormai nella semplice risoluzione degli eventi di guasto, bensì presuppone la costante tensione ad un'indagine preventiva, in grado di evidenziare potenziali oggetti di guasto e/o di manutenzione. Risulta dunque importante che i progettisti estendano la loro attenzione verso aspetti manutentivi e di sicurezza. Ne consegue che la progettazione non può più limitarsi a fornire un prodotto con un ottimo rapporto efficienza/efficacia dal punto di vista tecnico ed economico, ma deve fornire anche i giusti strumenti che, per approssimazioni successive, o stima per simulazione, conducano al mix ottimale di costi-ingombri-ricambi-affidabilità (disponibilità). Il tutto nel rispetto delle vigenti normative e leggi in materia di sicurezza e tutela ambientale.

### La manutenzione oggi

Da una recente ricerca condotta da AIMAN a proposito della situazione della manutenzione, è emerso come si preferiscano riduzioni di costo nel breve/medio periodo piuttosto che il mantenimento nel tempo del valore dei beni. Inoltre la tensione verso una sempre maggiore produttività ha comportato una progressiva riduzione della manodopera che in manutenzione rappresenta oltre i 2/3 della spesa. Partendo da queste considerazioni, è evidente sottolineare come non si possa fare a meno di dare il giusto valore al rapporto che lega progettazione e manutenzione e all'importanza che riveste, in chiave di patrimonio aziendale, una manutenzione mirata ed accurata. E' questo il presupposto fondante dell'Ingegneria di Manutenzione che deve essere

orientata a progettare, controllare e migliorare il sistema manutentivo. Il ruolo dell'Ingegneria della Manutenzione non può entrare in "concorrenza" con la progettazione come spesso si intende, ma deve esserne una "valida alleata". Nella realtà, in una visione più ampia, l'impianto o la macchina da progettare e costruire deve essere visto come un Sistema complesso. L'Ingegneria di Manutenzione, orientata a progettare, controllare e migliorare il sistema manutentivo attraverso l'analisi di malfunzionamenti potenziali o effettivamente occorsi sull'impianto, consente di individuare con efficacia i componenti critici e di progettare la pianificazione e l'ottimizzazione degli interventi di manutenzione. Partiamo da alcuni assunti chiave:

- Le risorse disponibili per innovare sono sempre più scarse;
- Il miglioramento continuo non è sufficientemente stimolato e premiato;
- A causa del turnover, importanti conoscenze manutentive lasciano l'azienda prima che siano messe a disposizione di tutti.

Fornire un servizio di Ingegneria di Manutenzione non è alla portata di tutti e non è solo un problema di mentalità. Cosa occorre dunque per mettere in atto una buona manutenzione? Il primo e più importante passo sta nel rendere possibili le misurazioni degli eventi manutentivi. In quest'ottica una soluzione informatica che prevede l'analisi FMECA risulta un supporto estremamente valido per il progettista che, dovendo basare la sua attività su informazioni affidabili, necessita di uno strumento in grado di analizzare e processare i dati restituendo informazioni rilevanti.



### Metodologia RCM e analisi RAMS

Le domande da porsi prima di affrontare gli aspetti operativi di questa tematica sono:

- Qual è il costo del fermo macchina?
- E' accettabile una bassa affidabilità del sistema?

- Le macchine/sistemi sono agevolmente manutenibili?
- La disponibilità produttiva del sistema è soddisfacente?
- Una manutenzione più mirata potrebbe migliorare la produttività del sistema e la qualità del prodotto?
- In azienda la manutenzione è vista come un mero costo, oppure come uno strumento di profitto? Viene coinvolta nella progettazione/acquisto di nuovi sistemi?

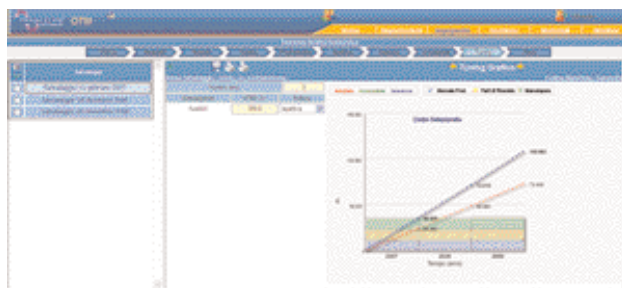
Una volta chiariti questi punti è il caso di iniziare a parlare di RCM, intesa come tecnica per sviluppare un piano di manutenzione, partendo dal presupposto che l'affidabilità intrinseca di un'entità è funzionale al progetto ed alla qualità di esecuzione. La metodologia RCM si basa sull'ipotesi che programmi più efficienti di manutenzione possano essere sviluppati utilizzando un disciplinato processo di analisi e logica decisionale che può essere così riassunto:

1. Svolgimento dell'analisi dei modi di guasto attraverso tecniche di analisi affidabilistiche qualitative e quantitative, al fine di identificare i componenti più critici.

2. Applicazione della logica decisionale RCM a ciascun componente critico per selezionare la combinazione ottimale di attività manutentive.

3. Implementazione delle decisioni RCM attraverso la definizione di specifici compiti manutentivi, di appropriati intervalli di esecuzione, di una gestione del magazzino ricambi migliore e dello sviluppo di dati necessari per le analisi da condurre.

4. Applicazione di un'attività ingegneristica supplementare di supporto, utilizzando i dati affidabilistici forniti dall'esercizio e dall'esperienza, per l'ottimizzazione del processo. Il primo punto ricalca proprio quelle che sono le fasi proprie dell'attività di progettazione di un sistema complesso. Un piano di manutenzione programmata basato sulla metodologia RCM assicura la saturazione dell'affidabilità intrinseca, ma non può migliorarla, questo è possibile solo attraverso riprogettazioni o modifiche. Il piano non sarà in grado di prevedere tutti i guasti, ma sarà dimensionato in funzione di costi e benefici. Pertanto la metodologia RCM è tesa ad introdurre criteri di qualità tota-



**Fig. 2** *Analisi economica*

le nella manutenzione. Essa costituisce un approccio globale al problema della manutenzione e realizza, in un unico quadro procedurale, un insieme di processi e azioni tese al conseguimento di due principali obiettivi:

1. ottimizzare le risorse dedicate alla manutenzione, in termini di risorse umane, tecniche e finanziarie;
2. incrementare i livelli di disponibilità dei sistemi attraverso la riduzione delle fermate, del numero e della durata di quelle accidentali.

Dobbiamo tenere conto che non sempre ricavare questi dati è semplice: se un componente è caratterizzato da un rischio operativo elevato si ha chiaramente interesse ad evitarlo. Per fare questo molte risorse vengono investite con costi elevati. Quindi se il guasto si rivela grave, si avrà un numero molto limitato o nullo di episodi rilevati sul campo, che non consente di effettuare considerazioni statistiche. Sofferamoci ora a considerare più dettagliatamente le fasi progettuali di un sistema. L'analisi RAMS è una realtà nata in ambiti industriali in cui l'affidabilità rappresenta un impatto enorme sui costi e la sicurezza gioca un ruolo fondamentale (sette settore aerospaziale, nucleare, militare). Oggi l'analisi RAMS è un approccio ormai diffuso in tutti i settori industriali e si pone come attività parallela e di supporto alla progettazione stessa. La necessità per le aziende di essere sempre più competitive (business oriented) ha fatto sì che l'approccio RCM e l'analisi RAMS diventassero sempre più attuali e indispensabili per una migliore gestione delle attività di manutenzione. L'analisi

**Tabella 1 - Analisi RAMS**

	<b>Definizione</b>	<b>Finalità</b>
<b>Reliability (Affidabilità)</b>	Probabilità che un componente o sistema svolga correttamente ed ininterrottamente la sua funzione per un certo periodo ed in condizioni operative ben definite.	Garantire una continuità nel servizio del sistema che si progetta, produce o gestisce.
<b>Availability (Disponibilità)</b>	Probabilità che un componente o sistema svolga correttamente la sua funzione in un istante prefissato ed in condizioni operative ben definite.	Ridurre al minimo il fermo macchina, ottimizzare la produzione e contemporaneamente garantire l'efficienza dei sistemi di sicurezza in stand-by.
<b>Maintainability (Manutenibilità)</b>	Probabilità che il componente sia riparato entro un tempo prefissato comprendente la rilevazione del guasto e la riparazione. In altri termini l'attitudine del sistema ad essere mantenuto rapidamente e facilmente.	Garantire il rapido ripristino dei componenti guasti
<b>Safety (Sicurezza)</b>	Lo scostamento dalla condizione di sicurezza misurato con il concetto di rischio, ossia la possibilità che si verifichi un evento indesiderato e di carattere incerto.	Ridurre al minimo i rischi per gli operai, per l'ambiente, ecc...

si RAMS è volta alla valutazione dell’Affidabilità, della Disponibilità, della Manutenibilità e della Sicurezza di un sistema tecnologico complesso. La base di partenza per le analisi affidabilistiche dei sistemi è l’utilizzo della FMECA (Failure Modes Effects and Criticality Analysis). Solo da pochi anni tale tecnica viene, in maniera più o meno sistematica, utilizzata, ma l’approccio a tali problematiche va in ogni caso affrontato con senso pratico basandosi sull’esperienza, in particolare sulla disponibilità di dati affidabili. Questo rende indispensabile l’utilizzo di uno strumento informatico dedicato. In quest’ottica una soluzione informatica che preveda l’analisi FMECA risulta un supporto estremamente valido per il progettista. Mediante la conoscenza del tasso di guasto di un componente è possibile giungere a prevederne il suo comportamento, la sua affidabilità e la sua vita media. Di particolare importanza per il progettista risulta essere la possibilità di individuare quei componenti che hanno un impatto negativo sull’affidabilità di un sistema complesso ed a tale proposito OTM – Operations and Technical Maintenance – la soluzione di Inspiring Software per la gestione e l’ingegneria di manutenzione prevede, all’interno del modulo per l’analisi FMECA, uno strumento per il calcolo affidabilistico che si basa sui legami serie/parallelo dei componenti del sistema stesso. Può succedere, per esempio, che un sistema, inserito all’interno della singola azienda presso la quale diviene operativo, sia soggetto a modifiche. E’ semplice citare casi nei quali una o più macchine vengono inserite in linee già esistenti o integrate con quelle di altri costruttori o ancora situazioni nelle quali si apportano miglioramenti a macchine, linee e impianti, al layout della linea stessa, ecc... Ci si trova quindi di fronte ad un vero e proprio nuovo Sistema, ancora più complesso e difficile da valutare e gestire. Ecco allora che anche presso l’utilizzatore dovrebbero essere presenti competenze e strumenti per realizzare in modo costruttivo, efficace e puntuale la connessione tra l’Ingegneria di Progetto e la struttura operativa e gestionale, aggiornando il piano manutentivo in considerazione del nuovo scenario e in modo tale da soddisfare i target operativi. Questo significa assegnare alla Manutenzione lo scopo della conservazione del patrimonio impiantistico, ottimizzandone la vita utile e garantendo la massima disponibilità, intesa come la capacità di produrre in sicurezza e qualità. Così contestualizzata la manutenzione assume una dimensione strategica e diventa strumento di competizione. Tutto quanto detto implica un cambiamento culturale che vede il Management della Manutenzione assumere un ruolo sempre più rilevante rispetto ad una struttura più individualista nei confronti di Progettazione e Gestione della Manutenzione. Non dobbiamo dimenticare che l’Ingegneria della Manutenzione è fatta soprattutto di “*brain*” cioè di personale che è in grado di affiancare alla competenza gli approcci metodologici e quantitativi per analizzare i guasti, ottimizzare i cicli di vita, pianificare gli interventi preventivi, tenendo conto di tutte le informazioni che devono essere disponibili e che possono derivare sia dalle ispezioni che dalla diagnostica tecnica dei dati statistici di comportamento delle macchine e degli impianti.

## CONCLUSIONI

E’ evidente allora come queste funzionalità proprie dell’analisi affidabilistica siano per il progettista uno strumento valido ed efficace per la progettazione ottimale di impianti orientati a supportare l’attuale trend del processo manutentivo, ovvero l’orientamento alla conservazione del patrimonio impiantistico mediante l’ottimizzazione della vita utile e della garanzia di disponibilità dei sistemi.

L’Ingegneria di Manutenzione ha a disposizione, in questo modo, un potente strumento metodologico in grado di aiutarla nella progettazione e nella verifica dei sistemi affidabili, al fine di trovare la strada migliore da percorrere per una manutenzione davvero efficiente. ■

*Antonio Altobelli, classe 1966, si è laureato in Ingegneria Meccanica nel 1992 presso l’Università “La Sapienza” di Roma. E’ stato Ufficiale del Genio Navale. Ha lavorato come responsabile delle attività di costruzione in officina e montaggio in cantiere, nonché di appalti di manutenzione presso una ditta di servizi, specializzata nella costruzione e manutenzione di impianti farmaceutici. Dal 1998 al 2000 è stato responsabile dei SSTT alla IDI Farmaceutici di Pomezia. Dal 2000 al 2006 è stato impie-*



*gato nella Sanofi-Avenis S.p.A. di Anagni (FR) prima come responsabile della Manutenzione, poi come responsabile dell’Ingegneria. Fino al gennaio 2007 è stato Direttore Generale della Korus S.p.A.; attualmente ricopre il ruolo di Engineering Manager presso la Hitec S.r.l. in qualità di responsabile dell’attività di gestione e progettazione di impianti farmaceutici. Formatore e Project Leader di Inspiring Software, cura le attività di formazione e consulenza sull’ingegneria di manutenzione.*

*Ilker Soydan, classe 1979, ha conseguito la laurea nel 2003 in Ingegneria Gestionale presso l’Università di Istanbul (Turchia). Nel 2005 ha terminato il master in System Dynamics presso l’Università di Bergen (Norvegia) e attualmente sta conseguendo il*



*Dottorato di Ricerca in Ingegneria Gestionale presso il Politecnico di Milano. Ha lavorato presso Siemens Turchia in qualità di Consulente e Business Analyst dal 2001 al 2003; attualmente lavora presso Inspiring Software in qualità di Operations Consultant*

*Carlo Mandelli, classe 1974, ha conseguito il diploma di maturità Scientifica ad indirizzo Informatico/Elettronico nel 1994. A seguito di numerose collaborazioni con aziende leader sul mercato di riferimento, in qualità di Project Manager, è approdato in Inspiring Software nel gennaio 2004, dove attualmente svolge*



*mansioni di progettazione e gestione di progetti complessi nell’ambito dei processi di fabbrica. Mandelli collabora, inoltre, con il Dipartimento di Ingegneria Gestionale del Politecnico di Milano per progetti di ricerca finalizzati alla realizzazione di software, in particolare inerenti l’ambito della manutenzione*

*Claudio Basilico, classe 1975, ha conseguito la laurea in Economia e Commercio con indirizzo in Economia Aziendale presso l’Università Cattolica di Milano. Ha frequentato il Corso di Specializzazione in Marketing e Vendite promosso dalla Business School de Il Sole 24 Ore. Ha*



*iniziato la sua carriera lavorativa collaborando con una società di consulenza multinazionale e dal 2003 lavora presso Inspiring Software in qualità di Sales Manager curando, inoltre, l’organizzazione di corsi e attività di consulenza relativi all’Ingegneria di Manutenzione.*

## gli Autori