

# Reliability Centered Maintenance e Manutenzione su Condizione e Predittiva

**Introduzione della Manutenzione su Condizione e predittiva come parte di un processo di Reliability Centered Maintenance**

Luis Felipe Sexto  
Consulente

## Essenza della Reliability Centered Maintenance

L'obiettivo principale di un processo di Reliability Centered Maintenance (RCM) consiste nel garantire che la funzionalità dei sistemi in un ben delimitato contesto operativo sia sempre allineata con quella richiesta dal proprietario o dall'utente dei sistemi stessi. Per soddisfare tale finalità, solitamente si adotta una metodologia proporzionata alle conseguenze che comporterebbe il tipo di guasto e che ovviamente ha riflessi notevoli sulle procedure di manutenzione necessarie per garantire la funzionalità del sistema aziendale di riferimento che si sta analizzando. Non tutti i processi che si qualificano RCM lo sono veramente, ma soltanto quelli che soddisfano la normativa SAE JA 1011: 1999 dove sono definiti i requisiti che un processo di manutenzione deve soddisfare affinché possa essere chiamato "processo RCM".

I modi di guasti sono definibili come gli eventi causa dei danni medesimi con la conseguente perdita di funzionalità (guasti funzionali) del sistema, apparecchio o processo oggetto di analisi. Significa cioè che ragioni di carattere tecnico od umano, come per esempio errori umani, possono portare a uno stato di non conformità, totale o parziale, dell'obiettivo richiesto dal processo analizzato. Da qui, nasce l'importanza della loro identificazione e analisi.

Questo passaggio rappresenta l'inizio del processo RCM, che richiede la descrizione degli effetti di ogni modo di guasto del sistema oggetto dell'analisi. Si completa così la prima fase del pro-

cesso RCM che altro non è che l'applicazione di un FMEA (Failure Mode and Effect Analysis).

Nella seconda fase si passa ad analizzare l'importanza di ogni modo di guasto e si definiscono le possibili attività di manutenzione. A sovrintendere la fase di scelta delle possibili attività di manutenzione vi sono due condizioni che devono essere soddisfatte congiuntamente: oltre a essere tecnicamente attuabili, devono anche essere sostenibili, ovvero deve valer la pena di realizzarle in base alle conseguenze che deriverebbero dall'eventuale guasto. Gli elementi appena esposti determinano se l'attività di manutenzione è appropriata o meno (appropriate task) alla tipologia di guasto. Vedasi **figura 1**.

I guasti non sono importanti di *per sé*, ma si per il fatto delle conseguenze che potrebbero generare. Queste conseguenze siano accettabili per l'azienda o meno?

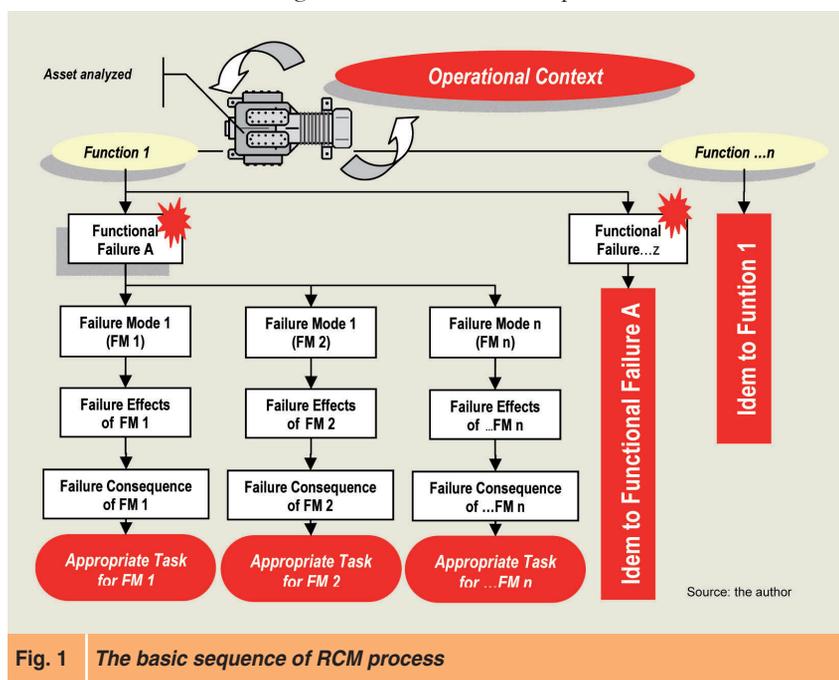


Fig. 1 The basic sequence of RCM process

La RCM individua quattro categorie di conseguenze che possono derivare da un modo di guasto, permettendo così di valutare l'importanza dello stesso. In ordine di priorità, abbiamo: conseguenze *per la sicurezza*; *per l'ambiente*; *per l'operazione* e quelle denominate come *non operazionali*, che sono vincolate con il costo dell'intervento manutentivo.

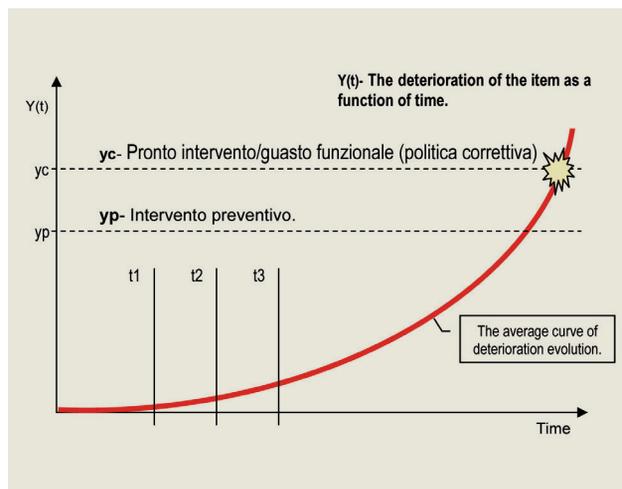
In accordo con la conseguenza principale che derivano dal modo di guasto che si sta analizzando, si potrà seguire un processo logico-decisionale per proporre l'attività - *predittiva, su condizione, preventiva ciclica, di modifica o di manutenzione a guasto* - che lo possa gestire, per tentare di minimizzare o eliminare la suddetta conseguenza.

Ogni modo di guasto esaminato dovrà disporre di un'attività per gestirlo. Inizialmente, l'attività comporta la scelta di una frequenza di esecuzione della manutenzione e di un responsabile che ne garantisca l'esecuzione. Nella **figura 1** viene sintetizzata la logica elementare del processo RCM una volta scelto il sistema di riferimento; si presuppone cioè una preventiva *analisi del sistema e della criticità*.

## Manutenzione su condizione

Lo scopo della manutenzione su condizione è quella di ridurre la probabilità che si verifichi un guasto a un livello accettabile per il proprietario o utente del sistema, attraverso l'utilizzo *efficace ed efficiente* di diverse tecniche diagnostiche. E' bene non confondere questa tipologia di manutenzione con quella predittiva che esige la presa in considerazione della vita residua del sistema analizzato; quest'ultimo concetto si ritrova ben poco nella pratica aziendale a livello mondiale.

Secondo la normativa UNI EN 13306: 2003, la manutenzione su condizione è quella *Manutenzione preventiva basata sul monitoraggio delle prestazioni di un'entità*.



**Fig. 2** The deterioration of the item as a function of time

*tà e/o dei parametri significativi per il suo funzionamento e sul controllo dei provvedimenti conseguentemente presi.* Una trend analysis, attraverso uno o più parametri diagnostici, fornisce una indicazione che mostra che il sistema o un componente è affetto da un processo di deterioramento.

I sistemi sono ispezionati, e il degrado viene valutato ai tempi **t1**, **t2**, **t3** come si vede in **figura 2**. Nel momento **yp**, si può intervenire preventivamente sul sistema analizzato con un costo **C**. Quando si arriva nel punto **yc** l'intervento assume connotazione correttiva e si avrà un costo associato **C+K**, che altro non è che il *costo di indisponibilità globale*, che include il costo totale del servizio di manutenzione a guasto, il costo di mancata produzione e di altre possibili conseguenze connesse.

L'ispezione altro non è che la *verifica della conformità mediante misurazione, osservazione, prova o rilevazione dimensionale delle caratteristiche relative a un'entità*. In definitiva, l'ispezione serve per controllare l'evoluzione da quelle che vengono considerate *condizioni stabili* alle *condizioni limite* di funzionalità del sistema oggetto di studio.

All'aumentare della frequenza delle ispezioni diminuisce il costo derivante dai guasti in quanto diminuisce il numero di guasti stessi, ma prima di affermarlo come *magister dixit* con la RCM occorre operare anche un'analisi costo/beneficio che dia risultati favorevoli. Ne consegue che l'ispezione con frequenza data non è sempre *un'attività appropriata* per ogni contesto e situazione in base alla logica RCM.

## P-F interval e manutenzione su condizione e predittiva

Richiedendo nuovamente aiuto alla UNI EN 13306: 2003, la manutenzione predittiva è considerata *Manutenzione su condizione eseguita in seguito a una previsione derivante dall'analisi e dalla successiva valutazione dei parametri significativi afferenti al degrado dell'entità d'analisi*.

La frequenza di un'attività su condizione e/o predittiva deriva dall'intervallo **P-F**, ovvero è in funzione del periodo (**T<sub>P-F</sub>**) tra una condizione di *guasto Potenziale* e l'avvenimento del *guasto Funzionale*; lo si può osservare nella **figura 3**, dove  $\Delta T$  è l'intervallo fra ispezioni. A questo punto, ci si dovrà chiedere se la nostra frequenza d'ispezione è conveniente, se è adeguata.

I criteri tecnici di applicazione della *manutenzione su condizione* come parte della RCM determinano il processo di ispezione (l'ispezionabilità), che deve rispondere affermativamente almeno alle domande seguenti:

- La condizione di guasto potenziale è identificabile? At-

traverso la misura della prestazione o di parametri significativi.

- Sono fissati dei livelli di allerta e di allarme per ogni parametro significativo che viene misurato?
- L'intervento è possibile prima che accada il guasto funzionale?

Un'attività predittiva, invece, è tecnicamente realizzabile se le risposte alle seguenti domande sono sempre affermative:

La condizione di guasto potenziale è identificabile?

L'intervallo **P-F** ( $T_{P,F}$ ) è stabile e conosciuto?

L'intervento è possibile in un tempo minore di  $T_{P,F}$ ?

Per quanto riguarda i criteri di sostenibilità: se si tratta di un *guasto evidente* con conseguenze sulla sicurezza o sull'ambiente, sarà sostenibile l'attività su condizione o predittiva che permette di individuare il guasto funzionale in tempo. Se, invece, si è in presenza di un *guasto nascosto*, bisogna che l'attività su condizione sia capace di diminuire la probabilità che si verifichi un *guasto multiplo*.

Se diversamente le conseguenze non riguardano né la sicurezza né l'ambiente, la sostenibilità della manutenzione su condizione e/o predittiva si sviluppa attuando un confronto tra il costo dell'attività di manutenzione proposta e il costo del *guasto funzionale*.

Allo stesso modo nel caso di *guasto nascosto*, il costo dell'attività di manutenzione deve essere minore al costo del *guasto multiplo* sommato al costo di correzione del *guasto nascosto*.

La RCM mette in risalto la distinzione tra i concetti di guasto evidente, nascosto e multiplo. Un *guasto evidente* è un modo di guasto che di per sé si presenta in maniera evidente al personale. Risulta essenziale il particolare trattamento della RCM ai dispositivi di sicurezza del macchinario.

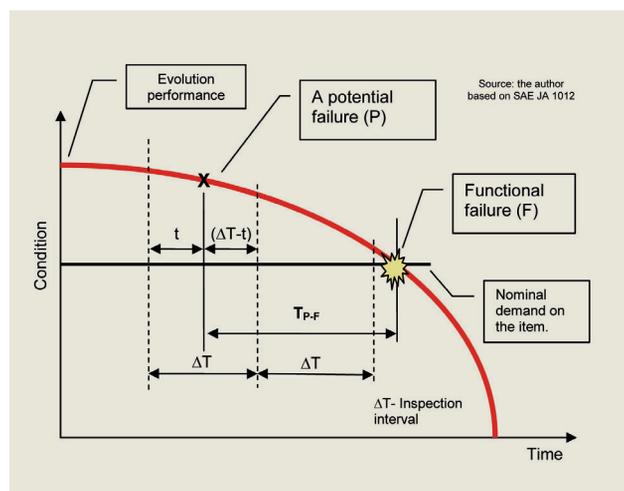


Fig. 3 The P-F Interval

Al contrario, un *guasto nascosto* è caratterizzato da *effetti che non risultano evidenti* per il personale in condizioni normali di operatività.

Infine un *guasto multiplo* si verifica quando una funzione protetta (grazie a dispositivi di sicurezza, qualunque essi siano) è guasta, essendo anche guasto il suo dispositivo o sistema di protezione.

I concetti di manutenzione predittiva e su condizione possono sembrare uguali, ma si caratterizzano per una grande differenza: con la manutenzione su condizione la *prevenzione* si basa su un sintomo premonitore che indica se si deve effettuare un intervento; con la manutenzione predittiva la *previsione* si basa su una stima della vita residua del sistema che si analizza.

## Conclusioni

La RCM *mantiene la funzionalità* di un particolare *contesto operativo* del macchinario e non al macchinario stesso. Un processo RCM conduce a dare delle risposte alle seguenti incognite: cosa fare? Con quale frequenza? Chi è responsabile ad effettuare l'attività o interventi manutentivi? Si opera in modo da non lasciare spazio a un *guasto improvviso*, a meno che si permetta espressamente in seguito a un'analisi degli effetti e delle conseguenze.

Secondo la RCM un modo di guasto può avere natura tecnica ed umana. Sarà compito quindi dei processi di pianificazione e programmazione rispondere anche alla domanda su quando e con quale priorità e risorse intervenire. La normativa SAE JA 1011 stabilisce i requisiti per poter affermare che un processo RCM sia veramente RCM.

La manutenzione su condizione è un'attività prevista dalla RCM, ma non sempre è appropriata; per tale ragione occorre effettuare la verifica dei requisiti che devono soddisfare una manutenzione su condizione per poter affermare che essa sia possibile e fattibile. Agendo in modo difforme è possibile sbagliare con la conseguente perdita di efficacia ed efficienza della manutenzione.

E' importante sottolineare che il concetto di manutenzione predittiva sembra ma non è sinonimo di manutenzione su condizione. Le due politiche di manutenzione sono sempre correlate al degrado, ma la prima deve poter valutare la vita residua del sistema, mentre la seconda si basa sul raggiungimento di una soglia di allerta e/o allarme. Entrambe sono parte del processo di scelta logico-decisionale della RCM, insieme ai restanti metodi di manutenzione conosciuti.

Per poter affermare che una manutenzione su condizione o predittiva è appropriata come parte di un processo RCM, devono essere soddisfatte due condizioni: che la loro esecuzione sia *fattibile tecnicamente* e *che meriti di essere fatta*, secondo una serie di criteri derivati dalle con-

il portale ufficiale  
della manutenzione industriale!

# Adesso live!



- Articoli tecnici
- News del settore
- Fiere
- Congressi ed Eventi convenistici
- SLI - Servizio lettori immediato
- Guida agli acquisti - La directory on line

Oltre **5000** categorie di prodotti e più di **40.000** suppliers di componenti e **servizi**

## Nuovo!

Il **nuovo** punto di riferimento "**on-line**" per i responsabili della **manutenzione industriale**

# www.manutenzione-online.com

sequenze di ogni modo di guasto fondamentale e probabile del sistema che si analizza.

Infine, con la RCM ogni modo di guasto controllato deve avere un'attività per gestirlo senza dimenticare che si tratta di un processo dinamico di miglioramento continuo. ■

### Bibliografia

Furlanetto, Luciano. Manuale di manutenzione degli impianti industriali e servizi. FrancoAngeli s.r.l. 2a edizione, 1999, Milano, Italy.

Sexto, Luis Felipe. La creatividad en acción, TRIZ y RCM entre el reto innovador y la necesidad industrial. **Proceedings** del Primer Congreso Iberoamericano de Innovación Tecnológica, Puebla, México (4 al 7 de septiembre, 2006).

Sexto, Luis Felipe. Elementos de la aplicación piloto de los principios del RCM. Un caso de estudio. **Proceedings** del IV congreso cubano de Ingeniería de Mantenimiento, La Habana, Cuba (28 nov al 1 diciembre de 2006).

SAE JA 1011: 1999. Evaluation criteria for Reliability Centered Maintenance (RCM) Processes.

UNI EN 13306: 2003. Manutenzione – Terminologia.

Luis Felipe Sexto, è consulente e professore Universitario associato del Centro di Studi di Ingegneria della Manutenzione dell'Università Politecnica dell'Avana. Laurea in Ingegneria Meccanica (1998), Master di Ingegneria in Manutenzione Meccanica (2003). Consulente per la Manutenzione ordinaria e preventiva su condizione e predittiva e l'eliminazione dei danni sui processi produttivi, Reliability Centered Maintenance (RCM-SAE JA 1011), Ambiente, Sicurezza, Qualità e manutenzione nel settore dell'industria manifatturiera e dei servizi. Sistemi di gestione per la Qualità ISO



9001:2000, della sicurezza OSHAS 18001: 1999 ed ambiente ISO 14001: 1996. Consulente, relatore e coordinatore di corsi di formazione interna presso varie società quali ad esempio: Petrolio di Cuba (CUPET), Gruppo Hotelero Sol de Plata S.A- Punta Cana, Puerto Plata, Repubblica Dominicana. Falconbridge Dominicana S.A -Processo di ferroniquel -Repubblica Dominicana. TDE S.A (Transportadora de electricidad de Bolivia, sede Central-Cochabamba- Bolivia). Moa Niquel S.A. -Processo di ferroniquel, Cuba. Transredes S.A -Transportadora de Hidrocarburos boliviana. Bolivia.

**l'Autore**

**Per scaricare  
l'articolo  
[www.manutenzione-online.com](http://www.manutenzione-online.com)**