



## Partecipazione e sicurezza nelle politiche di manutenzione.

Paolo Gentile

Roma 13 maggio 2014

### **Introduzione**

**Il paradigma**: L'ergonomia, "disciplina che studia le condizioni e l'ambiente di lavoro per adattarli alle esigenze psico-fisiche del lavoratore", deve tendere a realizzare un ambiente di lavoro dove sia assente ogni fattore nocivo e siano soddisfatte le esigenze dell'uomo. Per realizzare questo obiettivo l'ergonomia deve esaltare il suo carattere partecipativo.

Il metodo di analisi e progettazione dell'ergonomia, si fonda su tre caratteri peculiari: globalità, interdisciplinarietà e partecipazione; trascurare uno solo di questi tre elementi significa non fare buona ergonomia. Occorre che i lavoratori entrino a pieno titolo nelle équipes interdisciplinari portandovi il loro punto di vista, occorre prevedere ed incentivare il coinvolgimento e l'ascolto dei lavoratori che dovrebbero essere considerati protagonisti corresponsabili e codeterminanti delle soluzioni progettuali.

**La manutenzione è**: una filosofia gestionale, un obbligo di legge, il risultato di un processo storico.

## 1. La manutenzione è: una filosofia gestionale.

Negli ultimi cinquanta anni abbiamo assistito ad un *“crescente allargamento del concetto di manutenzione, da processo demandato al mantenimento in efficienza dei sistemi, [...] a strumento di miglioramento e innovazione continua in un contesto sostenibile di impiego delle risorse. La manutenzione diventa così una scienza di confine fra ingegneria, tecnologia e filosofia dello sviluppo, che le conferisce una dimensione etica e un insieme di valori, che mirano all'eliminazione degli sprechi e alla responsabilizzazione dei comportamenti”*. (A.I.Man)

Nel 1970 la British Standards Institution (l'ente normatore inglese) definisce il termine *“Terotecnologia”* (dal greco conservare, prender cura di), una nuova disciplina che si sta affermando, la cui definizione è la seguente: Terotecnologia è una combinazione di gestione, finanza, ingegneria e altre pratiche applicate ai beni fisici in esercizio per perseguire un economico costo del ciclo di vita. Si occupa con le specifiche e la progettazione dell'affidabilità e manutenibilità di impianti, macchinari, attrezzature, edifici e strutture, della loro installazione, messa in servizio, manutenzione, modifica e sostituzione, attraverso valutazioni e informazioni sul progetto, le prestazioni e i costi.

Uno degli elementi che maggiormente caratterizzerà le società avanzate sarà proprio lo sviluppo della cultura manutentiva e dell'approccio terotecnologico, sia all'interno delle imprese che nella gestione dei beni collettivi.

La terotecnologia è una disciplina che studia l'attività di pianificazione che consiste nel definire criteri e modalità di manutenzione al momento della scelta di un sistema.

Sono variabili terotecnologiche:

- affidabilità,
- manutenibilità,
- costruzione,
- avviamento,
- tipo di manutenzione,
- lunghezza della vita.

La conoscenza delle variabili terotecnologiche permette di stabilire la struttura organizzativa e le politiche di manutenzione nei confronti di sistemi che devono produrre secondo certi livelli qualitativi e di disponibilità<sup>1</sup>.

Dedicare una quota del fatturato allo studio e alla progettazione di queste variabili diventerà per i costruttori di macchine e impianti, un vantaggio competitivo, nei confronti di coloro che non saranno in grado di investire in questa direzione, per mancanza di Know-how e di cultura manutentiva.

La conoscenza del ciclo di vita di macchine e impianti, del costo di possesso e la padronanza delle tecniche affidabilistiche, diventano le nuove sfide per il management: non raccogliere queste sfide può significare scivolare inevitabilmente ad un ruolo subalterno rispetto i propri competitors.

Le due variabili terotecnologiche che maggiormente incidono nella definizione del L.C.C. (life cycle cost) sono l'affidabilità e la manutenibilità. E' stato autorevolmente affermato che *“l'incremento delle caratteristiche di affidabilità e manutenibilità (in sede progettuale) comporta normalmente un incremento dei costi di investimento ed una diminuzione dei costi di esercizio; da un punto di vista matematico ci troviamo di fronte ad un classico problema di "ottimizzazione" concernente la scelta dei livelli di affidabilità e manutenibilità, da conferire al prodotto, che rendano minimo il L.C.C.”*<sup>2</sup>.

In realtà i valori di affidabilità e manutenibilità così individuati vanno considerati obiettivi minimi da realizzare, in quanto: non tutti i costi sono in realtà quantificabili; il ciclo di vita non sempre corrisponde a quello ipotizzato; a volte è necessario cautelarsi; contro

1 L.Furlanetto e M. Cattaneo, *Manutenzione a costo zero*, IPSOA, 1986.

2 L.Furlanetto e M. Cattaneo, Op.cit.

eventuali guasti indesiderati, non valutabili esclusivamente in termini economici. Con il termine "affidabilità" viene indicata oltre che una proprietà degli oggetti, una disciplina molto ampia che fa uso di tecniche di matematica, di ingegneria, di management. I due problemi principali di questa disciplina sono:

- la conoscenza della affidabilità come variabile dipendente dal tempo,
- la conoscenza della affidabilità come variabile dipendente dagli stress, siano essi elettrici, da condizioni ambientali, ecc.

Anche con il termine manutenibilità viene indicata sia una disciplina che una proprietà degli oggetti. Infatti con manutenibilità si indica: *"una caratteristica del progetto e della installabilità di un oggetto; essa viene espressa come la probabilità di riparare un dato sistema in un dato tempo allorché le azioni di manutenzione sono attuate in accordo alle procedure e risorse prescritte (oltre che la riparabilità si può considerare anche la conservabilità attraverso azioni di manutenzione preventiva o conservativa)"*<sup>3</sup>

*"Una valutazione rapida del grado o livello di manutenibilità, senza procedere alla previsione di caratteristiche di manutenibilità, può essere eseguita utilizzando liste di regole che devono essere rispettate per ottenere una buona manutenibilità. Queste liste vengono normalmente basate su quella che è l'esperienza aziendale, oppure su documenti ufficiali"*<sup>4</sup>.

Nella definizione di terotecnologia, così come per le definizioni di affidabilità e manutenibilità, emergono la centralità dei caratteri ergonomici (globalità, interdisciplinarietà, partecipazione). Coinvolgere i lavoratori nell'analisi delle caratteristiche strutturali di un impianto e nella riorganizzazione del lavoro, aiuta a migliorare la manutenibilità e affidabilità degli impianti, permette di individuare eventuali caratteristiche progettuali disergonomiche e disergonomie tra organizzazione formale ed informale.

Affidabilità e manutenibilità possono anche essere peggiorate da un uso non corretto degli impianti, da carenze della documentazione, dell'addestramento, dell'analisi dei guasti da realizzare con il coinvolgimento dei lavoratori.

---

3 G.Mattana, *Qualità, Affidabilità, Certificazione*, Angeli, Milano, 1986

4 L.Furlanetto e M. Cattaneo, Op.cit.

## 2. La manutenzione è un obbligo di legge.

Il D.LGS.81/08 si occupa diffusamente di manutenzione:

tra le misure generali di tutela l'art. 15 alla lettera z) indica *“la regolare manutenzione di ambienti, attrezzature, impianti, con particolare riguardo ai dispositivi di sicurezza in conformità alla indicazione dei fabbricanti”*.

L'art. 64 tra gli obblighi del datore di lavoro in relazione ai luoghi di lavoro ricorda *“il datore di lavoro provvede affinché:*

*c) i luoghi di lavoro, gli impianti e i dispositivi vengano sottoposti a regolare manutenzione tecnica e vengano eliminati, quanto più rapidamente possibile, i difetti rilevati che possano pregiudicare la sicurezza e la salute dei lavoratori;*

*d) i luoghi di lavoro, gli impianti e i dispositivi vengano sottoposti a regolare pulitura, onde assicurare condizioni igieniche adeguate;*

*e) gli impianti e i dispositivi di sicurezza, destinati alla prevenzione o all'eliminazione dei pericoli, vengano sottoposti a regolare manutenzione e al controllo del loro funzionamento”*.

Anche nell'uso delle attrezzature di lavoro l'art. 70 impone al datore di lavoro di mettere a disposizione del lavoratore attrezzature *“conformi alle specifiche disposizioni legislative e regolamentari di recepimento delle direttive europee di prodotto e, in mancanza di queste, devono essere conformi ai requisiti generali di sicurezza”*. Proseguendo con l'art. 71 il datore di lavoro all'atto della scelta delle attrezzature di lavoro deve prendere in considerazione:

*“a) le condizioni e le caratteristiche specifiche del lavoro da svolgere;*

*b) i rischi presenti nell'ambiente di lavoro*

*c) i rischi derivanti dall'impiego delle attrezzature stesse;*

*d) i rischi derivanti da interferenze con le altre attrezzature già in uso”*.

La valutazione del rischio attrezzature di lavoro deve riguardare, oltre l'analisi dei macchinari messi a disposizione dei lavoratori:

- l'installazione e la messa in funzione;

- la formazione e l'addestramento dei lavoratori incaricati;

- la manutenzione ordinaria e straordinaria;

- la tenuta della documentazione di legge (attestati di conformità, manuali d'uso, registri di manutenzione).

### 2.1 Manutenzione e sicurezza

Se la manutenzione deve aderire a quella filosofia gestionale indicata nel manifesto culturale dell'A.I.Man, se deve rispondere alle prescrizioni legislative, allora occuparsi di manutenzione presuppone:

- lo sviluppo di una cultura aziendale che metta ai primi posti il rispetto dei vincoli legislativi in materia di sicurezza a cui è sottoposta l'azienda (i processi di Gestione e Controllo delle attività di manutenzione devono recepire le norme e leggi vigenti);

- che il controllo dei costi, il coinvolgimento e l'orientamento alla sicurezza, diventino il pilastro della cultura aziendale, da condividere per essere impiegati come driver di sviluppo dei processi;

- si persegua e condivida all'interno dell'azienda una logica di miglioramento continuo sulle tematiche ambientali e di sicurezza.

L'attività di manutenzione e la sicurezza sono strettamente correlate per almeno quattro aspetti:

#### 2.1.1 La sicurezza durante i lavori di manutenzione

Un problema che si riferisce soprattutto ad impianti dove si trattano sostanze tossiche,

inflammabili o esplosive, ma anche lavori su impianti elettrici, in spazi confinati, in quota, ecc; questi lavori comportano una serie di cautele e il rispetto di procedure di sicurezza, oltre ad una adeguata qualificazione degli operatori.

Per questi lavori in genere sono previsti dei permessi di lavoro. Lo scopo di questi permessi di lavoro è di evidenziare le condizioni di pericolosità delle macchine su cui si va ad operare e le necessarie precauzioni da osservare prima, durante e dopo l'esecuzione del lavoro stesso, sia da parte dei manutentori che da parte degli operatori di impianto.

Permessi di lavoro vengono utilizzati anche per lavori affidati ad imprese esterne.

L'addestramento del personale sulle caratteristiche delle sostanze pericolose processate e sui rischi specifici degli impianti, è un elemento fondamentale per esigere un corretto comportamento.

Quando è necessario, il personale viene fornito di mezzi di protezione personale: elmetto, guanti, occhiali, stivali o scarpe da lavoro, maschere, ecc.

La manutenzione è un'attività poco ripetitiva, i rischi a cui si espongono gli addetti sono variabili e non sempre prevedibili a priori in sede di DVR. Per sua stessa natura è un'attività pericolosa perché comporta fasi come la ricerca guasti, le verifiche di funzionamento, i collaudi ecc. in cui necessariamente chi interviene su macchine e impianti opera in condizioni di sicurezza ridotte.

### **2.1.2 Le verifiche di sicurezza degli impianti**

Il mantenimento delle condizioni di sicurezza degli impianti comporta programmi di controlli periodici delle parti critiche. La corretta e completa esecuzione degli interventi di manutenzione influisce direttamente sulla sicurezza di chi poi dovrà utilizzare quel macchinario od impianto.

### **2.1.3 La manutenzione correttiva**

Interventi migliorativi su impianti e macchinari per realizzare modifiche rispetto il progetto iniziale e migliorarne la progettazione; possono essere di tre tipi:

- Misure tecniche: protezioni e barriere più adeguate, organi di comando, di regolazione e di emergenza in posizioni più consone, etc. Non devono pregiudicare le caratteristiche e la funzionalità di macchina originarie. In caso contrario la macchina va ricertificata dal produttore e da chi effettua gli interventi di modifica.

- Misure procedurali e/o organizzative: qualora le azioni tecniche non siano sufficienti è necessario intervenire con azioni procedurali (procedure di lavoro, istruzioni operative specifiche, etc.) per regolamentare e controllare i comportamenti degli operatori sull'uso della macchina in quelle operazioni in cui il rischio è da considerarsi "non accettabile".

- Misure formative: il datore di lavoro, oltre ad effettuare la formazione e l'addestramento sull'uso della macchina, deve promuovere azioni formative sulle misure procedurali stabilite per ridurre i rischi lavorativi.

### **2.1.4 Durante le attività di manutenzione si creano interferenze**

Tra i manutentori e i lavoratori di altre aziende (art.26 del D.Lgs.81/2008) ma anche con i lavoratori della stessa azienda addetti ad altre lavorazioni, queste interferenze non sempre sono prevedibili in fase di valutazione dei rischi.

### **3. La Manutenzione è frutto di un processo storico.**

La forma più arcaica di manutenzione è la riparazione a guasto avvenuto, che agli albori della società industriale, era spesso affidata agli operatori stessi della macchina, gli unici ad avere dimestichezza con il macchinario.

A cavallo tra il XIX e il XX secolo le conquiste tecnologiche consentirono di sostituire le macchine universali flessibili (i torni, le frese, le alesatrici, i trapani) con macchine specializzate nella produzione di un solo particolare: la qualificazione tecnica scompare, altri (addetti alla manutenzione) la ripareranno nel caso di guasti o disfunzioni

Oggi la manutenzione a guasto avvenuto, seppure presente in tutte le realtà produttive, è tipica di aziende dove le macchine hanno automatismi modesti, sono poche, e i processi discontinui. Consiste nell'intervento a posteriori sul guasto, quando questo si è già verificato.

#### **3.1 Manutenzione preventiva**

L'immagine della manutenzione cambierà solo sull'onda dei problemi creati dalla meccanizzazione e dai processi organizzativi di razionalizzazione della produzione. La manutenzione si rende conto che non è sufficiente riparare, a guasto avvenuto, ma bisogna prevenire. Lo scientific management e l'introduzione della catena di montaggio avevano permesso la crescita esponenziale della produzione, ora una fermata degli impianti, dovuta a rottura, diventava un danno economico rilevante sia per le perdite di produzione che per il danno alla qualità dei prodotti.

##### **3.1.1 Manutenzione preventiva a tempo o "hard time"**

Si prefigge di prevenire le possibili avarie, intervenendo con la sostituzione dopo un certo numero di ore di funzionamento, prefissate secondo dati storici, del componente indipendentemente da una valutazione del suo stato. E' una politica di manutenzione tipica di aziende dove è necessario realizzare obiettivi qualitativi e di sicurezza, con alti costi.

##### **3.1.2 Manutenzione opportunistica**

Consiste nel cogliere il momento di disponibilità del macchinario per intervenire. Non si tratta in questo caso né di subire passivamente il guasto, né di volerlo prevenire in base ad una presunta o reale conoscenza dello stato del macchinario ma piuttosto di pianificare gli interventi ispettivi e di sostituzione nei periodi previsti, di fermata degli impianti.

##### **3.1.3 Manutenzione preventiva "secondo condizione", predittiva, sintomatica o "on condition"**

E' necessario valutare lo stato del macchinario per poter intervenire nel momento di assoluta necessità; si tratta di predisporre un sistema di ispezioni opportunamente pianificate e controlli sulle macchine, che consentano di fare diagnosi precoci e possano prevenire il guasto. "Il personale tecnico effettua giornalmente (o con periodicità prefissata) dei controlli sulle macchine secondo percorsi e programmi definiti. Il tecnico rileva un insieme di dati relativi alle macchine lungo il percorso seguito e svolge una prima diagnosi macroscopica di eventuali criticità. Se i rilievi quotidiani suonano come un allarme, o suggeriscono la presenza di un malfunzionamento si richiede l'intervento tecnico.

Possono essere utilizzati come occasione di ispezione anche gli interventi per lubrificazioni, pulizie degli impianti od altre attività per le quali necessiti un periodico accesso sulle componenti da ispezionare; componenti sulle quali si possono effettuare controlli visivi, acustici o con particolari strumenti per la rilevazione di vibrazioni,

surriscaldamento od altri parametri.

### **3.1.4 Manutenzione condition monitoring**

Lo sviluppo dell'elettronica, dell'automazione e la rivoluzione informatica, ha cambiato negli ultimi 40 anni la nostra vita quotidiana con una velocità che non ha precedenti: reso necessarie e possibili nuove forme di organizzazione del lavoro, e incentivato lo sviluppo di nuove modalità di manutenzione, di strumenti più sofisticati che portano allo sviluppo di tecniche ispettive condition monitoring.

Un affinamento della manutenzione on condition, si attua generalmente attraverso webcam, sensori elettronici ed informatici applicati nelle zone da controllare, in grado di rilevare, registrare e diffondere in tempo reale, con l'ausilio del computer, i dati che si è deciso di tenere sotto controllo, di effettuare autodiagnosi e rilevare componenti eventualmente guasti, ispezionare impianti controllati a distanza. Questo approccio, "può definirsi come l'attuazione di una costante sorveglianza, che persegue due obiettivi: garantire sicurezza ed efficienza del complesso e raccogliere informazioni per pianificare la gestione degli interventi di manutenzione e revisione"

### **3.2 Tecniche di telelavoro nelle attività manutentive**

Le nuove tecnologie informatiche e telematiche e lo sviluppo della robotica, permettono oggi di utilizzare tecniche di telelavoro anche nelle attività manutentive: le macchine comandate da programmi informatici possono essere collegate in rete, controllate, si possono effettuare diagnosi che permettono di ripararle a distanza, senza la necessità dell'intervento diretto del manutentore, o con necessità ridotte di intervento umano.

Per la manutenzione a distanza è possibile stabilire una "vicinanza virtuale" tra il bene da mantenere e chi vi deve provvedere: le informazioni relative allo stato del bene vengono trasmesse al "manutentore" che, dopo aver stabilito le azioni da svolgere, le trasmette nuovamente al bene.

### **3.3 Terziarizzazione dei servizi di manutenzione**

Trasferire all'esterno, quella parte di valore aggiunto non strategico per l'impresa: "quando organizzare il servizio di manutenzione diventa antieconomico per le caratteristiche proprie della singola impresa, si può ricorrere al costruttore dell'impianto, che fornisce assistenza tecnica ai clienti, per l'installazione, la messa in esercizio e la manutenzione, con reparti di service, o ad imprese detentrici di know-how la cui attività specifica è appunto quella della manutenzione".

### **3.4 Manutenzione migliorativa o correttiva**

Ottimizza gli interventi di manutenzione e la funzionalità del macchinario o dell'impianto intervenendo anche sulle caratteristiche di progetto; si basa soprattutto sull'esperienza acquisita dal personale sugli impianti. La sua filosofia consiste nel continuo miglioramento delle condizioni dell'impianto attraverso uno studio approfondito del comportamento di tutti i suoi componenti durante la produzione.

Nuove modalità di raccolta delle informazioni possono permettere ai lavoratori/utilizzatori di un macchinario di essere consultati ed intervenire partecipando alla ri-progettazione migliorativa o correttiva.

### **3.5 I sistemi di gestione della manutenzione**

Un patto tra il produttore, i suoi progettisti, e gli utilizzatori di un impianto (o di un bene) può permettere di affrontare i problemi con risultati positivi: la consultazione, la

partecipazione e la condivisione delle idee, realizzate anche grazie alle tecnologie della comunicazione può essere il valore aggiunto dei moderni impianti industriali progettati secondo un approccio ergonomico che metta al centro delle organizzazioni l'utilizzatore e la sua visione.

La consapevolezza di dover ricorrere a sistemi informativi e di gestione informatizzati delle attività manutentive nasce dalla constatazione che la maggiore complessità organizzativa, la quantità di informazioni che occorre gestire rende complicato utilizzare i tradizionali strumenti di gestione.

### **3.6 Un fattore di vantaggio competitivo**

Nella progettazione di impianti e prodotti l'uso della rete per realizzare una progettazione "open source", può fare la differenza anche in termini di usabilità, attraverso la capacità di incorporare nel progetto i punti di vista e le esperienze degli utilizzatori.

La partecipazione nella rete di comunità di utilizzatori, con caratteristiche diverse, che operano in contesti diversi e che hanno scopi diversi, può far crescere la capacità di progettazione ad hoc, non standardizzata, mirata sulle esigenze del cliente.

Questa modalità progettuale può permettere:

- analisi della popolazione utente e dei compiti che essi devono eseguire in un dato contesto applicativo;
- valutazione delle funzioni del sistema e i test di accettabilità;
- preparazione della popolazione utente alla introduzione di versioni del prodotto più evolute.