

MAINTENANCE MANAGEMENT

# Progettare e gestire il sistema di manutenzione

Esperienze industriali di successo

**Marco Macchi,  
Gianluigi Turconi** (a cura di)

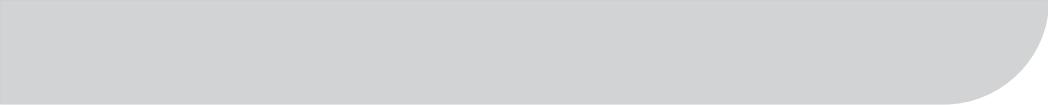


**FRANCOANGELI**

## **Am** - La prima collana di management in Italia

Testi advanced, approfonditi e originali, sulle esperienze più innovative  
in tutte le aree della consulenza manageriale,  
organizzativa, strategica, di marketing, di comunicazione,  
per la pubblica amministrazione, il non profit...





**Marco Macchi,**  
**Gianluigi Turconi** (a cura di)

# Progettare e gestire il sistema di manutenzione

Esperienze industriali di successo



**FRANCOANGELI**

Copyright © 2010 by FrancoAngeli s.r.l., Milano, Italy.

*L'opera, comprese tutte le sue parti, è tutelata dalla legge sul diritto d'autore. L'Utente nel momento in cui effettua il download dell'opera accetta tutte le condizioni qui sotto previste. All'Utente è concessa una licenza d'uso dell'opera secondo quanto così specificato:*

1. L'Utente è autorizzato a memorizzare l'opera sul proprio pc o altro supporto sempre di propria pertinenza attraverso l'operazione di download. Non è consentito conservare alcuna copia dell'opera (o parti di essa) su network dove potrebbe essere utilizzata da più computer contemporaneamente;
2. L'Utente è autorizzato a fare uso esclusivamente a scopo personale (di studio e di ricerca) e non commerciale di detta copia digitale dell'opera. Non è autorizzato ad effettuare stampe dell'opera (o di parti di essa).  
Sono esclusi utilizzi direttamente o indirettamente commerciali dell'opera (o di parti di essa);
3. L'Utente non è autorizzato a trasmettere a terzi (con qualsiasi mezzo incluso fax ed e-mail) la riproduzione digitale o cartacea dell'opera (o parte di essa);
4. è vietata la modificazione, la traduzione, l'adattamento totale o parziale dell'opera e/o il loro utilizzo per l'inclusione in miscellanee, raccolte, o comunque opere derivate.

---

# Indice

<b>Presentazione</b> , di <i>Vincenzo Crapanzano</i>	pag.	9
<b>Prefazione</b> , di <i>Marco Macchi e Gianluigi Turconi</i>	»	11
<b>Ringraziamenti</b>	»	19
<b>Curriculum vitae</b>	»	21
<b>1. Valutazione del livello di sicurezza integrata nella progettazione di un impianto di frazionamento aria</b> , di <i>Antonio Pace</i>	»	25
1. Premessa e scopo	»	25
2. Concetti base delle norme IEC 61508 e 61511	»	26
3. Il Safety Integrity Level (SIL)	»	28
4. Descrizione dell'impianto criogenico di frazionamento aria	»	29
5. L'analisi di rischio dell'impianto	»	30
5.1. Il modello dell'architettura hardware	»	30
5.2. La Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)	»	31
5.3. Il calcolo del SIL per la configurazione base	»	32
5.4. Il calcolo del SIL al variare della configurazione e degli intervalli di test	»	34
6. Considerazioni conclusive	»	36
<b>2. Miglioramento dell'affidabilità di un impianto di laminazione di tubi in acciaio di piccolo diametro</b> , di <i>Alessandro Valle</i>	»	39
1. Premessa e scopo	»	39
2. Il contesto organizzativo	»	41
3. Il progetto di miglioramento dell'affidabilità	»	42
3.1. L'impianto in esame	»	43
3.2. La metodologia di miglioramento FMECA	»	45
3.3. Esempi di azioni correttive	»	50

3.4. Risultati finali del progetto di miglioramento	pag.	53
4. Considerazioni conclusive	»	53
<b>3. Recupero di efficienza nella macchina incartona- trice di una linea di confezionamento, di Lidia Galbiati</b>	»	55
1. Premessa e scopo	»	55
2. Il master plan del progetto	»	56
3. Descrizione della macchina incartona- trice	»	58
4. Pulizia e cartellinatura per il ripristino delle condizioni	»	59
4.1. Pulizia totale	»	59
4.2. Cartellinatura	»	60
5. Analisi e riduzione delle microfermate e dei guasti	»	60
5.1. Individuazione dei modi di microfermata	»	60
5.2. Analisi delle cause e proposta di azioni correttive	»	62
5.3. Individuazione dei modi di guasto	»	64
5.4. Analisi delle cause e proposta di azioni preventive	»	65
6. Considerazioni conclusive	»	69
<b>4. Gestione tecnica ed economica della manutenzio- ne per una linea di controlli non distruttivi di tubi in acciaio, di Damiano Riva</b>	»	71
1. Premessa e scopo	»	71
2. Il controllo tecnico ed economico	»	72
2.1. Struttura del budget di manutenzione	»	72
2.2. Indicatori di prestazione tecnica	»	73
2.3. Indicatori di prestazione economica	»	74
3. I sistemi di raccolta e gestione dei dati	»	74
3.1. La codifica degli impianti	»	75
3.2. Il sistema di raccolta e gestione dei dati tecnici	»	77
3.3. Il sistema di raccolta e gestione dei dati economici	»	78
4. Analisi affidabilistica, piani e budget di manutenzione	»	78
4.1. Raccolta, analisi e revisione dei dati di guasto	»	78
4.2. Individuazione della macchina critica della linea	»	79
4.3. Individuazione dei guasti critici	»	80
4.4. Definizione dei piani di manutenzione	»	82
4.5. Valutazione economica delle politiche manutentive	»	82
4.6. Stesura del budget tecnico ed economico	»	84
5. Considerazioni conclusive	»	86
<b>5. Progettazione delle politiche di gestione dei mate- riali di manutenzione, di Gennaro Puppo</b>	»	87
1. Premessa e scopo	»	87
1.1. Stato della gestione dei materiali di manutenzione	»	89

2. Il master plan del progetto	pag.	89
3. Codifica dei materiali	»	90
4. Classificazione dei materiali	»	92
4.1. Analisi dei fabbisogni pianificabili	»	94
4.2. Analisi di fattibilità economica	»	96
5. Dimensionamento delle scorte di materiali	»	98
6. Considerazioni conclusive	»	100
<b>6. Sistema per la gestione della messa in sicurezza impianti durante la manutenzione programmata e le emergenze, di Ettore Martinelli</b>	»	103
1. Premessa	»	103
2. Gli obiettivi del progetto	»	104
3. Analisi degli infortuni ed incidenti	»	105
4. Il metodo di lavoro e i risultati ottenuti	»	108
4.1. Messa in sicurezza per attività programmate	»	108
4.2. Messa in sicurezza per attività di emergenza	»	110
5. Dispositivi di blocco dell'impianto	»	113
5.1. Sistema manuale	»	113
5.2. Sistema automatico	»	114
6. Considerazioni conclusive	»	115
<b>7. Riprogettazione del servizio post-vendita con creazione di un contratto di manutenzione per il cliente, di Marco Lideo</b>	»	117
1. Premessa e scopo	»	117
2. La strategia di prodotto-servizio venduto al cliente	»	118
3. Re-engineering della funzione manutenzione	»	119
3.1. I contratti di manutenzione	»	119
4. Analisi dei dati di manutenzione di un cliente tipo	»	120
4.1. Analisi dei guasti macchina	»	121
4.2. Calcolo delle ore previste nel contratto di manutenzione	»	123
4.3. Analisi del consumo di parti di ricambio	»	125
4.4. Calcolo delle parti di ricambio per il contratto Bobstcare	»	126
5. Creazione del contratto di manutenzione service e full	»	127
5.1. Creazione del contratto di manutenzione Servicecare	»	127
5.2. Creazione del contratto di manutenzione Bobstcare	»	127
6. Considerazioni conclusive	»	129
<b>8. Contratto di service per la riduzione dei consumi energetici relativi al vettore aria compressa, di Alexander Corrà</b>	»	131
1. Premessa e scopo	»	131

2. Lo stato corrente e gli obiettivi per la gestione futura	pag. 132
2.1. La gestione dell'aria compressa in TenarisDalmine	» 133
2.2. La produzione e distribuzione dell'aria compressa	» 134
2.3. Lo stato corrente e il piano di miglioramento	» 135
3. I risultati del primo anno di contratto	» 137
4. La revisione del contratto	» 139
4.1. Contenuto e scopo	» 140
4.2. Le attività a carico dell'assuntore	» 140
4.3. La gestione economica del contratto	» 141
4.4. Le misure chiave di prestazione del contratto	» 143
5. Considerazioni conclusive	» 143
<b>9. Sviluppo di un sistema informativo per la gestione del servizio post vendita, di Bruno Bigi</b>	» 145
1. Premessa	» 145
2. Lo scopo del progetto	» 147
3. Lo stato corrente e gli obiettivi per la gestione futura	» 148
4. L'analisi dei processi nel servizio post-vendita	» 150
5. Il sistema informativo realizzato	» 151
6. Considerazioni conclusive	» 155

---

## Presentazione

A cura di *Vincenzo Crapanzano*

Amministratore Delegato TenarisDalmine

La gestione della manutenzione industriale è un tema di rilievo strategico per imprese che vogliono competere nel mercato globalizzato e che fanno uso di una tecnologia di produzione di elevata complessità. Questa è la mia personale esperienza, maturata nella gestione del business di Tenaris, impresa di respiro globale, con impianti produttivi presenti in diversi paesi ed una tecnologia che ha svariati decenni d'età.

Tenaris vive nel contesto competitivo del mondo siderurgico. La tecnologia degli impianti di produzione è consolidata da diversi anni nelle mani di pochi costruttori al mondo. Questa è certamente una caratteristica della nostra gestione industriale, peraltro riscontrabile in vari altri settori dove è parimenti importante la specializzazione delle competenze a fronte della crescente complessità progettuale degli impianti. Con la presenza di pochi costruttori, la criticità non è nello sviluppo della tecnologia in sé, quanto nella gestione della tecnologia durante l'uso che se ne fa nella vita utile. In questo ambito, la gestione della manutenzione risulta elemento fondamentale all'interno della strategia globale di gestione industriale che una determinata impresa decide di perseguire.

È a tutti nota l'importanza della manutenzione nelle imprese siderurgiche per l'impatto che ha sui costi, sulla capacità produttiva degli impianti, sulla qualità dei prodotti, sulla sicurezza delle persone e, non ultimo, sulle prestazioni ambientali ad esempio in termini di efficienza energetica degli impianti. Di più, ritengo che la manutenzione sia l'elemento "cardine" per rafforzare le basi di una cultura aziendale orientata al mantenere e migliorare e non al comprare. Questo è un valore che sta oggi riemergendo, con il recente periodo di crisi economica, anche nella società; è un valore connaturato alla gestione delle tecnologie e degli impianti di produzione quando questi devono essere conservati per decenni come accade nel mondo siderurgico.

La cultura aziendale migliora attraverso due leve principali: il modello organizzativo che un'impresa si dà ed il fattore umano come elemento pri-

mario del modello organizzativo. Così, se le eccellenze tecniche sono garantite dagli standard progettuali forniti dai costruttori di macchine ed impianti, per effetto della concentrazione in pochi costruttori nel mondo la tecnologia tende a non essere fattore di differenziazione. È invece la cultura aziendale che diviene un elemento pregiudiziale per la capacità di ottenere o meno dei vantaggi competitivi da parte di un'impresa che opera nel contesto globale. Nasce, in particolare, l'esigenza di formare le persone alla conservazione ed all'utilizzo efficiente del patrimonio impiantistico nonché ad un comportamento cosciente nel rispetto della garanzia di stabilità dei processi produttivi, della qualità del prodotto, della sicurezza personale ed ambientale. È questo un tema strategico che oggi è presidiato in Tenaris mediante progetti di sviluppo tecnico/organizzativo, implementati contemporaneamente nelle diverse fabbriche presenti nel mondo, come il progetto cosiddetto "00100", cioè "0" infortuni, "0" difetti, "100 per 100" di conformità nel servizio ai clienti.

In progetti come quello appena menzionato la manutenzione non è intesa, come "tradizionalmente" accade, una attività di servizio ausiliario al vero *core business* delle aziende ed un costo necessario; piuttosto è vista come un'area di opportunità per creare valore aggiunto all'impresa. La manutenzione assume così il ruolo cruciale di incubatore di innovazione e fonte di ritorno non solo sui propri costi di esercizio e sull'efficienza degli impianti, ma anche sulla qualità dei prodotti e sulle prestazioni economiche, sociali ed ambientali. Nella recente crisi economica globale ritengo, d'altro canto, fondamentali i passi fatti da un'impresa per il miglioramento della propria organizzazione e dei metodi di lavoro, al fine di una razionalizzazione delle attività produttive basata su criteri ingegneristici in modo da garantire l'acquisizione dei vantaggi competitivi necessari per sostenere la ripresa. La manutenzione è una funzione che può dire molto a questo riguardo.

Sono pertanto convinto che questo manuale possa diventare una testimonianza concreta di tensioni organizzative, analoghe a quelle vissute in Tenaris, verso l'eccellenza delle prestazioni. Nei diversi contributi che vi si possono leggere emergono non solamente la preparazione tecnica degli autori, ma anche la formazione manageriale che ha consentito ai medesimi di ottenere risultati concreti da un punto di vista economico e nel contempo di trasmettere conoscenza di metodi ingegneristici, ricchezza intangibile di un'impresa che intende primeggiare nella competizione globale. Di più, mi sento di definire le memorie raccolte una testimonianza "viva" del bagaglio culturale oggi richiesto per una buona gestione delle tecnologie di produzione durante l'uso che se ne fa e per la conseguente competitività aziendale che ne può derivare.

---

# Prefazione

A cura di *Marco Macchi e Gianluigi Turconi*

## Premessa

La manutenzione è riconosciuta, in diversi settori dell'industria, come un elemento chiave per mantenere e migliorare il valore e la competitività delle imprese. In quest'ottica, l'evoluzione della manutenzione verso forme più moderne, attraverso l'adozione di nuovi strumenti di gestione e modelli organizzativi, sta creando le condizioni di contesto “giuste” per motivare la necessità di valorizzare la figura del manutentore non solo come un tecnico specialistico ma anche come il gestore del patrimonio impiantistico. Questa esigenza è ancor più sentita, negli ultimi anni, con l'accresciuta complessità dei sistemi tecnologici, le rinnovate esigenze di produttività, sicurezza, qualità e flessibilità, nonché l'interesse sempre più forte per il tema della produzione sostenibile. Preparare competenze e saperi manutentivi non solo nell'area tecnica ma anche nell'ambito gestionale, in modo da poter mantenere il passo con la complessità ed i cambiamenti degli scenari di business che ci attendono nei prossimi anni, sembra diventare una esigenza improrogabile.

È proprio la formazione del gestore della manutenzione industriale il principale obiettivo del Master executive in “Gestione della Manutenzione Industriale” (MeGMI)<sup>1</sup>, erogato da diversi anni congiuntamente dal MIP, Business School del Politecnico di Milano, e dall'Università degli Studi di Bergamo. Il Master, infatti, “si propone l'obiettivo di formare manager di manutenzione che, oltre a possedere adeguate competenze tecniche, siano in grado di gestire i processi di manutenzione in termini organizzativi e gestionali, governando l'impatto che la manutenzione ha sul resto dell'organizzazione, sui suoi obiettivi di business, di qualità, sicurezza ed efficienza, tramite la gestione dei processi di miglioramento e di ingegneria necessari per conseguirli”.

<sup>1</sup> [www.mip.polimi.it/megmi](http://www.mip.polimi.it/megmi).

Gli autori dei lavori raccolti in questo libro sono tutti ex-allievi del Master, membri dell'Associazione Alumni del Master @meGMI<sup>2</sup>. La loro esperienza industriale, sposata con le competenze maturate nel Master, è sfociata nella realizzazione di progetti concreti (o *project work* secondo la denominazione utilizzata nel Master) realizzati nel contesto delle proprie imprese. Per questo volume sono stati selezionati nove *project work*. Prima di entrare nel merito dei temi dei *project work*, si può fare ricorso ad alcune evidenze statistiche, disponibili dalle prime cinque edizioni del Master, per capire meglio il contesto industriale di provenienza degli allievi e, perciò, le esigenze applicative che si sono messe a confronto e che sono state riportate nei *project work*.

## Alcune statistiche

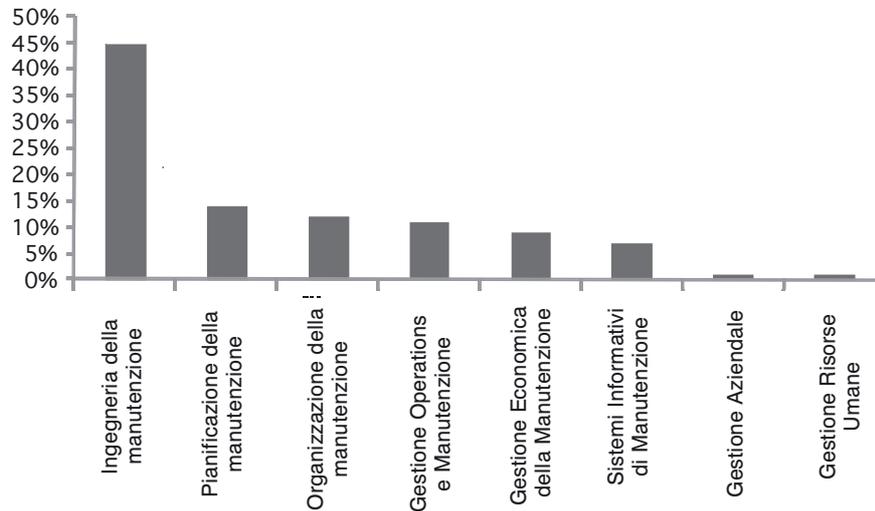
La maggior parte degli allievi proviene da impianti di produzione (34% di allievi dall'industria di processo, 53 % da aziende del mondo manifatturiero); una quota minore, in crescita negli ultimi anni, proviene da aziende che operano sul mercato come *vendor*, costruttori di macchine / impianti, e/o *provider*, fornitori di servizi ad elevato contenuto ingegneristico (13% degli allievi); infine, RFI (Reti Ferroviarie Italiane) è stato sino ad oggi l'unico, rilevante, gestore di infrastruttura. I *project work* presentati in questo volume sono stati quindi selezionati dai due principali ambiti applicativi: quello degli impianti di produzione e quello dei costruttori di macchine / impianti.

La statistica riportata in Fig. 1 (ottenuta dal campione di *project work* che gli allievi hanno portato a termine nel loro percorso formativo) serve per illustrare una prospettiva delle aree tematiche più frequentemente oggetto dei *project work*. In particolare, l'Ingegneria della Manutenzione è l'area più gettonata. È interessante osservare come anche i *project work* che trattano temi di Gestione Economica della Manutenzione, che hanno a che fare con il budget di manutenzione e gli aspetti contrattuali, non sono infrequenti. Ultima considerazione, non meno importante, è che l'interesse verso argomenti di più ampio respiro legati alla gestione delle operations, comprendendo le tematiche di gestione della qualità e dell'efficienza energetica del processo produttivo, della sicurezza verso l'ambiente e le persone, è testimoniato da una quota di lavori non irrilevante.

Grazie all'elevato numero di *project work* considerati nel campione, attorno al centinaio, è lecito concludere che all'allievo del Master MeGMI è richiesto un ampio ventaglio di attività che va a coprire tutti i temi che si possono legare al progetto e alla gestione dei sistemi di manutenzione.

<sup>2</sup> [www.amegmi.org](http://www.amegmi.org).

Fig. 1 – Aree tematiche trattate nei project work



## I project work selezionati

Questo progetto editoriale è stato varato per non disperdere il patrimonio di conoscenze applicate dei *project work* del Master e renderlo disponibile ad una platea più vasta di quella che finora ha avuto la possibilità di apprezzarlo. Il volume vuole quindi essere una prima raccolta dei migliori *project work*. La selezione è stata effettuata non solo in base alla qualità intrinseca dell'elaborato e all'effettiva rispondenza dei risultati raggiunti alle aspettative aziendali, ma anche tenendo in conto criteri di distribuzione dei *project work* tra gli autori (non compaiono due *project work* dello stesso autore) ed i temi trattati. Sono scaturiti nove *project work*, i cui contributi alle aree tematiche (di Fig. 1) sono sintetizzati nella prossima Tab. 1, dove i *project work* sono presentati secondo l'ordine dell'indice del libro.

Nell'Ingegneria della Manutenzione si spazia dalla progettazione di impianti soggetti ad elevati requisiti di sicurezza (nel capitolo 1), alla realizzazione di un progetto FMECA e un progetto TPM per il miglioramento delle prestazioni d'impianto (capitoli 2 e 3) sino, infine, all'ingegnerizzazione della gestione dei ricambi (capitolo 5).

Altri lavori (nei capitoli 4 e 7) hanno forti basi di Ingegneria della Manutenzione, a supporto della Pianificazione e Gestione Economica della Manutenzione. In particolare, il *project work* dal titolo "Gestione tecnica ed economica della manutenzione per una linea di controlli non distruttivi

**Tab. 1 – Contributi dei project work selezionati alle aree tematiche**

	Ingegneria della manutenzione	Pianificazione della manutenzione	Gestione delle Operations e della Manutenzione	Gestione Economica della Manutenzione	Sistemi Informativi di Manutenzione
Capitolo 1 "Valutazione del livello di sicurezza integrata nella progettazione di un impianto di frazionamento aria"	√				
Capitolo 2 "Miglioramento dell'affidabilità di un impianto di laminazione di tubi in acciaio di piccolo diametro"	√				
Capitolo 3 "Recupero di efficienza nella macchina incartona-trice di una linea di confezionamento"	√				
Capitolo 4 "Gestione tecnica ed economica della manutenzione per una linea di controlli non distruttivi di tubi in acciaio"	√	√		√	
Capitolo 5 "Progettazione delle politiche di gestione dei materiali di manutenzione"	√				
Capitolo 6 "Sistema per la gestione della messa in sicurezza impianti durante la manutenzione programmata e le emergenze"			√		
Capitolo 7 "Riprogettazione del servizio post-vendita con creazione di un contratto di manutenzione per il cliente"	√	√		√	
Capitolo 8 "Contratto di service per la riduzione dei consumi energetici relativi al vettore aria compressa"			√	√	
Capitolo 9 "Sviluppo di un sistema informativo per la gestione del servizio post vendita"					√

di tubi in acciaio” si focalizza proprio sul rapporto tra l’ingegneria e la pianificazione e gestione economica della manutenzione per arrivare alla costruzione del budget. Per scelta redazionale di questo libro, invece, il lavoro dal titolo “Riprogettazione del servizio post-vendita con creazione di un contratto di manutenzione per il cliente” concentra l’attenzione sullo sviluppo del contratto di service di manutenzione: la prospettiva che si dà del contratto è quella del *vendor*. Facendo sempre riferimento alla prospettiva del *vendor*, un caso industriale verte sullo sviluppo di un sistema informativo a supporto del servizio *after sales* sul prodotto (capitolo 9).

Infine, i lavori di Martinelli e Corrà (capitoli 6 e 8) sono incentrati sul tema della Gestione delle Operations e della Manutenzione: Martinelli si focalizza sulla sicurezza delle operations e Corrà sul tema importante e molto attuale del risparmio energetico degli impianti. In particolare, il lavoro di Corrà dà la prospettiva del gestore dell’impianto di produzione che stipula un contratto di service con una E.S.Co. (*Energy Service Company*).

Per quanto riguarda le Aziende di appartenenza degli autori, sono da evidenziare il ruolo di TenarisDalmine con quattro contributi e di SIAD Macchine Impianti con due; altri importanti contributi provengono da Italcementi, Heineken e Bobst SA. Il peso maggiore di TenarisDalmine è naturale conseguenza del fatto che questa è l’Azienda che, oltre ad essere stata la promotrice principale di questa iniziativa di alta formazione, ha assicurato la partecipazione più ampia di proprio personale alle diverse edizioni.

## Breve rassegna dei project work selezionati

Di seguito passiamo brevemente in rassegna il contenuto dei nove capitoli.

Il primo capitolo riporta il lavoro di Antonio Pace<sup>3</sup> dal titolo “Valutazione del livello di sicurezza integrata nella progettazione di un impianto di frazionamento aria”: avvalendosi della metodologia FMEA e dell’analisi affidabilistica, il lavoro, portato avanti in SIAD Macchine Impianti, descrive il processo di valutazione del livello di integrità della sicurezza (*Safety Integrity Level, SIL*) di alcune funzioni strumentate di sicurezza di un impianto di produzione azoto e propone una riflessione sulle variabili che vanno considerate quando è necessario progettare, esercire e mantenere un impianto con determinati requisiti di SIL.

Segue il lavoro di Alessandro Valle sul “Miglioramento dell’affidabilità di un impianto di laminazione di tubi in acciaio di piccolo diametro” (capi-

<sup>3</sup> Per ciascuno dei nove autori seguirà, alla fine di questa prefazione, un breve curriculum vitae.

tolo 2). Il lavoro è una risposta alle esigenze di miglioramento nate dai classici problemi di mortalità infantile seguiti al *revamping* di un impianto di laminazione di TenarisDalmine: il miglioramento è stato ottenuto non solo facendo leva sulla conoscenza tecnica delle funzioni aziendali coinvolte, ma anche con il supporto metodologico della FMECA, utile per aiutare il gruppo di lavoro nel focalizzare le aree d'impianto più critiche sulle quali agire, e del controllo sistematico delle prestazioni fatto, in accordo al ben noto ciclo di Deming (o Plan Do Check Act), per valutare l'effettivo miglioramento di affidabilità riscontrato sul campo.

Il terzo capitolo riporta il lavoro di Lidia Galbiati dal titolo "Recupero di efficienza nella macchina incartonatrice di una linea di confezionamento", progetto svolto in Heineken. È un esempio significativo di progetto TPM, in particolare una prima adozione del TPM che ha dimostrato, attraverso il coinvolgimento di team di analisi integrati tra Produzione e Manutenzione, di dare i primi frutti. Il progetto prende in esame una sola macchina di una linea di confezionamento, l'incartonatrice, con l'obiettivo immediato di recuperare efficienza. Lo scopo del progetto è stato anche quello di creare un metodo di lavoro strutturato attraverso il quale garantire la capacità di individuare i principali malfunzionamenti di macchina, di orientare il personale alla loro riduzione e di guidarlo verso la standardizzazione dei risultati e la creazione delle procedure per le *routine* di manutenzione. Le tecniche utilizzate sono le "classiche" suggerite dal TPM per il *problem solving*: la pulizia totale e la cartellinatura, l'analisi di Pareto, il metodo dei 5 perché, le *One Point Lesson*, ....

Il lavoro di Damiano Riva (capitolo 4) ha per titolo "Gestione tecnica ed economica della manutenzione per una linea di controlli non distruttivi di tubi in acciaio". Illustra il procedimento di creazione del sistema di controllo di gestione per una linea produttiva di nuova installazione nel sito produttivo di Arcore di TenarisDalmine, dalla definizione della struttura del budget di manutenzione all'individuazione degli indicatori tecnici ed economici, dalla messa in opera dei sistemi di raccolta e di gestione dei dati all'analisi affidabilistica, sino alla stesura dei piani di manutenzione, del budget tecnico ed economico e alla valutazione economica delle politiche manutentive.

Il quinto capitolo è il lavoro di Gennaro Puppo dal titolo "Progettazione delle politiche di gestione dei materiali di manutenzione". Il progetto è stato realizzato nella fabbrica di Malaga – Cementos Goliat del Gruppo Italcementi, all'interno di un programma di più ampio ammodernamento della fabbrica mirato al *revamping* dell'impianto e alla reingegnerizzazione della gestione della manutenzione. Il lavoro illustra il problema della progettazione delle politiche di gestione dei materiali di manutenzione, andando a individuare cosa è conveniente mantenere a scorta e cosa invece può essere gestito a fabbisogno. Il lavoro attraversa tutte le fasi tipiche del pro-

getto: dalla codifica nel sistema informativo sino al dimensionamento delle scorte di materiali, con l'obiettivo di definire il livello di scorte da mantenere per materiali a basso indice di rotazione.

Segue il lavoro di Ettore Martinelli dal titolo "Sistema per la gestione della messa in sicurezza impianti durante la manutenzione programmata e le emergenze" (capitolo 6): presenta il progetto, lanciato in TenarisDalmine, di definire le procedure per la messa in sicurezza degli impianti e per l'accesso agli stessi in occasione di attività manutentive programmate e di emergenza. Partendo dall'analisi degli infortuni e degli incidenti, il progetto giunge alla creazione di un sistema di gestione della messa in sicurezza pienamente integrato nella gestione delle attività manutentive, tramite l'utilizzo di palmari connessi con il sistema informativo di manutenzione.

Il lavoro di Marco Lideo (capitolo 7) ha per titolo "Riprogettazione del servizio post-vendita con creazione di un Contratto di Manutenzione per il cliente". Il lavoro si focalizza sul servizio post-vendita, la cui funzione sta oggi orientando sempre più la propria missione verso il servizio al cliente; il lavoro, condotto in Bobst SA, ha portato alla progettazione di un pacchetto manutentivo, con la formulazione del relativo contratto a canone, per la manutenzione delle macchine vendute al cliente, in un'ottica di partnership con l'utilizzatore finale e nella prospettiva di aumentare la disponibilità del bene con un diretto beneficio economico in termini di costi totali di esercizio dell'impianto. Il lavoro è interessante anche perché il contratto si rivolge ad aziende di dimensioni medio-piccole.

L'ottavo capitolo rappresenta un altro esempio significativo sul service, lato cliente in questo caso. Il lavoro di Alexander Corrà, dal titolo "Contratto di service per la riduzione dei consumi energetici relativi al vettore aria compressa", tratta del progetto portato avanti in TenarisDalmine per la riduzione dei consumi di una voce energetica ben nota, nei diversi settori industriali, come importante opportunità di miglioramento da perseguire su impianti generalmente inefficienti e con alti costi energetici. La riduzione è stata conseguita mediante un contratto di Global Service stipulato con una E.S.Co. (*Energy Service Company*), impresa in grado di offrire l'assistenza, la manutenzione e la progettazione vincolate ai risparmi ottenuti e consuntivati.

Il nono ed ultimo capitolo riguarda, infine, il lavoro di Bruno Bigi, dal titolo "Sviluppo di un sistema informativo per la gestione del servizio post vendita". Il progetto aveva l'obiettivo ultimo di favorire il passaggio da un'organizzazione orientata alla progettazione e realizzazione del prodotto, ad una più "estesa" che include anche il *Customer Care* nella fase del post vendita: una criticità da superare era lo scarso coordinamento tra le varie unità aziendali, con la conseguenza di un disallineamento, più o meno forte, dalle esigenze degli utilizzatori finali. Il lavoro racconta lo sviluppo del sistema informativo come leva di innovazione dell'organizzazione del servizio.



---

## Ringraziamenti

È doveroso il ringraziamento ai professori *Sergio Cavaliere* e *Marco Garetti*, Direttori del Master MeGMI, per il continuo stimolo a portare avanti questo progetto editoriale e gli utili consigli redazionali.

Il ringraziamento va inoltre a tutti coloro, persone ed aziende, che hanno permesso l'avvio del progetto formativo del Master MeGMI senza il quale non saremmo giunti a questo volume. In particolare, è d'obbligo ringraziare le seguenti persone: *Andrea Albini*, Direttore Produzione Cotonificio Albini, *Sergio Aldovini*, già Direttore Risorse Umane TenarisDalmine, *Armando Allinio*, Dirigente Tecnico Italcementi, *Cesare Bergamaschi*, già Direttore Generale Centro Tecnico di Gruppo di Italcementi, *Horacio Bergero*, già Direttore di Fabbricazione TenarisDalmine, *Emanuele Bigi*, Amministratore Delegato di SIAD Macchine Impianti, *Giorgio Caldara*, Direttore Generale SIAD, *Laura Caprotti*, Responsabile Formazione Personale Radici Group, *Giovanni Ferrari*, Corporate Industrial executive Vice President, Same Deutz-Fahr, *Luca Palumbo*, già Responsabile Formazione – Italia Italcementi, *Gian Piero Pavirani*, Responsabile Ingegneria di Manutenzione RFI, *Laura Rubini*, IT Global Solutions Manager Italcementi, *Mauro Stefanelli*, già Direttore Generale GAP F.lli Piantoni, *Roberto Vanzini*, già Responsabile Area Ingegneria Tecnologie e Manutenzione Eni E&P Division.

Ringraziamo, infine, in doveroso ordine alfabetico tutte le aziende che hanno creduto nell'importanza dello sviluppo in senso tecnico-gestionale delle competenze manutentive del proprio personale che, con la sua partecipazione, ha contribuito al successo del Master MeGMI: Agrati Spa, ASO Siderurgica Srl, ATB Riva Calzoni Spa, AXA Corporate Solutions, Balance Systems Srl, Bobst Group Italia Spa, Brembo Spa, Cargill Srl, Cotonificio Albini, Eldor Corporation Spa, F.B.F. Bauli Spa, Feralpi Spa, Freudenberg