



UNIVERSITA' POLITECNICA DELLE MARCHE

FACOLTA' DI INGEGNERIA

Corso di laurea triennale in Ingegneria Meccanica

**LA PROGRAMMAZIONE DELLE ATTIVITA' DI
MANUTENZIONE DI IMPIANTI MECCANICI**

**THE PROGRAMMING OF THE MAINTENANCE
ACTIVITIES OF MECHANICAL PLANTS**

Relatore:

Prof. Filippo Emanuele Ciarapica

Tesi di Laurea di:

Gianluca Allegrezza

Anno accademico [2019/2020]

INDICE

Capitolo 1: TECNICHE DI MANUTENZIONE DI VALVOLE, POMPE E SISTEMI IDRAULICI

1.1 Introduzione.....	Pag.7
1.2 Progettare un piano di controllo e manutenzione.....	Pag.8
1.2.1 Fase 1: cosa sottoporre a controllo e manutenzione.....	Pag.8
1.2.2 Fase 2: come effettuare i controlli e le manutenzioni.....	Pag.9
1.2.3 Fase 3: chi effettua i controlli e le manutenzioni.....	Pag.10
1.2.4 Fase 4: il piano di controllo e manutenzione.....	Pag.11
1.3. Registrazioni dei controlli e delle manutenzioni.....	Pag.12
1.3.1 Documento 1: scheda di controllo e manutenzione macchina.....	Pag.12
1.3.2 Documento 2: check list.....	Pag.13
1.4 Documentazione.....	Pag.13
1.4.1 Allegato I: piano di controllo e manutenzione.....	Pag.14
1.4.2 Allegato II: scheda di controllo e manutenzione macchina.....	Pag.14
1.4.3 Allegato III: check list.....	Pag.15
1.5 Le valvole.....	Pag.16
1.5.1 Valvole a saracinesca – intercettazione.....	Pag.17
1.5.2 Valvole a sfera – intercettazione.....	Pag.17
1.5.3 Valvole a globo – intercettazione.....	Pag.18
1.5.4 Valvole a farfalla – intercettazione.....	Pag.19
1.5.5 Valvole di non ritorno.....	Pag.19
1.5.6 Valvole di sicurezza.....	Pag.20
1.5.7 Valvole di regolazione.....	Pag.22
1.5.8 Valvole miscelatrici e deviatrici.....	Pag.23
1.5.9 Riduttori di pressione.....	Pag.24
1.5.10 Valvole per la regolazione della temperatura.....	Pag.24
1.5.11 Manutenzione valvole.....	Pag.25
1.5.11.1 Manutenzione generica di una valvola di sicurezza.....	Pag.25
1.5.11.2 Manutenzione valvole di sicurezza “ARMAK” (datasheet del costruttore).....	Pag.26

1.6 Le pompe.....	Pag.33
1.6.1 Pompe centrifughe.....	Pag.33
1.6.2 Pompe assiali.....	Pag.35
1.6.3 Pompe alternative.....	Pag.36
1.6.4 Pompe rotative.....	Pag.37
1.6.4.1 Pompe a ingranaggi.....	Pag.37
1.6.4.2 Pompe a vite elicoidale.....	Pag.38
1.6.4.3 Pompe a pale mobili.....	Pag.38
1.6.4.4 Pompe a lobi.....	Pag.39
1.6.5 Manutenzione generica della pompa centrifuga.....	Pag.39
1.6.5.1 Effettuare la manutenzione obbligatoria.....	Pag.40
1.6.5.2 Cosa fare e quando.....	Pag.40
1.6.5.3 L'importanza della lubrificazione.....	Pag.41
1.6.5.4 Cosa cercare nell'individuazione dei problemi.....	Pag.42
1.6.5.5 Informazioni aggiuntive.....	Pag.42
1.6.5.6 Suggerimenti per l'individuazione dei problemi relativi alla corretta manutenzione dei sistemi di pompaggio.....	Pag.43
1.6.5.7 Picco di efficienza e redditività, lista di controllo.....	Pag.45
1.6.6 Manutenzione pompa ad ingranaggi "SERIE B – MG CUCCHI" (datasheet del costruttore).....	Pag.47
1.6.7 Manutenzione pompa a pistoni "ANNOVI REVERBERI" (datasheet del costruttore).....	Pag.57
1.7 Manutenzione sistemi idraulici.....	Pag.63

Capitolo 2: TEORIA DELLA MANUTENZIONE

2.1 Introduzione.....	Pag.67
2.2 Principi di teoria della manutenzione.....	Pag.69
2.3 I KPI della manutenzione.....	Pag.70
2.4 La strategia della manutenzione.....	Pag.78
2.5 I tempi della manutenzione.....	Pag.80
2.6 I costi di manutenzione.....	Pag.81
2.7 Politiche di manutenzione.....	Pag.83

2.7.1	Tipi di politiche di manutenzione.....	Pag.83
2.7.2	Come scegliere che politica manutentiva applicare.....	Pag.84
2.7.3	Approfondimento delle politiche manutentive.....	Pag.86
2.7.3.1	Manutenzione incidentale.....	Pag.86
2.7.3.2	Manutenzione migliorativa.....	Pag.87
2.7.3.3	Manutenzione opportunistica.....	Pag.88
2.7.3.4	Total Productive Maintenance.....	Pag.89
2.7.3.4.1	Componenti principali TPM.....	Pag.89
2.7.3.4.2	Metriche TPM.....	Pag.95
2.7.3.4.3	Implementazione del TPM.....	Pag.97
2.7.3.4.4	Barriere comuni riscontrate.....	Pag.98
2.7.3.4.5	Fattori di successo e strumenti.....	Pag.99
2.7.3.4.6	Raccomandazioni per il miglioramento.....	Pag.101
2.7.3.4.7	Descrizione dettagliata del TPM.....	Pag.102
2.7.3.4.8	Vantaggi del TPM.....	Pag.104
2.7.3.4.9	Il fallimento del TPM.....	Pag.107
2.7.3.5	Manutenzione preventiva.....	Pag.108
2.7.3.6	Manutenzione predittiva.....	Pag.110

Capitolo 3: SOFTWARE DI MANUTENZIONE

3.1	Sistema Informativo di Manutenzione (SIM).....	Pag.111
3.1.1	Componenti.....	Pag.111
3.1.2	Progettazione delle azioni manutentive (SIM).....	Pag.112
3.1.3	Strutture fisiche.....	Pag.112
3.1.4	Collegamenti con i principali ricambi.....	Pag.112
3.1.5	Controllo delle prestazioni.....	Pag.112
3.1.6	Gestione delle risorse.....	Pag.112
3.1.7	Pianificazione degli interventi.....	Pag.113
3.1.8	Lavori su richiesta.....	Pag.113
3.1.9	Imprese esterne.....	Pag.113
3.1.10	Magazzini materiali tecnici.....	Pag.113

3.1.11 Approvvigionamento e procurement.....	Pag.114
3.1.12 Statistiche.....	Pag.114
3.2 Computerized Maintenance Management System (CMMS).....	Pag.114
3.2.1 Il software Coswin di Siveco group per la gestione della manutenzione.....	Pag.115
3.2.2 Gestione tecnica degli impianti.....	Pag.116
3.2.3 Tipologie strutture.....	Pag.117
3.2.4 Gestione finanziaria degli impianti.....	Pag.119
3.2.5 Risorse, addetti, supervisori, impianti e calendari.....	Pag.119
3.2.6 Pianificazione ed organizzazione dei lavori.....	Pag.121
3.2.7 Lavori.....	Pag.121
3.2.8 Pianificazione e lancio.....	Pag.122
3.2.9 Diagrammi lavori.....	Pag.123
3.2.10 Disponibilità risorse e pezzi di ricambio.....	Pag.124
3.2.11 Avanzamento lavori.....	Pag.125
3.2.12 Creazione e consuntivazione ordini di lavoro (odl).....	Pag.127
3.2.13 Manutenzione condizionale.....	Pag.130
3.2.14 Flusso magazzino-acquisti.....	Pag.131
3.3 Sistema informativo della manutenzione Mainsim Enterprise progetto ARTE.....	Pag.132
3.3.1 Mainsim.....	Pag.132
3.3.2 Un progetto che nasce dall'esperienza.....	Pag.132
3.3.3 Un sistema modulare.....	Pag.133
3.3.4 Mobile.....	Pag.136
3.3.5 Modalità di utilizzo del Sistema Informativo e di accesso alle informazioni.....	Pag.141
Indice delle Tabelle.....	Pag.146
Indice delle Figure.....	Pag.147
Bibliografia e Sitografia.....	Pag.151
Ringraziamenti.....	Pag.152

Capitolo 1: TECNICHE DI MANUTENZIONE DI VALVOLE, POMPE E SISTEMI IDRAULICI

1.1 INTRODUZIONE

Quando è necessario predisporre un piano di controllo e manutenzione di un'attrezzatura?

La legge impone al datore di lavoro di mettere a disposizione dei lavoratori solamente attrezzature di lavoro in possesso degli specifici requisiti di sicurezza previsti dalla normativa (*Decreto Legislativo 9 aprile 2008 n. 81, articolo 70 comma 1*). Per garantire la permanenza nel tempo dei suddetti requisiti, il datore di lavoro deve far sì che le attrezzature siano oggetto di idonea manutenzione (*art. 71 comma 4 lettera a) punto 2 del citato Decreto 81/2008*). Quindi, in generale, tutte le attrezzature e gli impianti devono essere soggetti a controlli e manutenzione secondo programmi stabiliti dal datore di lavoro (prescrizioni ribadite anche negli *articoli 64, 80 e 86 del Decreto 81/2008*) e queste attività devono essere esplicitate nel Documento di Valutazione dei Rischi (DVR) o in altra documentazione, tipicamente una procedura a cui comunque il DVR dovrà far riferimento, al fine di esercitare una corretta gestione dei rischi derivanti dall'uso delle attrezzature stesse.

Ricordando che, col termine di "attrezzatura di lavoro" si intende "qualsiasi macchina, apparecchio, utensile o impianto, inteso come il complesso di macchine, attrezzature e componenti necessari all'attuazione di un processo produttivo, destinato ad essere usato durante il lavoro", così come definito dall'*articolo 69 comma 1 lettera a) Decreto 81/2008*.

Cosa si intende per controllo e manutenzione?

Gli interventi da effettuare su un'attrezzatura di lavoro al fine di garantirne nel tempo il mantenimento dei requisiti di sicurezza, possono sostanzialmente dividersi in:

1. Controlli e Manutenzioni Ordinari

I componenti critici per la sicurezza, ovvero quelle parti del macchinario il cui guasto può costituire un pericolo per i lavoratori, vengono sottoposti, con cadenza prestabilita, a controlli o interventi manutentivi in modo da prevenirne il guasto che può causare un incidente o un infortunio. Tale approccio preventivo è utile, non solo per ridurre la probabilità di accadimento di un infortunio, ma anche per garantire il corretto funzionamento del macchinario nel tempo, riducendone quindi i tempi di fermo, a tutto vantaggio della produttività;

2. Manutenzioni Straordinarie

Sono interventi non previsti, effettuati sul macchinario in seguito ad un guasto;

3. Verifiche periodiche

Sono verifiche obbligatorie per legge che vengono svolte solamente dagli enti preposti (ASL, INAIL o soggetti abilitati) con periodicità definita dalla normativa;

1.2 PROGETTARE UN PIANO di CONTROLLO E MANUTENZIONE

1.2.1 FASE 1

COSA SOTTOPORRE A CONTROLLO E MANUTENZIONE

Per sapere quali sono le parti dell'attrezzatura di lavoro che necessitano di essere sottoposte a controllo e manutenzione, in base all'esistenza o meno di un Manuale d'uso e manutenzione, si procede come segue:

 ESISTE UN MANUALE D'USO E MANUTENZIONE	 NON ESISTE UN MANUALE DI USO E MANUTENZIONE
Il manuale d'uso e manutenzione contiene le informazioni sulle parti da sottoporre a controlli e/o manutenzioni.	In assenza del Manuale d'uso e manutenzione, per identificare le parti del macchinario da sottoporre a manutenzione, si considerano: 1) la valutazione del rischio dell'attrezzatura che diventa lo strumento dal quale partire per identificare: a. i componenti di sicurezza: le parti del macchinario che sono da sottoporre a controllo e manutenzione ai fini di garantirne la permanenza dei requisiti di sicurezza; b. le condizioni di sicurezza: le condizioni di normale funzionamento del macchinario che, nel momento in cui si alterano, possono costituire un pericolo per i lavoratori; c. l'uso scorretto ragionevolmente prevedibile dell'attrezzatura di lavoro, ovvero l'uso derivante da errori, cattive abitudini, negligenze, atti istintivi dei lavoratori, purché "ragionevolmente prevedibili". Si tratta di un concetto ribadito da una consolidata giurisprudenza. 2) norme tecniche, linee guida, buone prassi etc.... , se esistenti e pertinenti.

Tabella n.1

Anche in presenza di un Manuale d'uso e manutenzione, è sempre necessario raccogliere il parere dei lavoratori che utilizzano effettivamente il macchinario: gli utilizzatori, sulla base dell'esperienza diretta sul macchinario, possono infatti dare indicazioni in merito alle parti che necessitano di essere controllate.

1.2.2 FASE 2

COME EFFETTUARE I CONTROLLI E LE MANUTENZIONI

In questa fase si stabilisce in che modo mantenere in efficienza i componenti e le condizioni di sicurezza identificate precedentemente. Le modalità possono essere le seguenti:

- Verifica dell'assenza di alterazioni dei componenti di sicurezza;
- Controllo del funzionamento;
- Intervento manutentivo;

In base all'esistenza o meno di un Manuale d'uso e manutenzione dell'attrezzatura, si procede come segue:

 ESISTE UN MANUALE D'USO E MANUTENZIONE	 NON ESISTE UN MANUALE D'USO E MANUTENZIONE.
<p>Le procedure dei controlli e delle manutenzioni da applicare sono già descritte nel manuale. Può essere necessaria una loro integrazione in base alla realtà operativa aziendale.</p>	<p>In base al componente/condizione di sicurezza da mantenere:</p> <ol style="list-style-type: none">1 si sceglie la/le modalità per effettuare il controllo o la manutenzione (<i>ad esempio: verifica assenza alterazioni; controllo funzionamento; intervento manutentivo</i>);2 si stende la procedura da seguire per effettuare l'attività (<i>ad esempio, lubrificazione delle guide: Aprire il macchinario, lubrificare viti e guide con olio spray</i>).

Tabella n.2

PROCEDURA IN CASO DI ANOMALIA

È necessario inoltre descrivere la procedura da seguire nel caso i controlli e le manutenzioni dovessero far emergere guasti o anomalie (ad esempio, se dal controllo dell'integrità del nastro che scorre sulle guide dovesse emergere una anomalia, risulta necessario vietare l'uso del macchinario, avvisando il manutentore).

FREQUENZA

Per decidere con che frequenza effettuare controlli/manutenzioni, oltre alle indicazioni contenute nel Manuale d'uso e manutenzione qualora sia presente si considerano:

1. La vita residua del macchinario e dei componenti della sicurezza dell'attrezzatura: è importante tenere in considerazione l'età e l'usura del macchinario, calcolate sulla base del suo reale utilizzo. Infatti, minore è la vita residua del macchinario, maggiore è la frequenza e l'attenzione con cui i controlli devono essere effettuati.

2. Il parere dei lavoratori che utilizzano il macchinario: gli utilizzatori, sulla base della loro esperienza diretta sul macchinario, possono dare indicazioni in merito alle parti che necessitano di essere controllate più frequentemente.

1.2.3 FASE 3

CHI EFFETUA I CONTROLLI E LE MANUTENZIONI

I controlli e le manutenzioni sono affidati a lavoratori adeguatamente formati e addestrati in merito alle attività da svolgere. Può essere necessario affidare gli interventi più complessi o particolareggiati a personale con più esperienza (ad esempio, il capo reparto, il preposto, il manutentore etc...), o in possesso di una qualifica specifica (ad esempio, qualifica di meccanico per lavori su impianti meccanici).

In generale, il lavoratore incaricato ad eseguire i controlli e le manutenzioni di un'attrezzatura, deve essere formato e addestrato tenendo presente quanto segue:

1. *Contenuti*

Il lavoratore incaricato deve essere formato e addestrato in merito alle procedure di manutenzione e controllo da attuare, con particolare attenzione alle misure di sicurezza;

2. *Scelta del Formatore e dell'Addestratore*

- Il formatore deve essere scelto dall'azienda in base alla sua effettiva conoscenza del macchinario (ad esempio, il costruttore stesso può formare il preposto interno all'azienda, che poi formerà i lavoratori che utilizzeranno il macchinario);
- L'addestratore deve essere una persona di esperienza, che affianca l'operatore per il tempo necessario (ad esempio, il costruttore affianca il preposto, il quale affiancherà il nuovo operatore);

3. *Verifica dell'efficacia della formazione e dell'addestramento*

E' responsabilità del datore di lavoro decidere come verificare l'efficacia della formazione e dell'addestramento (ad esempio: test scritto per la verifica della formazione, giudizio scritto del preposto per la verifica dell'addestramento). Si consideri che la verbalizzazione e la conservazione di un documento che attesti l'efficacia della formazione e dell'addestramento sono importanti perché:

- Permettono di verificar che i lavoratori abbiano realmente acquisito le conoscenze / competenze necessarie per l'esecuzione di quell'attività;
- Tutelano il datore di lavoro, il quale può dimostrare di aver trasmesso ai lavoratori le informazioni e le competenze in merito all'esecuzione del lavoro in sicurezza;
- Rappresentano uno strumento di qualificazione del lavoratore;

Di fatto, la persona che esegue i controlli e le manutenzioni, designata dal datore di lavoro, è la "persona competente" definita dall'*articolo 71 comma 8 lettera c) Decreto 81/2008*.

Purtroppo, non esiste una specifica definizione legislativa della "persona competente", ma ci possiamo riferire, per analogia, a norme di buona tecnica per le quali viene definita "persona competente" una

“persona a conoscenza delle norme di legge e di buona tecnica applicabili, nonché a conoscenza delle raccomandazioni e delle istruzioni del costruttore, applicabili alle attrezzature da verificare”.

1.2.4 FASE 4

IL PIANO DI CONTROLLO E MANUTENZIONE

Una volta stabilito cosa sottoporre a manutenzione (FASE 1), come effettuare la manutenzione (FASE 2) e chi effettua la manutenzione (FASE 3), è sufficiente unire queste informazioni in un'unica tabella che costituisce il Piano di controllo e manutenzione vero e proprio.

Si ricorda che nel “Piano di controllo e manutenzione” degli impianti e delle attrezzature di cui all’allegato VII del Decreto 81/2008, sono da inserire anche le verifiche periodiche di legge così da tenerne conto in fase di pianificazione delle attività da effettuare sullo specifico macchinario.

Esempio:

Tabella n.3

Componente/ condizione di sicurezza <i>(Indicare cosa sottoporre a manutenzione o quale condizione è necessario mantenere normalmente funzionante)</i>	Tipo di intervento/ procedura in sicurezza <i>(Indicare la modalità scelta e la procedura di esecuzione in sicurezza)</i>	Procedura in caso di anomalia <i>(Indicare la procedura da eseguire in caso di riscontro di problemi/guasti/anomalie)</i>	Esecutore <i>(Indicare chi effettua l'intervento)</i>	Frequenza <i>(Indicare ogni quanto ripetere l'intervento)</i>
pulsante di arresto di emergenza	Controllo funzionamento pulsante arresto: Azionare il macchinario e premere il pulsante di arresto	Divieto di utilizzare il macchinario e segnalazione al manutentore	Utilizzatore	Giornaliero (inizio giornata)
Scorrimento nastro sulle guide	Lubrificare guide: Aprire il macchinario, lubrificare viti e guide con olio spray		Utilizzatore	Giornaliero (a fine giornata)
Scorrimento nastro sulle guide	Fissaggio viti: Aprire il macchinario, fissare viti e guide		Manutentore	Mensile

Il piano di controllo e manutenzione dovrà essere periodicamente aggiornato in base a:

- Le indicazioni riportate sul manuale d’uso e manutenzione del fabbricante;
- L’esperienza specifica dell’utente;
- Lo storico dei guasti;

1.3 REGISTRAZIONE DEI CONTROLLI E DELLE MANUTENZIONI

1.3.1 DOCUMENTO 1:

SCHEDA DI CONTROLLO E MANUTENZIONE MACCHINA

La “*Scheda di controllo e manutenzione macchina*” deve essere utilizzata per registrare:

1. I controlli e le manutenzioni ordinari, da effettuare periodicamente;
2. Le manutenzioni straordinarie in caso di malfunzionamento/guasto;
3. Le verifiche periodiche;

Una copia della scheda deve essere predisposta per ciascun macchinario. La scheda può essere apposta direttamente sul macchinario o conservata in altro luogo comodo e funzionale (ad esempio, conservata dal manutentore). È buona norma allegare la “*Scheda di controllo e manutenzione macchina*” al “*Piano di controllo e manutenzione*” così che sia rintracciabile la descrizione della procedura seguita per effettuare lo specifico controllo/manutenzione che si indica nella scheda.

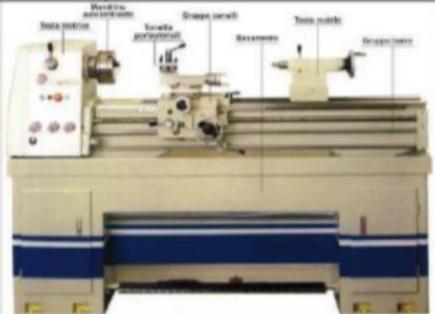
Esempio:

Tabella n.4

Scheda di controllo e manutenzione macchina TORNIO PARALLELO 0761				
TIPOLOGIA DI MACCHINA: TORNIO PARALLELO			VERIFICHE PERIODICHE: <input checked="" type="checkbox"/> SÌ <input checked="" type="checkbox"/> NO <small>(D.lgs 81/08, art. 71, All. VII)</small>	MATRICOLA INAIL:
N. MATRICOLA: 008471			PERIODICITA':	
MARCA: Rossi srl			FORNITORE: Rossi srl – via Industrie 1, Bergamo (BG)	
MODELLO: 0761			Tel.: 035/123456 – Rif.: Mario Rossi	
DATA INTERVENTO	INTERVENTO EFFETTUATO	FIRMA MANUTENT.	DATA PROSSIMO INTERVENTO	NOTE
8/4/14	Controllo/fissaggio viti guide		8/5/14	
21/4/14	Controllo contropunta		21/6/14	
8/5/14	Controllo/fissaggio viti guide		8/6/14	
18/5/14	Controllo normale scorrimento nastro su guide		18/7/14	Nastro deformato, si inceppa e sfrega contro struttura producendo scintille. Disposto fermo macchinario.
19/5/14	Manutenzione straordinaria nastro		xxx	Sostituzione nastro

1.3.2 DOCUMENTO 2

Tabella n.5

CHECK LIST N. 01 – controllo usura e funzionamento	
Data effettuazione controllo:	18/01/2014
Manutentore	Mario Rossi
	
Controlli effettuati:	<input type="checkbox"/> Stabilità bancale portante <input type="checkbox"/> Fissaggio testa e mandrino <input type="checkbox"/> Controllo quadro elettrico e di comando <input type="checkbox"/> Cassa ingranaggi e cambio velocità <input type="checkbox"/> Carrello e slitte porta utensile <input type="checkbox"/> Contropunta <input type="checkbox"/> Pulsante di emergenza <input type="checkbox"/> Carter protettivo <input type="checkbox"/> Leva velocità <input type="checkbox"/> Leva per selezione avanzamenti <input type="checkbox"/> Cavo alimentazione <input type="checkbox"/> Fissaggio viti
Annotazioni:	<i>sono state strette le viti del carter protettivo</i>

CHECK LIST

Tale documento non sempre è necessario. Infatti è utile nei casi di controlli o interventi manutentivi più approfonditi, in cui è opportuno registrare i risultati, in modo dettagliato, di ciò che è stato fatto durante il particolare intervento manutentivo/controllo ed il suo esito.

1.4 DOCUMENTAZIONE

Riassumendo, la documentazione che è necessario produrre e conservare per gestire le manutenzioni e i controlli dei macchinari aziendali è la seguente:

1. Documentazione aggiornata relativa alle attrezzature (manuali d'uso e manutenzione, altra documentazione rilasciata dal fornitore, verbali verifiche periodiche, ecc...);
2. Piani di manutenzione dei macchinari (Allegato I);
3. Registros dei controlli e delle manutenzioni effettuati (Allegati II e III);
4. Registrazione della formazione e dell'addestramento della persona incaricata di eseguire i controlli e la manutenzione, definibile come "persona competente".

Si ricorda, infine, ai sensi dell'articolo 71 comma 9 Decreto 81/2008, che "I risultati dei controlli devono essere riportati per iscritto e, almeno quelli relativi agli ultimi tre anni, devono essere conservati e tenuti a disposizione degli organi di vigilanza".

1.4.1

Tabella n.6

Allegato I

PIANO DI CONTROLLO E MANUTENZIONE				
Componente/ condizione di sicurezza	Tipo di intervento /procedura in sicurezza	In caso di anomalia	Esecutore	frequenza

1.4.2

Tabella n.7

Allegato II

Scheda di controllo e manutenzione macchina				
TIPOLOGIA DI MACCHINA:		VERIFICHE PERIODICHE: <input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO		MATRICOLA INAIL:
N. MATRICOLA:		[D.lgs 81/08, art. 71, All. VII] PERIODICITA':		
MARCA:		FORNITORE:		
MODELLO:				
DATA INTERVENTO	INTERVENTO EFFETTUATO	FIRMA MANUTENT.	DATA PROSSIMO INTERVENTO	NOTE

1.4.3

Allegato III

Tabella n.8

CHECK LIST N. -	
Data effettuazione:	
Manutentore	
Illustrazione/disegno tecnico macchina:	
Controlli effettuati:	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
Interventi effettuati/annotazioni:	

Firma manutentore

1.5 LE VALVOLE

- Le valvole
 - 1) Valvole a saracinesca – intercettazione;
 - 2) Valvole a sfera – intercettazione;
 - 3) Valvole a tappo – intercettazione;
 - 4) Valvole a farfalla – intercettazione;
 - 5) Valvole di non ritorno;
 - 6) Valvole di sicurezza;
- Valvole di regolazione
- Valvole miscelatrici e deviatrici
- Riduttori di pressione
- Valvole per la regolazione della temperatura

Le valvole costituiscono gli elementi di intercettazione e di regolazione del flusso dei fluidi all'interno delle reti di trasferimento.

1. Intercettazione

- Per impedire il passaggio di fluido a valvola chiusa, con tenuta perfetta;
- Per garantire il passaggio del fluido con piccola perdita di carico a valvola aperta;
- Regolazione;
- Per modulare la portata di fluido al variare del grado di apertura dell'organo di regolazione;

2. Riduzione

- Per regolare delle pressioni di gas o vapore;
- Sicurezza;
- Per impedire il superamento di valori di pressione pericolosi per l'integrità della tubazione o delle apparecchiature ad essa collegate;

3. Ritegno (o di non ritorno)

- Per consentire il passaggio del fluido in una sola direzione;

1.5.1 VALVOLE A SARACINESCA – INTERCETTAZIONE



Figura n.1

La valvola a saracinesca (in inglese gate valve) è una valvola in cui l'otturatore è una saracinesca. Può essere a sezione dritta (ghigliottina) o a sezione inclinata (cuneo) a seconda rispettivamente dell'impiego ad alte o a basse portate. Viene sempre impiegata come valvola di intercettazione, non è invece adatta come valvola di regolazione. Infatti l'otturatore causa forte turbolenza nel flusso e conseguentemente rapida erosione degli organi di tenuta, oltre a rumorose e sgradite vibrazioni in chiusura.

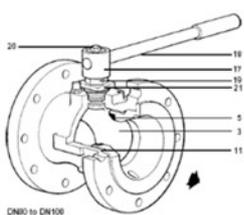
Principali caratteristiche

1. Ottima intercettazione del fluido;
2. Risparmio di energia di pompaggio per via delle basse perdite di carico;
3. Alto costo;
4. Azione di serraggio lenta;

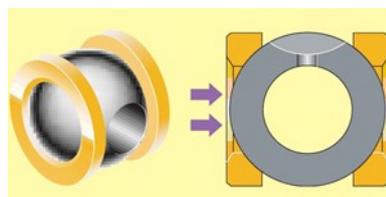
Principali campi di applicazione:

1. Acqua;
2. Aria;
3. Oli;
4. Combustibili;

1.5.2 VALVOLA A SFERA - INTERCETTAZIONE



La valvola a sfera (in inglese ball valve) è il tipo più comune ed utilizzato di dispositivo di intercettazione di un flusso in condotte idrauliche. Il suo funzionamento si basa sulla rotazione di 90° di un otturatore sferico dotato di una cavità cilindrica coassiale al flusso. La valvola consente la chiusura, l'apertura e la riduzione del flusso.



L'otturatore è costituito da una sfera forata che ruotando attorno all'asse principale intercetta il fluido facendo tenuta su anelli di opportuno materiale (teflon o elastomeri o grafite).

Figura n.2

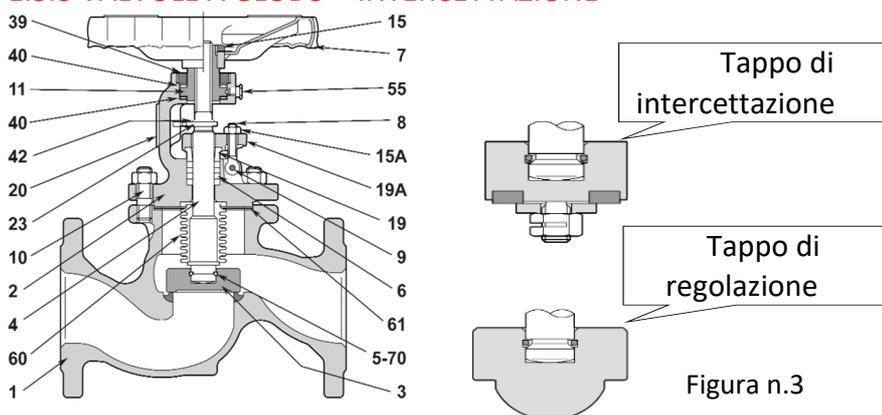
Principali caratteristiche

1. Apertura e chiusura molto rapide;
2. Risparmio di energia di pompaggio per via delle basse perdite di carico;
3. Indicazione visuale immediata sulla posizione della valvola tramite l'asta di manovra;

Principali campi di applicazione:

1. Reti vapore;
2. Impianti antincendio;
3. Idrocarburi liquidi;
4. Gas industriali (CO₂, N₂, O₂);
5. Gas inerti;
6. Gas naturale;
7. Fluidi sporchi e slurry;

1.5.3 VALVOLE A GLOBO – INTERCETTAZIONE



Le valvole a Globo (oppure anche detta a Tappo), che si suddividono in valvole a flusso avviato e a flusso libero, sono valvole che consentono la regolazione di un parametro, quale la pressione o la portata, modificando il flusso di un fluido in una condotta in pressione.

Tali valvole vengono dette a globo per la forma dell'involucro esterno (corpo). Possono essere utilizzate anche come valvole di intercettazione cioè a funzionamento on/off.

Applicazione

Una gamma completa di valvole a globo, ideale per servizio di laminazione e blocco per il settore oil & gas, il settore petrolchimico, il settore dell'energia, l'offshore e altre applicazioni su richiesta. Progettata per impieghi dove l'alta efficienza del flusso, la tenuta perfetta e la lunga durata sono requisiti essenziali. Una vasta scelta di materiali del corpo e degli organi interni che copre l'intera gamma di applicazioni, dal quotidiano utilizzo su fluidi non corrosivi ai servizi critici con fluidi altamente aggressivi.

1.5.4 VALVOLE A FARFALLA - INTERCETTAZIONE

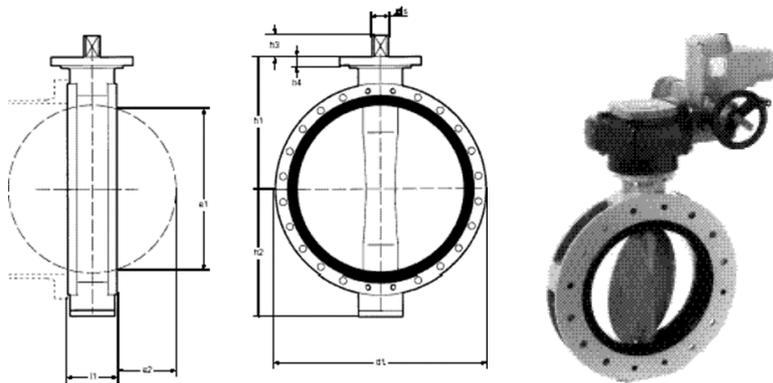


Figura n.4

L'otturatore è costituito da un disco che ruota attorno ad un asse diametrale fino a venire in contatto con la sede diametrale a valvola completamente chiusa. La tenuta a chiusura completa potrebbe essere non perfetta (con presenza di trafilementi). Le valvole a farfalla sono particolarmente adatte in presenza di grandi diametri e pressioni modeste.

Principali caratteristiche

1. Compattezza, occupano uno spazio ridotto nella tubazione;
2. Leggerezza, sono supportate facilmente dalla tubazione;
3. Facilità di esercizio dovuta al basso valore di coppia per la chiusura;
4. Basso o nullo l'accumulo di sporcizia nel corpo valvola;
5. Risparmio di energia di pompaggio per via delle basse perdite di carico;
6. Efficiente gestione dell'energia dovuta alla facilità di isolamento termico della valvola;

Principali campi di applicazione:

1. Acqua di alimento caldaie;
2. Pompe di circolazione;
3. Acqua di condensazione;
4. Gas inerti;

1.5.5 VALVOLE DI NON RITORNO

Figura n.5

- A TAPPO

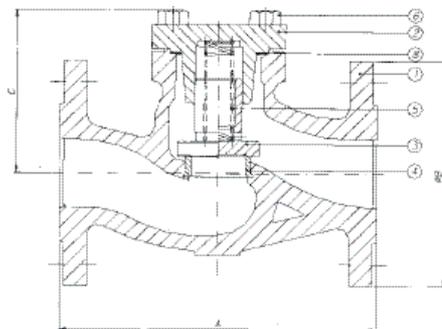
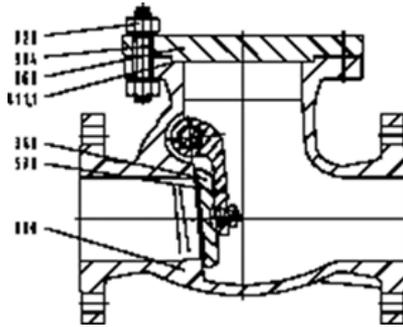


Figura n.6

- A CAPLET



Permettono il passaggio del fluido in una sola direzione. I tipi più comuni sono quelle a tappo e quelle a clapet.

Funzionamento

Questa valvola è formata da un disco, una sfera o un altro elemento vincolato da una guida che viene spinto da una molla contro la base della valvola. Questa condizione si verifica quando non c'è una sufficiente pressione per aprire la valvola o vi è una pressione negativa e la valvola rimane chiusa; mentre con una pressione positiva sufficiente, la valvola si apre e il fluido è libero di passare ai lati del disco e oltrepassarlo.

Applicazioni

Nell'idraulica vengono montate sulle tubazioni di mandata delle pompe di circolazione per permettere che il flusso avvenga in una sola direzione e impedire dunque il reflusso. Sono inoltre necessarie per impedire lo svuotamento dell'impianto in caso di arresto della pompa.

Svantaggi

Si può andare incontro a varie condizioni di malfunzionamento:

- Trafilamento, in caso di disco o base consumata oppure per via di sporco che s'interpone tra il disco e la base, lasciando una luce di passaggio;
- Bloccaggio, in caso di cattivo scorrimento del disco sulla guida, generalmente da imputare all'ossidazione del componente;

1.5.6 VALVOLE DI SICUREZZA

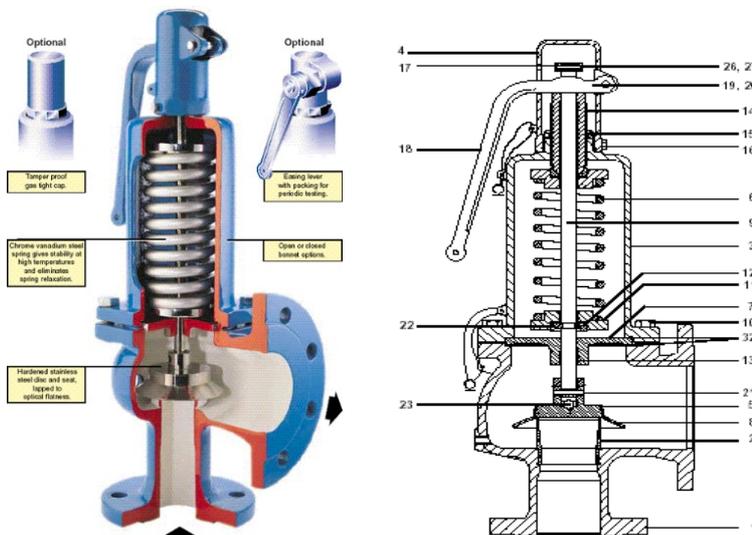


Figura n.7

La valvola di sicurezza (o valvola di emergenza, in inglese Safety Valve, sigla SV) è una valvola che ha una funzione generica in grado di aumentare il livello di sicurezza di un impianto termoidraulico.

Funzionamento di una valvola di rilascio:

La connessione di ingresso è collegata al processo e sottoposta alla pressione ivi presente. La connessione di scarico può, secondo il tipo di impianto, essere aperta

all'atmosfera oppure collegata a una tubazione di recupero o di sicurezza.

La valvola ha nella sua parte interna lato ingresso un boccaglio avente una certa lunghezza. Il profilo del boccaglio forma una sezione che man mano si restringe, e che raggiunge il valore minimo nella sua parte terminale interna. L'estremità del boccaglio forma un anello la cui superficie è rettificata e lucida. Al di sopra di tale anello poggia un otturatore spinto da una molla la cui compressione è regolabile dall'esterno tramite una vite con piattello posta nella parte superiore della valvola stessa.

La superficie dell'otturatore che poggia sul boccaglio è rettificata, realizzando così una tenuta meccanica metallo su metallo. Per alcune applicazioni la superficie dell'otturatore è ricoperta con materiale morbido per garantire una tenuta perfetta.

Il processo esercita la sua pressione, tramite il boccaglio, su tutta l'area libera dell'otturatore. La forza così generata viene contrastata dalla forza esercitata dalla molla sull'otturatore. Quando la pressione cresce e la forza esercitata sull'otturatore supera quella esercitata dalla molla, l'otturatore inizia a sollevarsi. Il fluido di processo inizia a passare, ed è costretto ad uscire radialmente su tutta la superficie dell'otturatore. Questi ha, lungo tutta la sua circonferenza periferica, una sporgenza rivolta verso il basso. Il fluido quindi è costretto da questo anello sporgente a modificare la sua traiettoria, andando verso il basso ad alta velocità. L'effetto è quello di generare sull'otturatore una forza supplementare che provoca la totale apertura della valvola.

Quando la pressione scende al di sotto di un valore prestabilito (detto pressione di blow-down), si verifica l'effetto inverso e la valvola si chiude completamente in un tempo brevissimo.

La differenza tra le due pressioni di apertura e chiusura ha generalmente un valore compreso tra il 4% ed il 7% del valore di apertura. Il valore di pressione di richiusura si può regolare in fase di taratura tramite il posizionamento di un anello avvitato all'esterno del boccaglio, dentro il corpo valvola. Variando la distanza tra questo anello e la parte inferiore dell'otturatore si influenza il valore di blow-down.

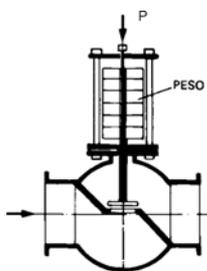


Figura n.8

A PESO DIRETTO

La forza che esercita l'otturatore varia al variare del peso dei pesi.

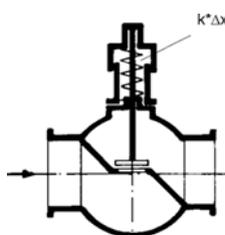


Figura n.9

A MOLLA

Tramite la vite (alzandola o abbassandola) regolo la forza esercitata dalla molla sull'otturatore.

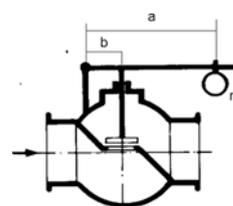


Figura n.10

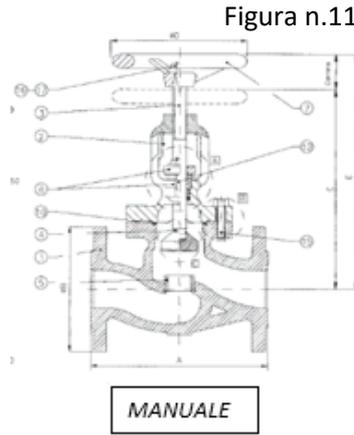
A LEVA CON CONTRAPPESO

Spostando a destra o sinistra la massa "m" regolo la forza esercitata dall'otturatore.

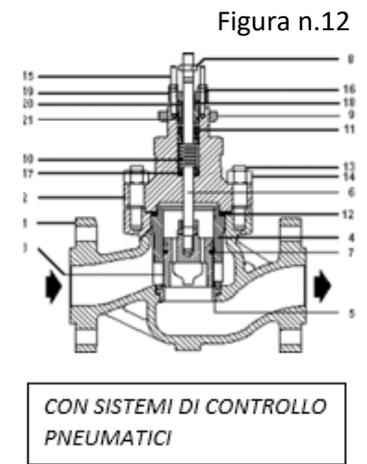
1.5.7 VALVOLE DI REGOLAZIONE

Una valvola di controllo (in inglese control valve) è una valvola che può essere impiegata in condizioni stazionarie con posizioni dell'otturatore intermedie fra apertura completa e chiusura completa, permettendo di raggiungere valori intermedi della portata e conseguentemente della perdita di carico nella valvola, allo scopo di controllare lo stesso o un altro parametro.

Costituisce quindi un "dispositivo analogico", esattamente come la valvola di intercettazione potendo essere per definizione in condizioni operative stazionarie solo completamente aperta o completamente chiusa è di fatto un "dispositivo digitale" (on/off, ovvero 0/1).



MANUALE



CON SISTEMI DI CONTROLLO PNEUMATICI

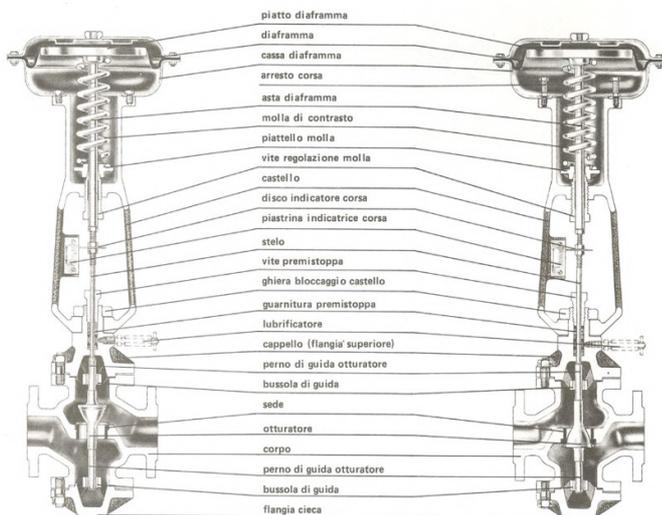


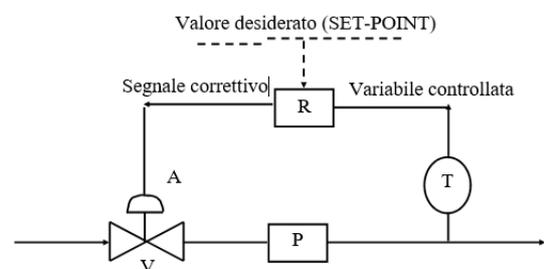
Figura n.13

Non tutti i tipi di valvola possono essere efficacemente impiegati come valvola di controllo, per esempio una valvola a globo con otturatore lineare è solitamente la valvola di controllo per antonomasia, anche la valvola a farfalla ha buone caratteristiche di regolazione, mentre una valvola a saracinesca non può di norma costituire una valvola di controllo per via dell'alta turbolenza del flusso quando l'otturatore è in posizione intermedia che genera rapida erosione degli organi di tenuta, oltre a rumorose e sgradite vibrazioni nella condotta vicino alla posizione di chiusura completa.

Valvole di regolazione – Anello di regolazione

La valvola di controllo è uno dei tre componenti fondamentali dell'anello di controllo automatico di un impianto idraulico. Gli altri componenti necessari sono un misuratore/trasmittitore del valore istantaneo del parametro da regolare, ed uno strumento controllore (o regolatore). I tre componenti formano un anello chiuso. Il trasmettitore invia il proprio segnale al controllore, il quale a sua volta comanda la valvola di regolazione. Il circuito si chiude attraverso il processo in quanto l'intervento della valvola agisce direttamente o indirettamente sul valore della variabile misurata.

Valvole di regolazione - Anello di regolazione



V = valvola di regolazione A = attuatore (servomotore)

R = regolatore T = trasmettitore P = processo

Figura n.14

L'attuatore è il dispositivo che genera lo spostamento, consentendo la variazione della grandezza fisica desiderata.

Simbologia di valvola con attuatore pneumatico

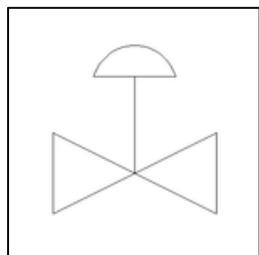


Figura n.15

Simbologia di valvola con attuatore elettrico

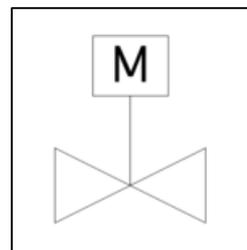


Figura n.16

1.5.8 VALVOLE MISCELATRICI E DEVIATRICI

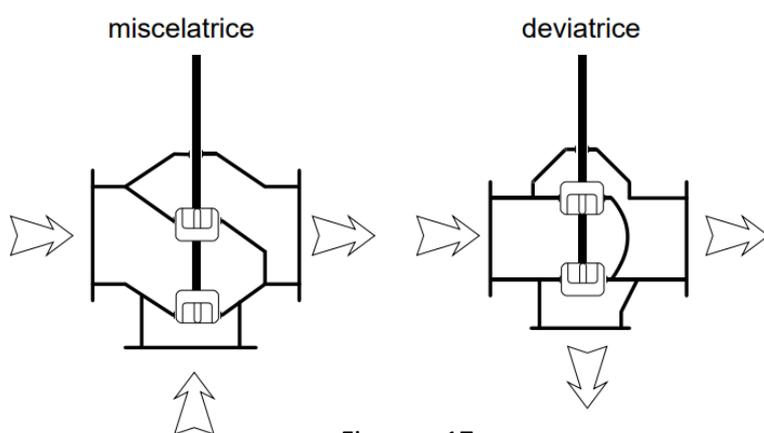


Figura n.17

Valvola miscelatrice:

2 ingressi e 1 uscita, alzando o abbassando i due otturatori collegati allo stesso stelo vario la portata che entra da sinistra e dal basso.

Valvola deviatrice:

1 ingresso e 2 uscite, alzando o abbassando i due otturatori collegati allo stesso stelo vario la portata che prosegue dritta.

Negli impianti di termoregolazione vengono spesso utilizzate per poter effettuare una regolazione fine della temperatura, andando ad agire sulla portata del fluido di servizio.

Non è difficile capire, a questo punto, quali effetti si producano:

- Vibrazioni;
- Sconnessioni meccaniche;
- Rumorosità e battimenti;

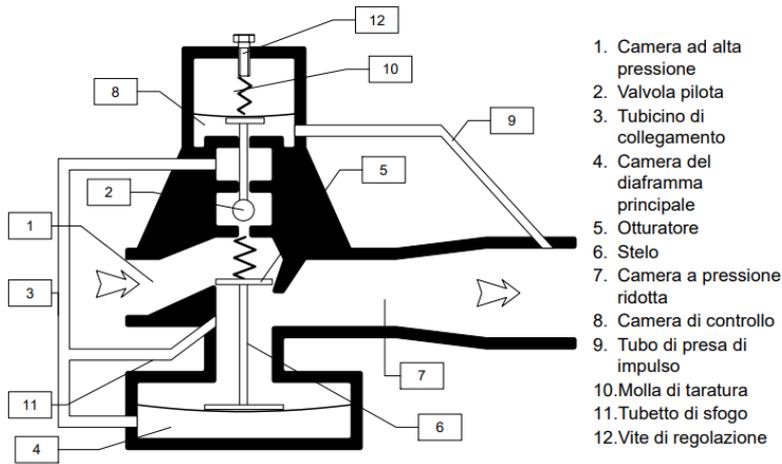
Inoltre, la distribuzione della pressione sull'otturatore cambia di segno (nel senso che tende a chiudere o aprire sulla sede considerata) all'incirca improvvisamente, accentuando il fenomeno definito "effetto tappo".

In conclusione possiamo affermare che le valvole a tre vie sono costruite per funzionare come miscelatrici, tuttavia possono essere tollerate come deviatrici solo se i valori di pressione differenziale e velocità del flusso sono abbondantemente al di sotto (almeno il 70%) dei dati di specifica riportati sui relativi bollettini tecnici.

1.5.9 RIDUTTORI DI PRESSIONE

Valvola autoservoazionata

Figura n.18



I riduttori di pressione sono dei dispositivi che riducono e stabilizzano la pressione in ingresso dalla rete idrica pubblica all'utenza privata, mantenendola costante anche in caso di possibili variazioni che si possono avere a monte del componente.

Queste valvole infatti, grazie all'interazione tra le forze esercitate dalla molla e dalla pressione del fluido sulla membrana, regolano l'apertura dell'otturatore in modo da generare una perdita di carico variabile nel

tempo che garantisce un valore di pressione costante in uscita.

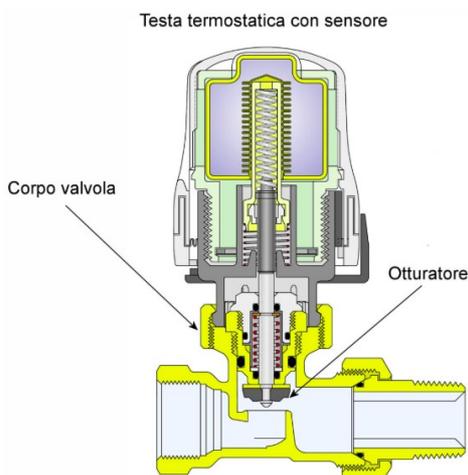
Quando si decide la taratura di un riduttore di pressione è sempre bene tenere conto del rapporto di riduzione, cioè del rapporto che sussiste tra la pressione in ingresso e quella in uscita dal componente, per esempio con una pressione di monte di 15 bar ed una di valle di 3 bar, si ottiene un rapporto di riduzione di 5:1.

Questo valore è strettamente legato alla velocità che assume il fluido durante la fase di riduzione della pressione: più è elevato il rapporto, maggiore sarà la velocità dell'acqua.

L'eccessiva velocità del flusso genera un abbassamento locale di pressione che permette di raggiungere la tensione di vapore del liquido stesso, il che comporta la formazione di microbolle di vapore all'interno del liquido. Questo fenomeno prende il nome di cavitazione, ovvero formazione di cavità.

Lo scoppio di queste bolle innesca delle fluttuazioni di pressione cariche di energia d'urto che, unitamente all'elevata velocità dell'acqua nello spazio tra sede e otturatore, può portare alla prematura compromissione dei componenti interni del riduttore di pressione.

1.5.10 VALVOLE PER LA REGOLAZIONE DELLA TEMPERATURA



La valvola termostatica è un dispositivo composto da una valvola autoregolante alla quale è associato un termostato che ha lo scopo di regolare l'apertura della valvola tenendo conto della temperatura ambientale.

Figura n.19

Funzionamento:

La valvola termostatica può essere utilizzata in circuiti di raffreddamento o in circuiti di riscaldamento:

- Nel caso di utilizzo in circuiti di raffreddamento, l'apertura della valvola sarà minore in corrispondenza di valori di temperatura più bassi e maggiore in corrispondenza di valori di temperatura più elevati. Sarà quindi completamente chiusa (non permettendo il passaggio del fluido) per temperature sotto la soglia d'intervento e aperta fino a una determinata corsa (permettendo il passaggio di una certa corrente di fluido di portata variabile in base alla sua temperatura) per temperature ritenute ottimali per l'impianto specifico;
- Nel caso invece di circuiti di riscaldamento il suo funzionamento sarà inverso, per cui l'apertura della valvola sarà maggiore in corrispondenza di valori di temperatura più bassi e minore in corrispondenza di valori di temperatura più alti;

1.5.11 MANUTEZIONE VALVOLE

1.5.11.1 MANUTENZIONE GENERICA DI UNA VALVOLA DI SICUREZZA

Le valvole di sicurezza devono essere periodicamente controllate per accertarsi che siano funzionanti come da specifiche. Molte valvole hanno a tale scopo all'esterno una leva ad azionamento manuale per permetterne l'apertura manuale o per effettuare un test sul corretto funzionamento. Questa manovra, nei casi in cui è possibile svolgerla, assicura che la valvola non sia bloccata, ma non garantisce il corretto valore di taratura.

Quindi, periodicamente (generalmente ad ogni fermata di impianto), tutte le valvole di sicurezza vengono smontate e portate in officina manutenzione. Qui vengono smontate e revisionate; in particolare le superfici otturatore e bocaglio vengono rettificate per ripristinare eventuali tenute imperfette. Ciascuna valvola quindi viene posta su un banco di taratura tramite il quale si applica una pressione crescente di aria, e si esegue la taratura al valore di specifica regolando la compressione della molla.

1.5.11.2 MANUTENZIONE VALVOLE DI SICUREZZA "ARMAK"

modelli: 240, 270, 610, 613, 614, 630, 650, 670, 673, 674, 775



Figura n.21

Esploso della valvola



Figura n.20

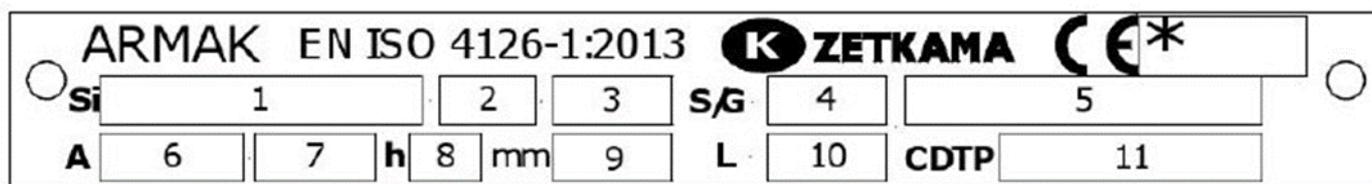


Figura n.22

SIMBOLOGIA TARGHETTA VALVOLA:

1. Tipo di valvola di sicurezza
2. Diametro dell'orifizio
3. Numero della molla
4. Coefficiente di portata per vapori e gas
5. Taratura Pressione o campo di pressione impostata
6. Area di flusso
7. Anno di costruzione
8. Il valore minimo di apertura
9. Sovrapressione
10. Coefficiente di portata per i liquidi Pressione
11. Coefficiente differenziale del test a freddo

INSTALLAZIONE

1. Prima dell'installazione sull'unità o tubazioni, controllare che la valvola non sia stata danneggiata o contaminata durante il trasporto. È necessario controllare la pulizia dei canali di flusso, le superfici esterne e le connessioni. Le superfici delle flange devono essere pulite e prive di impurità;
2. La valvola deve essere montata in posizione verticale;
3. I tubi collegati alla valvola devono essere conformi ai requisiti inclusi nel provvedimento di sorveglianza. Sezione e forma delle connessioni devono essere scelti in modo da non causare la diminuzione dei diametri e la conseguente riduzione di portata. Inoltre, i tubi devono essere aerodinamicamente favorevoli / curve dolci / e in caso di liquidi, inclinato verso il basso con adeguato scarico condense. Nel caso installazione con tubazioni ascendenti prevedere un drenaggio di condensa nel punto più basso della tubazione;

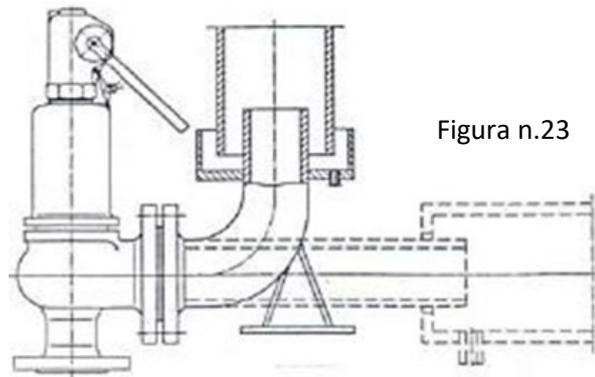


Figura n.23

PRINCIPIO DI FUNZIONAMENTO

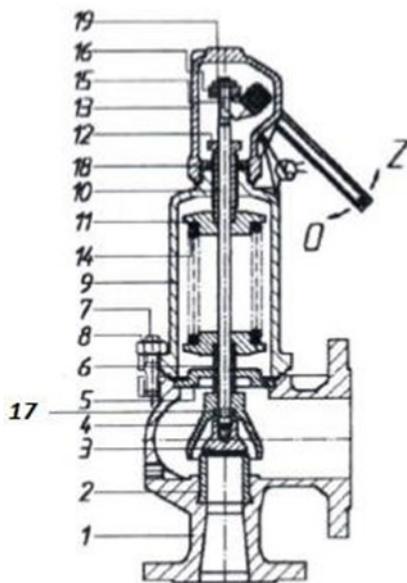


Figura n.24

Tabella n.9

1	Corpo
2	Tenuta
3	Disco
4	Disco sollevamento
5	Inserto
6	Guida
7	Bullone
8	Dado
9	Cappello
1	Stelo
0	
1	Piatto molla
1	
1	Vite di regolazione
2	
1	Coperchio
3	
1	Molla
4	
1	Leva
5	
1	Dado inferiore
6	
1	Anello tenuta asta
7	
1	Dado bloccaggio
8	
1	Dado superiore
9	

Le valvole di sicurezza servono come elementi importanti dei dispositivi e sistemi a pressione richiedono particolare attenzione e un servizio competente.

Durante l'operazione, prestare particolare attenzione a:

- Impostazione corretta della valvola di sicurezza, deve essere adatta ai parametri di funzionamento dell'apparecchiatura da proteggere;

- Una corretta protezione del meccanismo di valvola di regolazione arbitraria e contro la possibilità di danni;
- Verifica periodicamente del corretto funzionamento della valvola, in conformità con i requisiti di sorveglianza;
- Una corretta manutenzione e gestione riparazione;

Tenere a mente che i controlli troppo frequenti possono causare danni alle superfici di tenuta del disco valvola e della sede e quindi una perdita di tenuta, e la completa mancanza di controllo normalmente porta a un blocco del meccanismo della valvola, che può avere conseguenze serie per il funzionamento.

La frequenza di queste attività dipende principalmente:

- Condizioni di sfruttamento, vale a dire il tipo di flusso del fluido e dei suoi parametri;
- Le specifiche del processo tecnologico;
- Luogo di installazione;
- Ambiente;

La manutenzione dovrebbe essere correlata con la revisione e la riparazione delle attrezzature a pressione/ installazioni che protegge la valvola. Molto importante è l'esperienza dell'utente. Determinare i periodi di controllo della valvola di sicurezza è responsabilità del progettista dell'installazione o del manutentore dell'impianto.

Dopo aver controllato la valvola, portare la leva nella posizione originale. Quando si controlla la valvola c'è una possibilità di contaminazione delle superfici di tenuta. In questo caso, sollevare sempre il disco per rimuovere le impurità. Se la tenuta non è ancora ottimale, la valvola deve essere lucidata.

Nel caso di valvole con tenuta soffice, se il disco di gomma è danneggiato bisogna sostituirlo.

REGOLAZIONE DELLA PRESSIONE DI TARATURA

La regolazione e messa a punto della pressione può essere eseguita solo da una persona autorizzata che regolerà la valvola per la pressione nominale desiderata sull'impianto.

Si può impostare il range di pressione della valvola solo con le opportune molle tarate.

1. Rimuovere la tenuta tra il cappello (13) e coperchio (9);
2. Sollevare la maniglia fino in direzione di chiusura;
3. Svitare il tappo;
4. Allentare il dado di bloccaggio (18);

Ruotare la vite di regolazione per ottenere la pressione necessaria per l'apertura, al fine di proteggere la superficie della guarnizione, ruotare la vite di regolazione tenendo il mandrino con il dado di sollevamento (16) e impedendone la rotazione:

5. Bloccare il dado di bloccaggio (18);
6. Ruotare il tappo con una nuova guarnizione;

MANUTENZIONE E RIPARAZIONE DI VALVOLE DI SICUREZZA

Al fine di garantire il corretto funzionamento delle valvole di sicurezza, le seguenti condizioni devono essere rispettate:

- Il disco della valvola deve essere allineato alla sede della valvola;
- Le superfici della sede e del disco di tenuta devono garantire la chiusura e tenuta della valvola;
- Tutte le parti mobili della valvola devono mantenere tale peculiarità in condizioni operative;

Al fine di mantenere queste condizioni le valvole devono essere periodicamente controllate e fatta la corretta manutenzione. Le ispezioni delle valvole di sicurezza dovrebbero essere condotte da personale autorizzato. Mentre le riparazioni devono essere prima effettuate dal costruttore della valvola di sicurezza o centri autorizzati, o da squadre di servizio dell'utente con autorizzazioni appropriate.

Nel caso di valvole che lavorano in condizioni difficili (come l'elevata temperatura e / o pressione superiore a 4,0 MPa) si dovrebbe prendere in considerazione la necessità di una revisione della valvola dopo ogni apertura.

ATTENZIONE

Oltre alle raccomandazioni contenute in queste istruzioni, osservare i requisiti e le raccomandazioni derivanti dalle disposizioni di sorveglianza del paese in cui la valvola di sicurezza viene installata.

Le cause dei disturbi di funzionamento e la loro eliminazione:

Tabella n.10

Disturbo	Cause possibili	Eliminazione
La valvola di sicurezza non funziona	Il tappo protettivo della flangia di ingresso non è stato rimosso	Rimuovere il tappo
	Il flusso della valvola non è costante	Rimuovere eventuali residui di lavorazione del pipe
	Ingresso/uscita montati erroneamente	Montare la valvole seguendo il flusso di ingresso / uscita
	è installata la vite di blocco	Rimuovere la vite
	Pressione troppo alta	Verificare il range della molla e sostituirla con molla adeguata
	Contropressione non considerata	Consultare il costruttore

	Fluido troppo viscoso	Fluidificare il processo
	Fluidi solidi o congelati	Verificare le temperature di esercizio e valutare le condizioni per riscaldare il fluido
Non è possibile controllare la valvola	La pressione di ingresso è inferiore al 75% della pressione selezionata	Verificare le condizioni di set della valvola
	Non è stata rimossa la protezione per il trasporto	Rimuovere la protezione
Perdita dalla sede	Danneggiamento durante il trasporto o l'installazione o impurità depositate all'interno della sede	Seguire le istruzioni per il trasporto del costruttore e rimuovere eventuali oggetti che possono otturare la sede
	Non c'è corrispondenza tra la pressione di set e la pressione di lavoro	<p>La pressione di esercizio dovrebbe essere:</p> <p>per i fluidi comprimibili e la set pressure uguale o più alta di 2 bar – massimo l'80% della set pressure</p> <p>per i fluidi comprimibili e la set pressure sotto i 2 bar – la pressione di esercizio dovrà essere sotto 0,4 bar rispetto al set pressure.</p> <p>Per i fluidi non comprimibili e la set pressure sotto i 3 bar – la pressione di esercizio dovrebbe essere inferiore a 0,75 bar rispetto la set pressure.</p>
	Leva non in posizione neutrale	Mettere la leva in posizione neutrale
	Vibrazione della valvola di sicurezza	Analizzare la causa delle vibrazioni e applicare gli eventuali dispositivi per ridurle.

Disturbo	Cause possibili	Eliminazione
	Corrosione degli elementi direttamente a contatto con il fluido	Valutare il materiale utilizzato e rimuovere eventuali danni o sostituire la sede.
	Deformazione causata dallo stress dell'installazione.	Diagnosticare ed eliminare le cause dello stress.
La valvola si apre al di sotto della set pressure definita.	Molla mal funzionante	Verificare che la molla sia effettivamente quella richiesta
	Sede danneggiata	Ripristinare la sede
	La valvola non è stata impostata correttamente	Verificare le condizioni di esercizio del sistema
Aumento improvviso della pressione	Montaggio non corretto	Verificare la posizione della valvola e installarla correttamente
Rottura della flangia del corpo valvola	Danneggiamento nel trasporto	Sostituire la valvola
	Difetto del materiale	Sostituire la valvola
	Errore di installazione	Sostituire la valvola verificando la corretta posizione
	Eccessiva coppia di serraggio bulloni	Sostituire la valvola e applicare la corretta coppia.
vibrazioni	La valvola ha una capacità maggiore rispetto le condizioni di esercizio	Verificare i dati di processo e sostituire eventualmente la valvola
	Back pressure	Verificare la back pressure e il campo di applicazione
La pressione dell'impianto aumenta a valvola aperta	Selezione inadeguata della valvola	Sostituire la valvola con un set corretto.
La valvola continua a rilasciare fluidi	La molla della valvola è rotta	Sostituire la molla

	La valvola no chiude	Verificare se del materiale ostruisce la sede e ritarare
	La sede è danneggiata	Sostituire la sede
Perdita verso l'esterno di liquidi	Montaggio scorretto	Verificare installazione
	Uso della valvola senza garanzia di tenuta del costruttore	Verificare la manomissione eventuale e rivolgersi al costruttore
	Guarnizione non idonea ai fluidi	Consultare costruttore e sostituire la guarnizione
	La valvola non scarica	In caso di gas verificare le perdite in linea e consultare il costruttore
	La valvola scarica male	Verificare perdite verso lo scarico
Condensa nella camera di espansione della valvola di sicurezza	Drenaggio scorretto del circuito in cui la valvola è applicata	Eliminare il problema dello scarico verificando le condizioni di lavoro o chiedere al costruttore il dispositivo da applicare per lo scarico di condensa.
Rumorosità superiore ai limiti	Verificare la portata	Ridurre la velocità del fluido se possibile e verificare le dimensioni del pipe utilizzato.

1.6 LE POMPE

Una pompa è una macchina idraulica che sfrutta organi meccanici in movimento rotatorio o rettilineo alternativo per sollevare o comunque spostare ed eventualmente raccogliere materiale fluido.

Si intende normalmente per pompa il dispositivo usato per spostare liquidi, mentre si designa solitamente come compressore il dispositivo destinato allo spostamento di fluidi gassosi.

Simbologia schematica

della pompa:



Figura n.25

MACCHINE OPERATRICI PER FLUIDO INCOMPRESSIBILE

Tabella n.11

POMPE CENTRIFUGHE POMPE ASSIALI	DINAMICHE
POMPE ALTERNATIVE POMPE AD INGRANAGGI POMPE A PALETTE	VOLUMETRICHE

Si dice pompa volumetrica un tipo di pompa che sfrutta lo spostamento di volume in una camera per provocare un'aspirazione o una spinta su un fluido.

Una pompa fluidodinamica (detta comunemente pompa dinamica) è un tipo di pompa nel quale il movimento del fluido è prodotto da un momento indotto nel fluido stesso.

Queste pompe non hanno bisogno di valvole, ma hanno lo svantaggio che la portata e l'efficienza diminuiscono con l'aumentare della pressione all'uscita. In genere queste pompe hanno la necessità dell'adescamento, ovvero di essere inizialmente riempite di liquido per poter funzionare.

1.6.1 POMPE CENTRIFUGHE

Una macchina operatrice a flusso continuo è costituita da tre elementi fondamentali: il *distributore*, la *girante* e il *diffusore*.

In figura 26 a) è mostrata la vista di una *girante* di una pompa centrifuga *aperta* e in fig.26 b) quella di una *girante chiusa*.

Come si può osservare dalla figura, la girante aperta è costituita da un *disco* su cui sono disposte una serie di pale che hanno la funzione di guidare il fluido e conferire ad esso il desiderato aumento di pressione e la voluta accelerazione. Nel caso della girante chiusa è presente, affacciato alle pale, un *contro-disco* che ha la funzione di irrigidire le pale eliminandone le vibrazioni e di ridurre i trafilamenti di fluido attraverso i giochi.

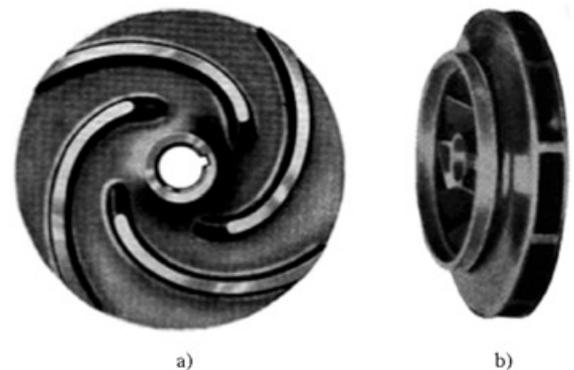


Figura n.26

Nelle pompe centrifughe le giranti sono abitualmente chiuse, però in particolari impianti di pompaggio e se la prevalenza che la pompa deve sviluppare non è eccessiva, sono utilizzate giranti aperte in quanto consentono da una parte una migliore accessibilità e, quindi, una migliore lavorazione della superficie delle pale con conseguente miglioramento del rendimento, e dall'altra consentono il ricoprimento delle pale con materiali resistenti all'azione di liquidi chimicamente aggressivi.

In figura n.27 è mostrata la sezione longitudinale di una pompa centrifuga monostadio ad asse orizzontale con girante chiusa montata a sbalzo sull'albero: il fluido perviene alla girante assialmente, viene deviato di 90° e, quindi, scaricato radialmente.

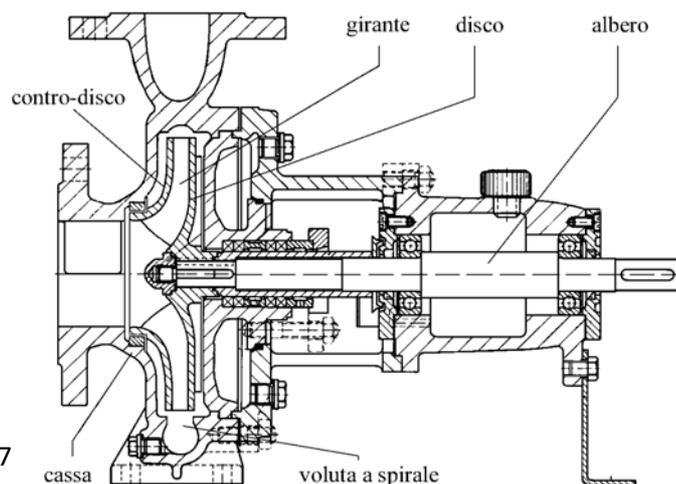


Figura n.27

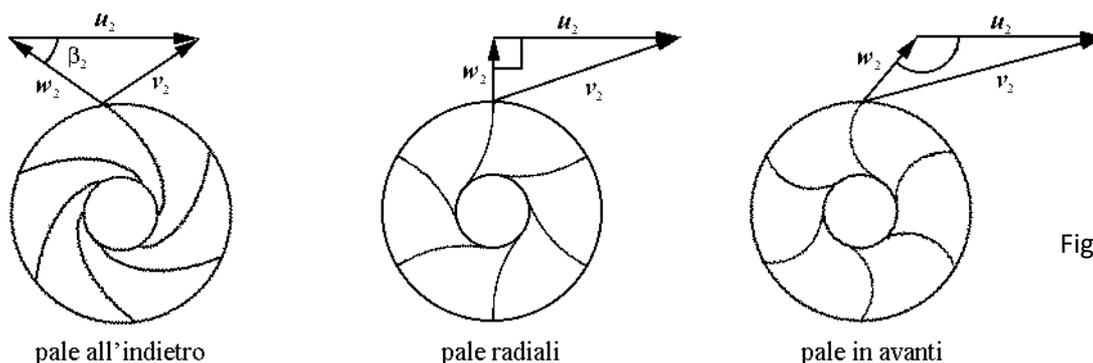


Figura n.28

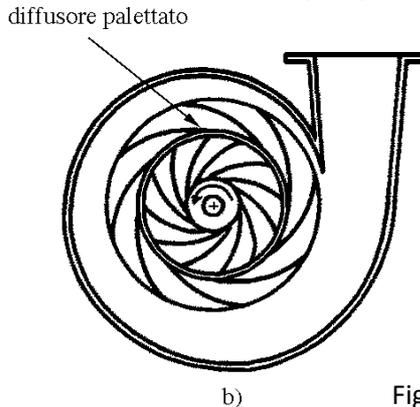
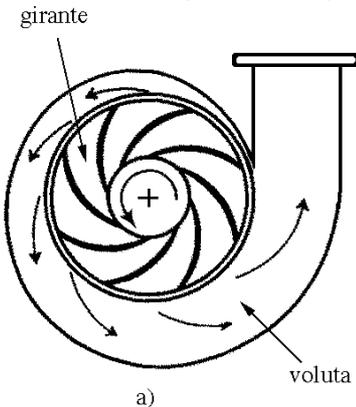
Nella figura n.28 è evidenziata la disposizione delle pale sulla girante che, a seconda dell'angolo d'uscita β . In rapporto al senso di rotazione della girante esse sono distinte in: *giranti con pale rivolte all'indietro* ($\beta < 90^\circ$), *con pale radiali* ($\beta = 90^\circ$), e *con pale rivolte in avanti* ($\beta > 90^\circ$),

Come si può osservare dalla figura n.28, a pari velocità periferica e a pari componente radiale della velocità di scarico, si avranno maggiori velocità assolute allo scarico della girante nel caso di pale rivolte in avanti rispetto a pale radiali e a pale rivolte all'indietro. A tale maggiore energia cinetica corrisponderà, per lo meno nel caso di flusso ideale, una maggiore prevalenza fornita dalla pompa.

Osserviamo che per ragioni legate al rendimento della pompa (a maggiori energie cinetiche corrispondono maggiori perdite di carico) e a possibili condizioni di funzionamento instabile le giranti delle pompe vengono realizzate, a parte qualche uso particolare, con pale fortemente inclinate all'indietro rispetto al senso di rotazione della girante. All'uscita della girante il fluido deve essere convogliato in un'unica direzione e la sua energia cinetica residua deve essere trasformata in pressione; tali operazioni vengono realizzate mediante un diffusore a sezione crescente, a camera libera e/o palettato.

In figura n.29 sono rappresentate qualitativamente le due possibili soluzioni.

Per evidenti ragioni di semplicità costruttiva e di costo, nelle pompe è molto frequente la soluzione che prevede



l'utilizzo del solo diffusore a camera libera anche se ciò comporta maggiori perdite idrauliche e, quindi, un minore rendimento almeno nelle condizioni di progetto. Per la sua caratteristica conformazione, il diffusore a camera libera è comunemente detto *chiocciola* o *voluta a spirale*.

Figura n.29

1.6.2 POMPE ASSIALI

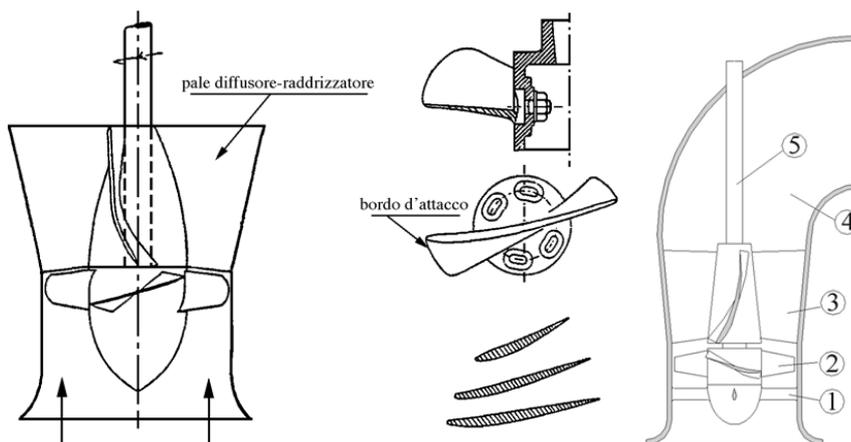


Figura n.30

in figura n.30 è presentata la girante di una pompa assiale.

Come si può osservare dalla figura, attraversando la girante il fluido non subisce alcuna deviazione nel piano radiale ma viene deviato soltanto in senso tangenziale; allo scarico della girante il fluido sarà raccolto da un diffusore palettato che ha il compito di recuperare l'energia cinetica di scarico e di convogliare il fluido in direzione assiale annullando, con le minori perdite possibili, la componente tangenziale della velocità.

Nella figura sottostante (figura.31) è riportata schematicamente una pompa assiale ad asse verticale.



- | |
|--|
| <p>Schema di una pompa assiale:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Pre-distributore 2. Girante 3. Raddrizzatore 4. Diffusore 5. Albero |
|--|

Figura n.31

Come si può notare dalla figura, a valle dell'elemento rotante sono visibili le pale del diffusore che riporta il flusso in direzione assiale.

Nella figura n.31 si può notare anche il caratteristico *svergolamento* delle pale, rappresentato dal fatto che le diverse sezioni delle pale, praticate a diverse distanze dall'asse di rotazione, risultano ruotate fra di loro.

Nella pompa assiale, o elicotpompa, il movimento del fluido è assicurato da un'elica intubata, che spinge il fluido stesso come un'elica marina. Il funzionamento delle pompe assiali è il seguente: delle pale inclinate ruotano nel fluido, e quindi lo spingono nella direzione voluta. La pompa assiale è di solito configurata come una curva, per consentire il passaggio dell'albero.

1.6.3 POMPE ALTERNATIVE

Caratteristica di funzionamento delle macchine volumetriche per fluidi comprimibili è quella di mettere a disposizione del liquido un volume a geometria variabile che, alternativamente, è posto in comunicazione con l'aspirazione nella fase di riempimento e con la mandata nella fase di svuotamento. Nel caso dei liquidi, a causa della loro bassa comprimibilità, la pompa semplicemente "sposterà" il fluido da un ambiente a pressione minore ad uno a pressione superiore.

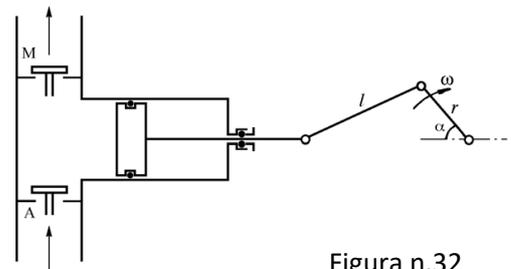


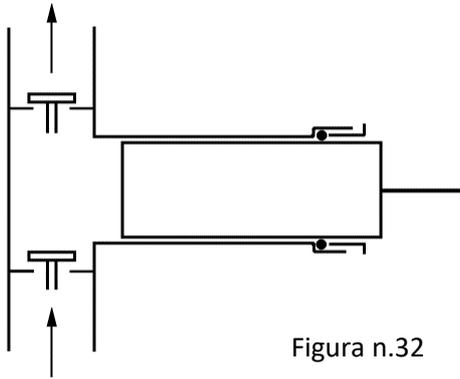
Figura n.32

La velocità media del fluido all'interno della pompa è generalmente molto bassa per cui l'azione della macchina è essenzialmente di tipo *statico* e si manifesta come variazione di pressione del fluido.

A seconda del moto dell'elemento mobile, le macchine volumetriche sono classificate in: *macchine volumetriche alternative o a stantuffo*, quando l'elemento mobile, *stantuffo* o *pistone*, è dotato di moto alterno, e *macchine volumetriche rotative* quando è dotato di moto rotatorio.

La figura n.32 rappresenta schematicamente una pompa volumetrica alternativa a semplice effetto disposta con asse orizzontale e con stantuffo a disco azionato da un sistema biella –manovella. Durante la corsa dello stantuffo dal punto morto esterno a quello interno la valvola di mandata M sarà tenuta chiusa per effetto della depressione creata all'interno del cilindro e il fluido sarà aspirato all'interno del cilindro attraverso la valvola d'aspirazione A. Quando lo stantuffo, arrivato a fine corsa, invertirà il proprio moto, determinerà una sovrappressione in camera che provocherà l'apertura automatica della valvola di mandata e la chiusura di quella d'aspirazione. Per il corretto funzionamento della pompa deve essere garantita la tenuta fra il disco dello stantuffo e le pareti del cilindro, realizzata per mezzo di guarnizioni elastiche collocate sulla superficie dello stantuffo; il grado di finitura della superficie interna del cilindro dovrà essere accurato, in modo da consentire il corretto funzionamento della guarnizione e la sua durata.

La pompa a stantuffo a disco è perciò utilizzata con liquidi esenti da particelle abrasive di solido e per condizioni d'esercizio non eccessivamente gravose ($P_{max}=100$ bar). Per pressioni d'esercizio più elevate o per liquidi non limpidi sono utilizzate le pompe a stantuffo tuffante in cui lo stantuffo è completamente immerso nel liquido e le tenute sono esterne e realizzate sulla parte fissa, con facile possibilità di registrazione o di sostituzione anche con macchina in movimento.



Date le elevate pressioni raggiungibili con le pompe volumetriche, sarà necessario inserire in mandata della pompa delle valvole di sicurezza, a protezione della macchina o di componenti dell'impianto dal mal funzionamento di organi di intercettazione o di regolazione.

Figura n.32

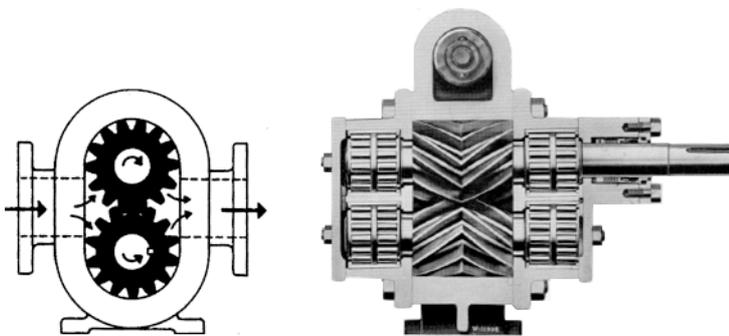
1.6.4 POMPE VOLUMETRICHE ROTATIVE

Sono pompe in cui le fasi d'aspirazione e di mandata avvengono in virtù della rotazione di elementi la cui forma può essere molto diversa a seconda del tipo di pompa ma che, comunque, determinano tra l'aspirazione e la mandata una riduzione dell'ambiente a disposizione del fluido, con conseguente espulsione dello stesso verso la mandata della pompa. Gli elementi mobili oltre a provocare lo spostamento di volumi di liquido in mandata garantiscono, nello stesso tempo, la tenuta impedendo il riflusso del liquido. Le pompe volumetriche rotative non necessitano, quindi, di valvole d'aspirazione e di mandata come quelle alternative. La prevalenza fornita da questo tipo di pompe è strettamente dipendente dai giochi costruttivi fra gli elementi mobili e fra questi e la parete interna della cassa, giochi che dipendono dal tipo di liquido pompato, dalla sua viscosità e dalle tolleranze della lavorazione meccanica.

Per fluidi poco viscosi tali giochi dovranno essere ridotti al minimo, compatibilmente con le esigenze di lubrificazione e di durata della macchina, al fine di ottenere rendimenti volumetrici accettabili (dallo 80% al 98% al variare della viscosità del liquido). Il campo d'impiego di queste pompe è molto vasto (sono adatte al pompaggio di liquidi oleosi, densi o molto viscosi, a miscele liquido-gas o liquido-solido) con pressioni di mandata che variano da qualche bar a oltre 300 bar. Non essendo presenti in questo tipo di macchine organi dotati di moto alternato, possono ruotare a velocità di rotazione superiori a quelle delle pompe alternative e quindi fornire portate maggiori.

Limitandoci ai tipi più comuni, le pompe volumetriche rotative possono essere suddivise in:

- **1.6.4.1 POMPE A INGRANAGGI**



a) pompa a ingranaggi esterni

b) pompa a ingranaggi elicoidali

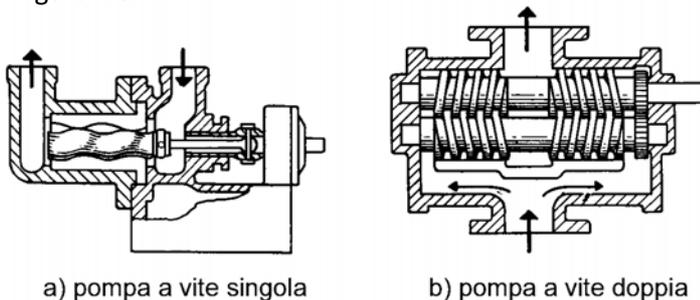
Figura n.33

Come si può osservare dalla figura n.33, lo spazio fra i denti dell'ingranaggio e la parete interna della cassa della pompa forma delle cavità che si riempiono di liquido all'aspirazione e che ruotando lo trasferiscono alla mandata.

Sono pompe che hanno buone capacità autoadescenti e che sono capaci di aspirare liquidi con notevoli percentuali di gas disciolti. Sono adatte al pompaggio di oli minerali, di alcoli, di lacche e vernici, di cellulosa, di oli combustibili e lubrificanti, di oli di catrame, di saponi, ecc.

1.6.4.2 POMPE A VITE ELICOIDALE

Figura n.34



In figura n.34 sono rappresentate due tipi pompe a vite; nel caso della vite singola, lo statore può avere forma elicoidale o cilindrica e può essere realizzato in gomma o altro materiale adatto in dipendenza del liquido da pompare. Il fluido fluisce lungo l'asse della vite e le filettature, destrorse e sinistrorse, sono realizzate in modo da equilibrare le spinte assiali. Possono avere fino a tre viti ruotanti in una cassa.

Se realizzate con materiali opportuni, tali pompe hanno buona resistenza all'usura da parte di liquidi abrasivi o corrosivi e quindi possono essere utilizzate in servizi industriali marini o di miniera e nel pompaggio di fanghi. Sono utilizzate anche nel pompaggio di prodotti alimentari o fluidi molto viscosi.

1.6.4.3 POMPE A PALE MOBILI

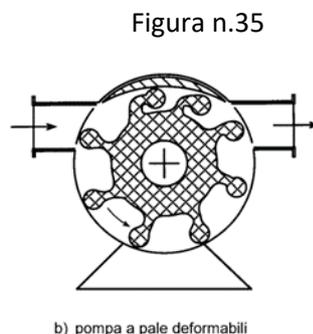
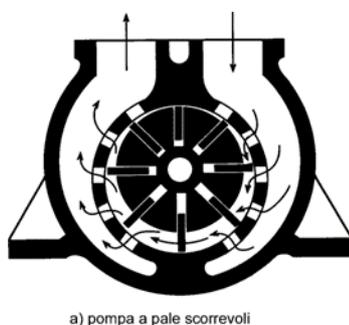


Figura n.35

In figura n.35 è rappresentata schematicamente una pompa a pale scorrevoli: essa è essenzialmente costituita da un rotore eccentrico rispetto ad uno statore sulla superficie laterale del quale sono ricavate delle finestre attraverso le quali entra il fluido da pompare.

Sul rotore sono ricavate delle sedi che alloggiavano le pale che possono scorrere per effetto della forza

centrifuga o per l'azione di molle. Durante la rotazione del rotore, le pale scorrevoli vengono spinte contro la parete interna dello statore delimitando, in tal modo, camere che vengono alimentate attraverso le finestre poste sul lato aspirazione dello statore e che si svuotano attraverso le finestre poste sul lato di mandata.

Nel caso della fig. (b) le pale scorrevoli sono sostituite da elementi in materiale elastico. Questo tipo di pompe è utilizzato per il pompaggio di fluidi viscosi e, nel caso delle pale deformabili, di fluidi eterogenei (liquidi contenenti impurità solide, grosse sospensioni, fanghi, ecc.).

1.6.4.4 POMPE A LOBI (TIPO ROOTE)

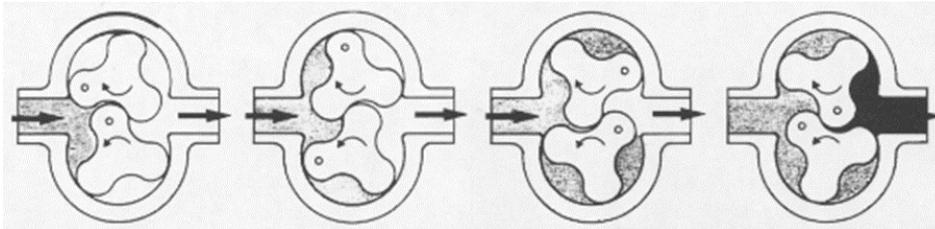


Figura n.36

In figura n.36 sono rappresentate le fasi di funzionamento di una pompa a tre lobi costituita da due giranti opportunamente sagomate, di cui una è

calettata sull'asse di potenza e l'altra è trascinata dalla prima mediante ingranaggi esterni d'azionamento. La pulsazione della portata erogata dipenderà dal numero dei lobi, ma sarà comunque, dato il minor numero di camere presenti, maggiore che non nel caso della pompa a ingranaggi.

Queste pompe sono utilizzate per il pompaggio di fluidi viscosi e trovano applicazioni diverse nell'industria alimentare e sono, inoltre, caratterizzate da portate di considerevole entità. Con caratteristiche geometriche invariate sono utilizzate anche per la compressione di gas (compressori Roote).

1.6.5 MANUTENZIONE GENERICA DELLA POMPA CENTRIFUGA

Le pompe devono essere mantenute in modo ottimale per poter gestire correttamente le operazioni di trasporto e smistamento dei liquidi.

Le pompe centrifughe appaiono in buone condizioni solo se gli operatori addetti provvedono regolarmente al corretto iter manutentivo che deve essere di tipo preventivo e protettivo.

Verrà spiegata in maniera generica la manutenzione ordinaria delle pompe centrifughe in modo da evitare tempi di inattività della pompa e la conseguente interruzione della produzione e/o del servizio. Queste macchine versatili utilizzano una girante in rotazione, l'elica o rotore per impartire energia cinetica al fluido pompato. Quando il fluido, lasciando la girante, si allontana dalle parti fisse della pompa, questa energia cinetica viene convertita in energia di pressione.

Le pompe centrifughe sono versatili e possono affrontare e gestire una varietà di casistiche e problematiche tra cui:

Cambiamenti di temperatura e umidità ambientale;

Interruzioni delle linee di tubazioni non ancorate correttamente;

Tubazioni con curve particolarmente accentuate;

Cambiamenti nella viscosità e altre caratteristiche del liquido pompato;

I due stili più comuni di pompe centrifughe sono:

- *Ad aspirazione finale*: Ideale per liquidi molto viscosi. È la scelta migliore per la maggior parte di sistemi di pompaggio dell'acqua;
- *Autoadescante*: questo tipo di pompa ha la capacità di sollevamento del fluido, che dà un vantaggio indispensabile quando la sorgente del fluido si trova sotto la linea della pompa;

Entrambe le specifiche di questi due tipi di pompa sono disponibili in formato ANSI, che descrive le pompe centrifughe che soddisfano i criteri costruttivi stabiliti dalla American National Standards Institute nel 1977.

Robuste come sono, le pompe centrifughe si mostreranno al loro meglio solo se gli operatori sono in grado di fornire il giusto tipo di manutenzione preventiva e protettiva.

1.6.5.1 EFFETTUARE LA MANUTENZIONE OBBLIGATORIA

Poiché molte pompe hanno un ciclo di vita di 15 anni o più, sta diventando pratica comune tra i gestori degli impianti l'esecuzione dei costi del ciclo di vita (LCC) del prodotto oltre all'analisi dei sistemi di pompaggio. Questi aiutano nella scelta della pompa più idonea per il lavoro ottimizzando i costi di esercizio e di manutenzione, l'acquisto, l'installazione, l'uso di energia, il funzionamento, i tempi di inattività, e la tutela dell'ambiente.

Secondo l'Hydraulic Institute statunitense, studi LCC mostrano che l'energia rappresenta tipicamente il 40 per cento del costo vita di una pompa. La seconda voce più costosa è spesso quella relativa alla manutenzione, pari a circa il 25 per cento del totale. Il costo di acquisto iniziale e gli altri costi operativi sono entrambi stimati attorno al 10 per cento del costo totale del ciclo di vita della pompa.

Per tutti i tipi di pompe centrifughe in condizioni normali di funzionamento, un programma di manutenzione ordinaria prolunga la durata della pompa, poiché attrezzature più curate durano più a lungo e richiedono meno costi per quanto concerne la riparazione.

Quando viene acquistata la pompa, il costruttore è tenuto ad avvisare l'operatore dell'impianto circa la manutenzione necessaria, ma è l'operatore che ha l'ultima voce in capitolo per quanto concerne la manutenzione ordinaria della sua struttura, se, per esempio, tale manutenzione viene effettuata spesso, o meglio ancora, ad intervalli regolari, tutto ciò si tradurrà in una riduzione dei costi.

Il costo di down-time imprevisto è significativo nel determinare il costo totale di un sistema di pompaggio. Anche in questo caso, la routine di manutenzione della struttura dovrebbe stabilire quali passi da seguire quando si verifica un guasto. Una volta che la pompa è di nuovo in azione, una valutazione post-riparazione ha il preciso scopo di identificare le aree nelle quali la manutenzione di tipo proattivo potrebbe aver impedito la rottura parziale o totale.

1.6.5.2 COSA FARE E QUANDO

Una corretta manutenzione preventiva e protettiva di routine dovrebbe includere il monitoraggio di:

1. *Cuscinetti e lubrificanti*: Controllare la temperatura dei cuscinetti, il livello del lubrificante e delle vibrazioni. Il lubrificante dovrebbe essere di colore chiaro e non presentare segni di formazione di schiuma. Un aumento della temperatura del cuscinetto potrebbe indicare un guasto imminente. Tenuta dell'albero: la tenuta meccanica non dovrebbe mostrare segni visibili di perdite. Eventuali perdite dovrebbero fuoriuscire ad una velocità massima di non più di 40-60 gocce al minuto;

2. *Vibrazione*: il rompimento imminente del cuscinetto può essere preceduto da un cambiamento nelle vibrazioni del supporto. Vibrazioni indesiderate possono verificarsi anche a causa di un cambiamento di allineamento della pompa, la presenza di cavitazione o di effetti di risonanza tra la pompa, la sua base o le valvole rispetto alle linee di aspirazione o di scarico;
3. *Pressione differenziale*: La differenza tra i valori di pressione allo scarico e l'aspirazione della pompa fornisce la pressione totale sviluppata dalla pompa. Una graduale diminuzione di tale pressione totale può indicare che il gioco della girante è eccessivo. In questo caso, la regolazione del gioco della girante (per pompe con giranti semiaperte) o la sostituzione degli anelli di usura (per pompe con giranti chiuse) ripristinerà le prestazioni della pompa ai livelli iniziali;

Ogni tre mesi:

- Controllare l'attacco della pompa e il serraggio dei bulloni;
- Cambiare l'olio dopo le prime 200 ore di funzionamento nel caso di una pompa nuova e poi ogni tre mesi o 2.000 ore di funzionamento;
- Ringrassare i cuscinetti ogni tre mesi o 2.000 ore di funzionamento;
- Controllare l'allineamento dell'albero;

Ogni anno: le prestazioni della pompa devono essere controllate e registrate nel dettaglio, almeno una volta all'anno. Benchmark delle prestazioni dovrebbero essere eseguiti durante le prime fasi di funzionamento di una pompa, ovvero quando le parti sono nuove e le regolazioni di montaggio sono corrette. Questi dati di benchmarking dovrebbero includere:

- Pressione totale sviluppata dalla pompa (la differenza tra aspirazione e pressione della mandata);
- Portata;
- Ampere del motore e tensione;
- Vibrazione motore;
- Temperatura del cuscinetto;

Qualsiasi modifica di tali cifre rispetto a quelle dell'anno precedente dovrebbero essere utilizzate come riferimento per rivalutare il livello di manutenzione necessario della pompa.

Tutti gli intervalli di manutenzione e di controllo dovrebbero essere ridotti se la pompa viene utilizzata in condizioni di servizio estreme, come ad esempio con liquidi altamente corrosivi o soluzioni abrasive.

1.6.5.3 L'IMPORTANZA DELLA LUBRIFICAZIONE

Tutti i cuscinetti della pompa possono essere soggetti a rottura. Più spesso, tuttavia, questo causerà un guasto del mezzo lubrificante piuttosto che problemi intrinseci con il cuscinetto stesso. È quindi importante prestare particolare attenzione alla lubrificazione dei cuscinetti in modo da massimizzare la vita del cuscinetto e, per estensione, la durata della pompa.

Per la lubrificazione dei cuscinetti utilizzare solo oli non-schiumosi e non detergenti. Evitare una lubrificazione eccessiva, che può essere tanto dannosa quanto la sotto-lubrificazione: olio in eccesso provoca un assorbimento di potenza leggermente superiore e generare calore aggiuntivo, che può causare schiumeggiamento dell'olio.

Per i cuscinetti ri-lubrificabili non mescolare mai grassi di differenti consistenze o tipi.

Quando si ri-lubrifica, assicurarsi che i raccordi dei cuscinetti siano assolutamente puliti da qualsiasi contaminazione onde evitare la diminuzione della durata dei cuscinetti. Evitare la sovra lubrificazione in caso di alte temperature, poiché questo può causare la localizzazione di solchi all'interno dei cuscinetti e dare origine ad incrostazioni.

Dopo una ri-lubrificazione, i cuscinetti possono andare incontro ad un aumento della temperatura per un'ora o due.

1.6.5.4 COSA CERCARE NELL'INDIVIDUAZIONE DEI PROBLEMI

Ogni volta che devono essere sostituite alcune parti della pompa, trattare la riparazione come un'opportunità per esaminare il resto della pompa alla ricerca di segni di logoramento, eccessiva usura e crepe. Sostituire eventuali parti usurate che non soddisfano le seguenti norme:

- *Struttura portante e piede*: Verificare la presenza di crepe, rugosità, o ruggine. Controllare le superfici lavorate alla ricerca di vaiolatura o erosione;
- *Struttura portante*: Controllare i collegamenti filettati a causa dello sporco. Pulire se necessario. Rimuovere tutti i materiali sciolti o estranei. Controllare che le valvole dell'olio siano aperte;
- *Albero e manica*: Verificare la presenza di solchi o vaiolatura. Controllare il cuscinetto si adatta e eccentricità dell'albero, e sostituire l'albero ed il manicotto se usurato o se le tolleranze sono superiori a 0,05 mm;
- *Involucro*: Cercare segni di usura, corrosione o vaiolatura. L'involucro deve essere sostituito se l'usura è più profondo di 4 mm. Controllare le superfici delle guarnizioni per le irregolarità;

1.6.5.5 INFORMAZIONI AGGIUNTIVE

- *Ventola*: Controllare l'usura, erosione o danni da corrosione. Se le palette sono usurate per più di 4 mm rispetto alla superficie totale o piegato, sostituire la girante;
- *Struttura del telaio*: Cercare crepe, deformazioni o corrosione e danneggiamenti e sostituirlo se una qualsiasi di queste condizioni sono presenti;
- *Sede del cuscinetto*: Verificare la presenza di usura, corrosione o crepe. Sostituire gli alloggiamenti se usurati o fuori tolleranza;
- *Guarnizione del coperchio scatola della camera / interni*: Verificare la presenza di crepe, avvallamenti, erosione o corrosione, prestando particolare attenzione a qualsiasi usura, rigature o scanalature sulla faccia della camera. Sostituire se consumato per più di 4 mm rispetto alla superficie complessiva;

- *Albero*: Controllare la corrosione e l'usura. Controllare se la superficie risulta rettilinea, se l'indicatore massimo di lettura (TIR) posizionato sulla manichetta di accoppiamento non superi i 0,05 mm di gioco;

L'attuazione di tutte queste raccomandazioni può sembrare scoraggiante, ma una routine di manutenzione protettiva contribuirà ad evitare tempi di inattività non programmati a causa di malfunzionamenti della pompa, migliorandone la sicurezza e proteggendo l'ambiente.

1.6.5.6 SUGGERIMENTI PER L'IDENTIFICAZIONE DEI PROBLEMI RELATIVI ALLA CORRETTA MANUTENZIONE DEI SISTEMI DI POMPAGGIO

Non è un segreto che una pompa che funziona al massimo dell'efficienza utilizzi meno carburante, vada incontro a meno tempi morti e costi di meno. Il tempo necessario per la manutenzione della pompa è in realtà un investimento sia in termini di prestazioni che di durata. Infatti, ci sono molti modi con i quali una pompa, mantenuta diligentemente può ridurre i costi, aumentando la sua efficienza.

Di seguito sono riportati alcuni consigli per identificare i problemi del sistema di pompaggio e come correggerli:

Segni comuni di inefficienza in una Pompa centrifuga autoadescante.

1. *Si nota una notevole differenza nella portata della pompa rispetto a prima.*

Prendere nota del flusso di scarico. È visibilmente diminuito? la pompa sta impiegando più tempo per fare lo stesso lavoro rispetto al passato? Il flusso rallentato può essere causato da collassamento del rivestimento del tubo di aspirazione, da una guarnizione che perde, da una giunzione difettosa, da una linea di aspirazione collegata a una girante danneggiato o usurato.

Per determinare la causa di qualsiasi diminuzione del flusso, la pressione di scarico e di aspirazione del vuoto deve essere misurata mentre la pompa è in funzione.

Se la pressione di mandata della pompa di aspirazione del sottovuoto sono stati misurati all'accensione, le ultime letture dovrebbero essere confrontate a quelle registrate originariamente.

Quando si verificano questi problemi ad un qualsiasi tipo di pompa e al relativo sistema, occorre leggere anomalie nella lettura dei valori. Una lettura superiore al normale per quanto concerne la pressione di scarico indicherà una diminuzione di aspirazione del vuoto, e potrebbe essere un segno di una linea di scarico intasata o parzialmente ostruita, una valvola chiusa, presenza d'aria che impedisce una corretta evacuazione oppure qualsiasi ostruzione esterna rispetto al punto in cui è stato installato il manometro all'interno della linea di scarico. È pratica comune installare manometri a circa due/quattro diametri del tubo dalla pompa.

Entrambi gli indicatori possono anche diminuire. Se lo fanno, il problema si trova tra gli indicatori di livello. In questo caso, il problema è all'interno della pompa. Un intasamento dell'occhio della girante, l'usura e l'aria indotta nella linea di aspirazione sono tutte cause che inducono a letture basse. Si noti che in questi casi le lancette quasi sempre scattano avanti e indietro. Ma ancora una volta, segui il problema partendo dalla lettura anormale più alta.

2. *La pompa non è più autoadescante come una volta.*

Molto comunemente, bassi adescamenti possono essere attribuiti a un gioco eccessivo della manopola. Se questo non è la causa del rallentamento, verificare quanto segue:

- È il sigillo che perde?
- Le guarnizioni sono a tenuta?
- Il diaframma taglia acqua è molto usurato?
- La porta di ricircolo è intasata?

Generalmente, un controllo di massima del vuoto è utile per determinare la posizione del problema. Riempi la pompa con la quantità minima di acqua che il corpo a spirale è in grado di mantenere normalmente per il normale adescamento. Per farlo, è sufficiente rimuovere la valvola a cerniera di aspirazione, adescare il corpo a spirale ed innescare la pompa. Dopo che la pompa raggiunge il funzionamento dinamico, spegnere la pompa e permettere al liquido presente nella pompa di ritornare nella coppa.

Installa un Vacuometro dal lato di aspirazione della pompa e chiudi una valvola nella linea di aspirazione esterna. Se non ci sono valvole nella linea di aspirazione, può essere installata una guarnizione senza un foro interno in un giunto per tubi per creare un effetto “valvola”. Energizzare la pompa e ispezionare il Vacuometro. La pompa tirerà a vuoto contro la valvola chiusa o la guarnizione. Questa lettura corrisponderà alla capacità di spinta della pompa.

3. *La pompa sta facendo un rumore eccessivo.*

Se la pompa emette un suono metallico, questo potrebbe essere un’indicazione di cavitazione ed essere causato da un settaggio di aspirazione troppo alto, dalla presenza di un tubo di aspirazione troppo lungo, da un giunto che, o ha un rivestimento compresso o un filtro otturato oppure una combinazione di questi problemi, o forse un problema sul versante dello scarico della pompa.

Anche cuscinetti usurati possono causare un rumore eccessivo. Il rumore dovrebbe essere riconoscibile come meccanico o idraulico. Far funzionare la pompa per breve tempo senza acqua. Se il rumore non è più presente, è di natura idraulica. Se è presente il rumore dopo la rimozione del prodotto, allora è di tipo meccanico. Conseguentemente, una serie di letture qualitative vi consentirà di identificare meglio il problema.

4. *La pompa si intasa frequentemente.*

Se la valvola di controllo di aspirazione di una pompa è intasata, il filtro può essere troppo grande o troppo piccolo, o il gioco della valvola potrebbe essere troppo ampio. In alternativa, il filtro può essere bloccato nel fango.

5. *La pompa si surriscalda.*

In questo caso, molto probabilmente, il flusso di liquido all’interno o all’esterno della pompa è limitato. Potrebbe esserci un gioco errato della girante che rallenta l’adescamento, il filtro di aspirazione o la porta del ricircolo nel corpo a spirale può essere intasato limitando la capacità della pompa nel gestire l’aria attraverso la linea di rilascio dell’aria. Il flusso d’aria presente nella valvola di rilascio o nella linea di scarico finale può essere

ostruita. Non aprire mai una pompa a caldo. Lasciare che la pompa si raffreddi del tutto prima dell'apertura. Anche dopo il raffreddamento, può ancora esserci pressione persistente all'interno del corpo a spirale.

1.6.5.7 PICCO DI EFFICIENZA E REDDITIVIA', LISTA DI CONTROLLO

Linea di aspirazione:

1. *Verificare la presenza di perdite d'aria*

Utilizzando un misuratore del vuoto, assicurarsi che la linea di aspirazione, i raccordi e i tappi dei tubi siano a tenuta d'aria. Utilizza sigillanti per tubi e stoppa per sigillare i tubi. Risulterà normale avere delle letture errate durante questo tipo di controlli e regolazioni. Alla chiusura, la lettura del misuratore dell'aspirazione mostrerà la distanza verticale dalla tacca del misuratore al livello del prodotto. Se questa misurazione del sottovuoto fallisce dopo lo spegnimento, significa che la pressione atmosferica riesce ad esercitare la sua influenza all'interno del condotto causando la perdita della sua capacità di sollevamento statico.

Sostituire la valvola a cerniera di aspirazione se usurata e verificare la presenza di perdite d'aria se il prodotto torna alla coppa.

2. *Controllare il rivestimento del tubo di aspirazione*

Il rivestimento di gomma di un tubo di aspirazione può distaccarsi dal tessuto, causando il blocco parziale della linea. Se la pompa sviluppa un alto vuoto ma pressione di scarico bassa, il rivestimento del tubo flessibile può esserne la causa, bloccando il flusso di aspirazione.

In questo caso, le letture dei valori durante il funzionamento saranno superiori ad una situazione normale che contempla un rivestimento aderente al tubo. Per ovviare a questo problema, è sufficiente sostituire il tubo.

3. *Controllare il filtro di aspirazione*

Ispezioni frequenti e la pulizia del filtro di aspirazione sono particolarmente importanti quando si pompano liquidi che contengono solidi. Le letture della portata durante il funzionamento potranno risultare superiori al normale, se i detriti ostruiscono il flusso che scorre attraverso il filtro. Utilizzare sempre la corretta dimensione di filtro per evitare che la pompa si intasi.

4. *La pompa stessa*

Controllare il corpo a spirale, le palette della girante, gli anelli della piastra usurati e la bulloneria di fissaggio.

Una piastra di copertura rimovibile può consentire l'accesso rapido quando si rende necessaria l'ispezione dell'usura della piastra della girante. Questi componenti devono essere controllati ogni sei mesi o anche prima, a seconda del campo di applicazione della pompa giacché pompe che effettuano il pompaggio di liquidi abrasivi e fanghi sono soggette maggiormente ad usura in tempi più rapidi.

E' possibile effettuare un test di arresto per misurare l'usura interna. Avviare la pompa e permetterle di raggiungere la portata massima. Chiudere lentamente una valvola di scarico e registrare le letture relative all'aspirazione e allo scarico. Tali letture devono corrispondere a quelle della curva di pressione massima consentite dalle prestazioni della pompa a portata zero.

5. Controllare il gioco della girante

L'efficienza del pompaggio risulterà ridotta se il gioco tra la girante e la piastra di usura o l'usura degli anelli è oltre i limiti raccomandati. Se il gioco è inferiore a quanto raccomandato, i componenti subiranno usura da sfregamento, causando uno sforzo del motore. Controllare il gioco della girante nelle specifiche del manuale della pompa e operare le necessarie regolazioni all'occorrenza. Un test di arresto può essere eseguito non solo per verificare l'usura ma anche il gioco stesso della piastra.

6. Verificare la tenuta

Le migliori pompe sono dotate di una doppia tenuta, che viene lubrificato in pressione da coppa del grasso spinta da una molla o da un anello lubrificato. Alcune pompe sono dotate di un unico sigillo che è lubrificato dal liquido pompato. La sabbia o altri solidi possono provocare una rapida usura della guarnizione. Controllare e sostituire la guarnizione se usurata. Il test di depressione massima (a vuoto) aiuterà ad identificare l'integrità di tenuta della pompa. Sostituire il rivestimento di tenuta o la manica d'albero qualora dovessero presentare dei graffi.

7. Controllare i cuscinetti

Cuscinetti usurati possono causare il traballamento dell'albero. Alla fine la pompa diventa rumorosa e tende a surriscaldare. Cuscinetti usurati causeranno delle letture di amperaggio più elevate e provocheranno prima o poi fermi e blocchi. Sostituire i cuscinetti al primo segno di usura per evitare ulteriori danneggiamenti delle componenti meccaniche.

8. Controllare il motore

La pompa potrebbe non sempre raggiungere la potenza necessaria per operare in modo efficiente. Il motore dovrebbe essere sottoposto a regolazione periodica e avere bisogno di manutenzione. Si prega di far riferimento al manuale del produttore per garantire un'efficienza ottimale dello stesso.

9. Condizione di funzionamento della linea di scarico

Controllare il corretto funzionamento dei dispositivi di rilascio dell'aria, delle valvole, valvole di ritegno e dei dispositivi di controllo anti-shock. Vecchie linee di scarico sono soggette a corrosioni e incrostazioni che causano perdite di tenuta, attrito e possono ridurre il flusso di ben il 15%. Una lettura manometro aumenterà con le ulteriori perdite. Sostituire le linee gravemente deteriorate.

1.6.6 MANUTANEZIONE “POMPA AD INGRANAGGI Serie B – MG CUCCHI”

DESCRIZIONE GENERALE DELLA MACCHINA

Essenzialmente la pompa è costituita da due pignoni che ingranano tra loro all'interno di un corpo centrale, ricavato per microfusione, creando un flusso di liquido fra le bocche di aspirazione e di mandata.

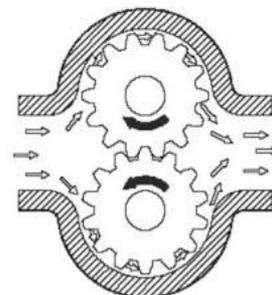


Figura n.37

Il contenimento del fluido all'interno della pompa è garantito da un opportuno organo di tenuta definito in ordine. La pompa è collegata al motore elettrico, a norma CE, tramite un giunto elastico. L'accessibilità al giunto ed ai tratti sporgenti degli alberi lato motore e lato pompa è impedita da un coprigiunto di sicurezza. Il gruppo di pompaggio può essere dotato di un riduttore meccanico o di un variatore idraulico per la regolazione della velocità di rotazione, a norma CE. Il tutto poggia su di un robusto basamento metallico.

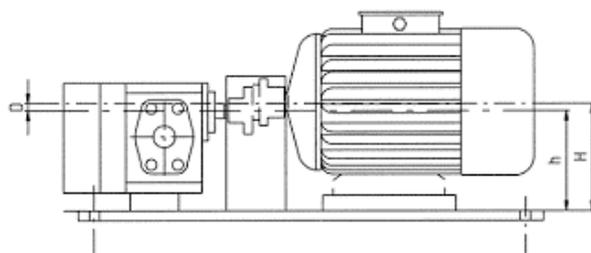


Figura n.38

Figura n.39

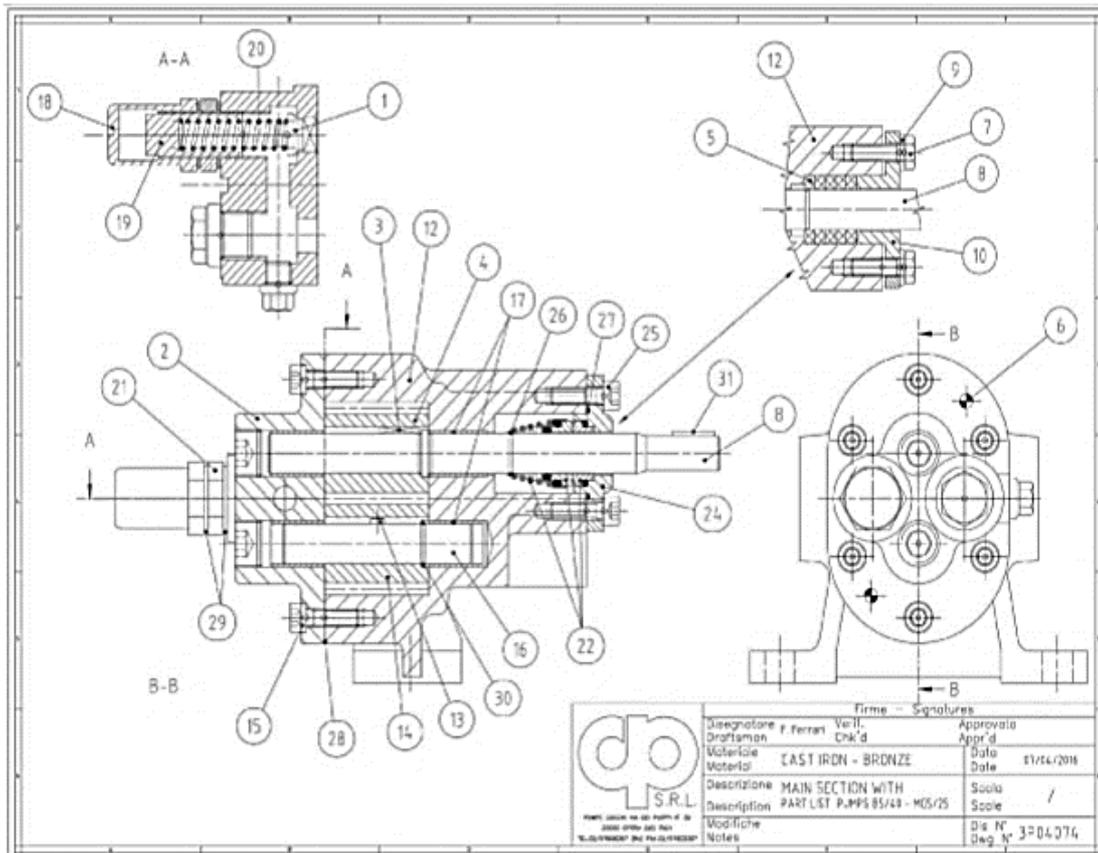


Tabella n.12

GEAR PUMP RANGE B5-B40 - Part List			
ITEM	Q.TY	DESCRIZIONE	DESCRIPTION
1	1	Otturatore	Sutter
2	1	Coperchio Posteriore	Rear Cover
3	1	Linguetta	Father Key
4	1	Ingranaggio conduttore	Drive Gear
5	5	Baderna	Packing rings
6	2	Spina di riferimento	Dowel Pin
7	2	Vite T.E.	Hexagonal head screw
8	1	Albero conduttore	Drive shaft
9	2	Rosetta	Washer
10	1	Coperchio con premitreccia	Stuffing box
12	1	Corpo Centrale	Pump Body
13	1	Spina	Pin
14	1	Ingranaggio condotto	Driven gear
15	6	Vite T.C.E.I.	Socket Screw
16	1	Albero condotto	Driven shaft
17	4	Bussola autolubrificante	Self-lubricating bush
18	1	Coperchio di protezione	Security Cap
19	1	Ghiera di regolazione	Adjusting screw
20	1	Molla	Valve spring
21	1	Dado	Nut
22	1	Tenuta Meccanica	Mechanical Seal
24	1	Coperchio di tenuta	Seal Cover
25	2	Vite T.C.E.I.	Socket screw
26	1	Anello elastico per alberi	External retaining ring
27	1	Guarnizione O-ring	O-ring
28	1	Guarnizione piana	Gasket
29	2	Guarnizione piana	Gasket
30	1	Molletta	Circlip
31	1	Linguetta	Father Key

Figura n.40

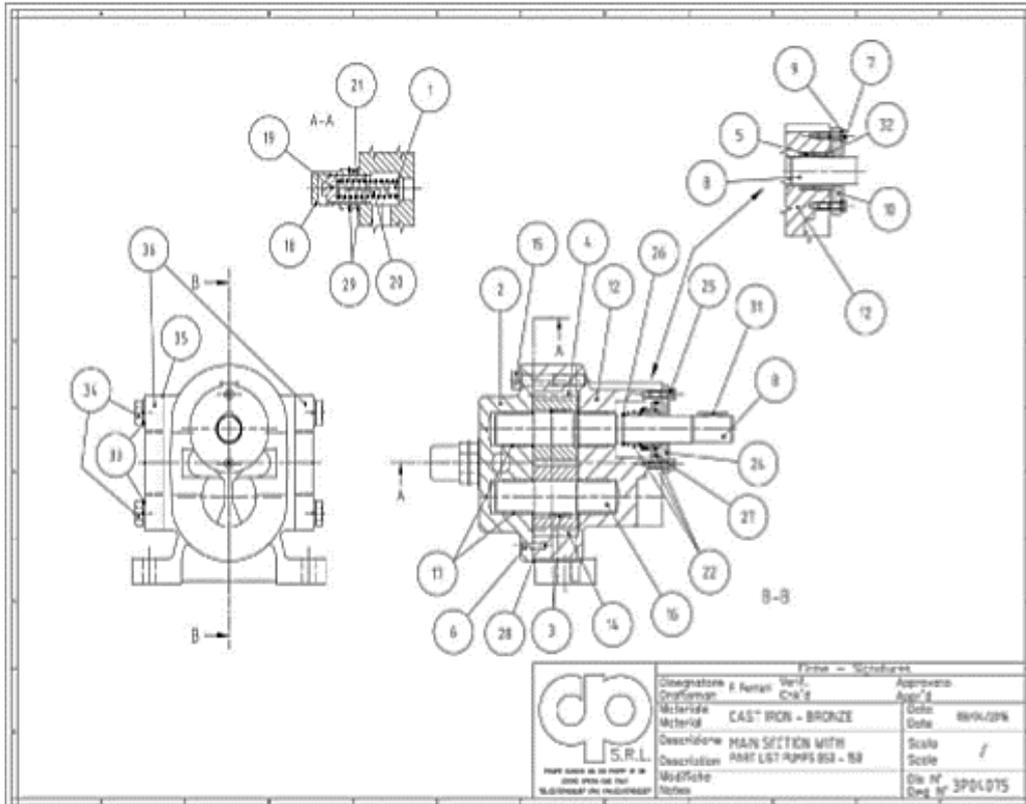


Tabella n.13

GEAR PUMP RANGE B50-B150 – Part List			
ITEM	Q.TY	DESCRIZIONE	DESCRIPTION
1	1	Otturatore	Sutter
2	1	Coperchio Posteriore	Rear Cover
3	2	Linguetta	Father Key
4	1	Ingranaggio conduttore	Drive Gear
5	5	Baderna	Packing rings
6	2	Spina di riferimento	Dowel Pin
7	2	Vite T.E.	Hexagonal head screw
8	1	Albero conduttore	Drive shaft
9	2	Rosetta	Washer
10	1	Coperchio per premitreccia	Stuffing box cover
12	1	Corpo Centrale	Pump Body
14	1	Ingranaggio condotto	Driven gear
15	6 - 8	Vite T.C.E.I.	Socket Screw
16	1	Albero condotto	Driven shaft
17	4	Bussola autolubrificante	Self lubrication bush
18	1	Coperchio di protezione	Security Cap
19	1	Ghiera di regolazione	Adjusting screw
20	1	Molla	Valve spring
21	1	Dado	Nut
22	1	Tenuta Meccanica	Mechanical Seal
24	1	Coperchio con tenuta	Seal Cover
25	2	Vite T.C.E.I.	Socjet screw
26	1	Anello elastico per alberi	External retaining ring
27	1	Guarnizione O-ring	O-ring
28	1	Guarnizione piana	Gasket
29	2	Guarnizione piana	Gasket
31	1	Linguetta	Father Key
32	1	Premitreccia	Stuffing box
33	4	Rosetta	Washer
34	4	Vite T.E.	Hexagonal head screw
35	2	Guarnizione O-ring	O-ring
36	2	Controflangia	Counterflange

Figura n.41

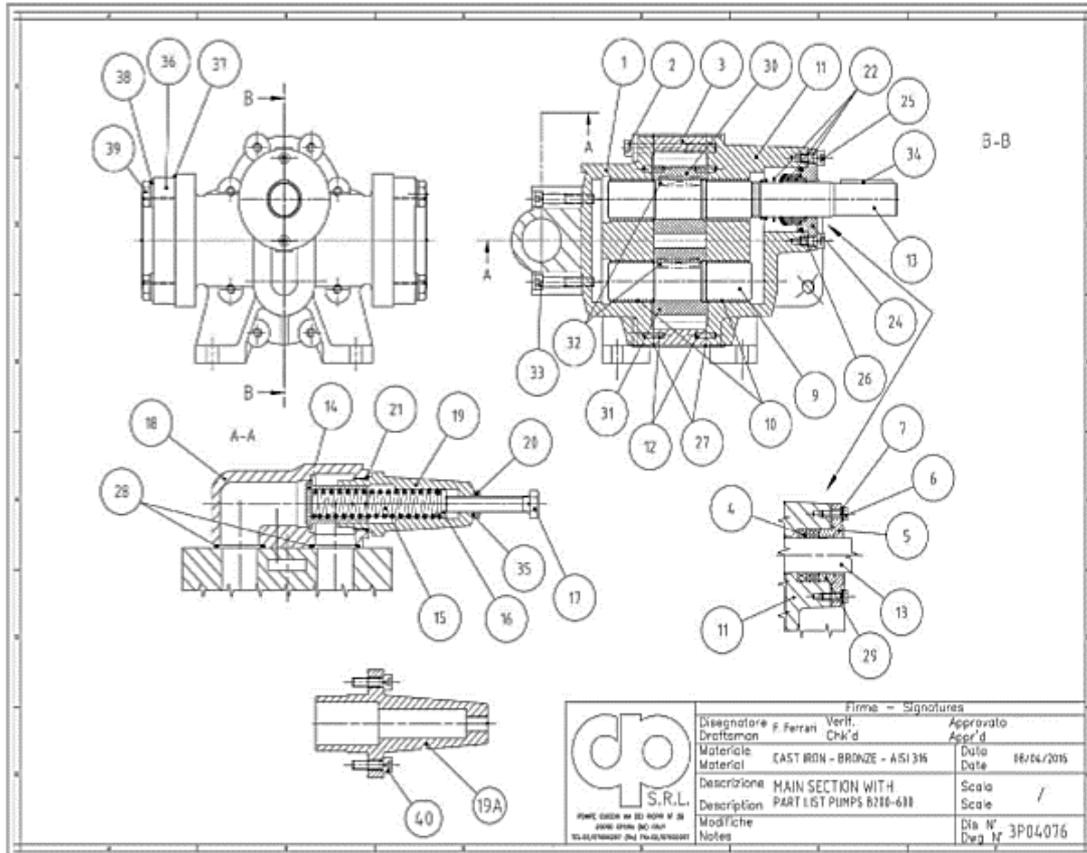


Tabella n.14

GEAR PUMP RANGE B200 - B600 - Part List			
ITEM	Q.TY	DESCRIZIONE	DESCRIPTION
1	1	Coperchio posteriore	Rear Cover
2	12	Vite T.C.E.I.	Socket screw
3	1	Corpo centrale	Pump central body
4	1	Baderna	Packing ring
5	1	Coperchio per premitreccia	Stuffing box cover
6	2	Vite T.E.	Hexagonal head screw
7	2	Rosetta	Washer
9	1	Albero condotto	Driven shaft
10	4	Bussola autolubrificante	Self-lubricating bush
11	1	Coperchio anteriore	Pump front body
12	4	Spina di riferimento	Dowel Pin
13	1	Albero conduttore	Drive shaft
14	1	Otturatore	Shutler
15	1	Molla	Valve spring
16	1	Spessore	Spring plate
17	1	Vite di regolazione	Adjusting screw
18	1	Corpo valvola	Valve body
19 / 19A*	1	Ghiera	Valve cover
20	1	Dado	Nut
21	1	Guarnizione o-ring	O-ring
22	1	Tenuta meccanica	Mechanical seal
24	1	Coperchio con tenuta	Seal Cover
25	2	Vite T.C.E.I.	Socket screw
26	1	Guarnizione O-ring	O-ring
27	2	Guarnizione piana	Gasket
28	2	Guarnizione O-ring	O-ring
29	1	Premitreccia	Stuffing box
30	1	Ingranaggio conduttore	Driving gear
31	1	Ingranaggio condotto	Driven gear
32	2	Linguetta	Father Key
33	4 / 5*	Vite T.E.C.I.	Socket Screw
34	1	Linguetta	Father Key
35	1	Guarnizione piana	Gasket
36	2	Controflangia	Counter-flange
37	1	Guarnizione O-ring	O-ring
38	8	Rosetta	Washer
39	8	Vite T.E.	Hexagonal head screw
40*	4	Vite T.E.	Hexagonal head screw

*Solo per B450/600 = Only for B450/600

MANUTENZIONE ED ISPEZIONE

Le operazioni di manutenzione e lo smontaggio della pompa vanno effettuate unicamente da personale autorizzato e specificamente addestrato.

PRECAUZIONI D'USO

Prima di eseguire qualsiasi intervento di manutenzione, osservare le seguenti precauzioni:

- Non effettuare mai interventi con la pompa in funzione;
- Sezionare l'alimentazione elettrica del gruppo di pompaggio;
- Indossare guanti, occhiali, scarpe e tute protettive adeguate alle caratteristiche del liquido pompato;
- Attendere che la pompa si raffreddi;
- Non aprire mai il gruppo di pompaggio e/o la valvola di sicurezza con la pompa in pressione;
- Chiudere i rubinetti sulle tubazioni di mandata e di aspirazione, ove previsti;
- Scollegare la pompa dalle tubazioni di aspirazione e di mandata, avendo cura di porre un recipiente di raccolta per il liquido presente nelle tubazioni;
- Nel caso siano impiegate tenute meccaniche flussate esternamente, scollegare le relative tubazioni;
- Sconnettere i collegamenti elettrici del motore con la rete e la messa a terra;
- Svitare le viti di fondazione e rimuovere l'intero gruppo di pompaggio con il suo basamento;
- Smontare il coprigiunto di protezione e scollegare la pompa dal motore;
- Scollegare la pompa dal basamento;
- Predisporre un recipiente per la raccolta del liquido presente nella pompa;
- Effettuare l'intervento di manutenzione;
- Effettuare con cura l'allineamento pompa-motore e fissare la pompa al basamento;
- Collegare la pompa al motore e montare il coprigiunto di protezione;
- Fissare il basamento mediante le viti di fondazione;
- Collegare la pompa alle tubazioni di aspirazione e di mandata;
- Ripristinare i collegamenti elettrici del motore con la rete e con la messa a terra;
- Aprire i rubinetti sulle tubazioni di mandata e di aspirazione, ove previsti;
- Dissezionare l'alimentazione elettrica del gruppo di pompaggio;

MATERIALI SOGGETTI AD USURA

Gli organi di normale usura, prevedibili come dotazione di ricambio per un esercizio di 2 anni, sono i seguenti:

- Boccole di sopportazione;
- Organi di tenuta (tenuta meccanica, baderna, guarnizioni);
- Ingranaggi;
- Alberi;

SORVEGLIANZA DURANTE IL FUNZIONAMENTO

Il gruppo di pompaggio non richiede la presenza di un Operatore durante l'esercizio. E' una decisione autonoma dell'utilizzatore prevedere una sorveglianza periodica in funzione della criticità e dell'importanza del servizio. I relativi controlli saranno mirati alla periodica registrazione della baderna ed a rilevare anormali livelli di rumore, di vibrazione, di temperatura e/o gocciolamento dalle tenute, variazioni di pressione e/o di portata, ecc.

MANUTENZIONE PREVENTIVA

E' sempre consigliabile, per l'affidabilità e l'economicità dell'esercizio, adottare una politica di manutenzione preventiva. Il periodo di servizio indicato per gli organi soggetti ad usura indicato nel presente manuale può servire come indicazione per il primo periodo di funzionamento. Successivamente l'utilizzatore potrà affinare gli MTBM (Mean Time Between Maintenance) in seguito all'esperienza acquisita.

SMONTAGGIO E RIMONTAGGIO DELLA POMPA

Attrezzatura

Non è richiesta attrezzatura specifica ad eccezione degli estrattori della tenuta.

Procedura di smontaggio/rimontaggio

Pompe MG e B5-150 (fig. 39 e 40)

1) Tenuta meccanica singola

a) Accesso alla tenuta meccanica

Dopo aver estratto dalla sua sede la linguetta 31, svitare le viti a brugola 25 del coperchio premitenuta 24 ed estrarlo, facendo attenzione a non rovinare la parte statica della tenuta 22, alloggiata nel coperchio stesso. E' così possibile verificare lo stato di usura delle superfici di contatto della tenuta. Al rimontaggio prestare attenzione a non pizzicare l'O-ring di tenuta 27 alloggiato nel coperchio.

b) Sostituzione della tenuta statica

Per estrarre la parte statica della tenuta 22 dal coperchio premitenuta 24, occorre esercitare una pressione sul lato esterno della tenuta. Dopo aver posizionato il coperchio premitenuta su un piano, ed aver messo del grasso

sulle pareti per facilitare il montaggio, inserire la nuova tenuta statica con relativo O-ring; utilizzare un tampone con interposto un cuscinetto morbido per esercitare la forza perpendicolarmente al coperchio.

c) *Sostituzione della tenuta dinamica*

Per estrarre la parte dinamica della tenuta 22 è conveniente usare un filo di ferro piegato a 90° ad una estremità, per agganciare la prima o la seconda spirale della molla della tenuta 22. Esercitare una trazione parallelamente all'asse dell'albero 8, facendo attenzione a non rigare lo stesso. Dopo aver ingrassato l'albero per facilitare il montaggio, inserire la nuova tenuta meccanica facendo ruotare la molla in senso contrario a quello della spirale; utilizzare un tampone con interposto un cuscinetto morbido per premere la tenuta fino a far poggiare la molla 22 sul risalto (o sul seeger 28) previsto sull'albero.

2) Tenuta a baderna

a) *Sostituzione della baderna*

Dopo aver estratto dalla sua sede la linguetta 31, svitare le viti a testa esagonale 7 con le rosette 9 ed estrarre il premitreccia 10. Con l'aiuto di un cacciavite, estrarre la baderna 5 dalla sua sede. Verificare che l'albero 8 non presenti rigature in corrispondenza della zona di strisciamento. Dopo aver lubrificato tale zona, montare la nuova baderna 5 avendo cura di sfalsare di 90° il taglio di ogni anello; dopo l'inserimento di ogni anello, comprimere la baderna con un tampone. Rimontare il premitreccia 10 e comprimere la baderna agendo, alternativamente ed in uguale misura, sulle viti 7 con rosetta 9. Si rammenta che, nel normale funzionamento, deve essere presente un leggero gocciolamento dalla baderna.

d) *Sostituzione boccole di sopportazione*

Procedere come indicato ai punti a), b), c), e). Successivamente per estrarre le boccole occorre piegarle con uno scalpello o simile, prestando molta attenzione a non rovinare il diametro della sede delle boccole. Per sostituire le boccole di sopportazione 17, dopo averle estratte, occorre pulire accuratamente le sedi con alcool per togliere eventuali impurità ed asciugare bene. Inserire le nuove boccole, fino alla battuta di arresto. Per il riassetto, seguire quanto indicato ai punti e), c), b), a).

e) *Sostituzione ingranaggi ed alberi*

Procedere come indicato ai punti a), b), c). Dopo aver marcato la posizione relativa fra il coperchio posteriore 2 ed il corpo pompa 12, sfilare le viti a brugola 15 che fissano il coperchio e rimuoverlo, tenendo presente che l'operazione potrebbe essere resa difficoltosa per la precisione degli alberi e delle spine di centraggio 6. Sfilare la guarnizione piana in P.T.F.E. 28 ed, eventualmente, rimuovere le spine di centraggio 16. Estrarre l'albero condotto 14, sfilare l'ingranaggio condotto 16 dall'albero e smontare la linguetta 13; procedere analogamente per l'albero conduttore 8 e l'ingranaggio conduttore 4. Al rimontaggio fare attenzione a non modificare la posizione degli ingranaggi a dentatura elicoidale, per non invertire la direzione della spinta assiale. Procedere in maniera inversa, al rimontaggio, prestando attenzione a posizionare accuratamente la guarnizione 28 ed a non ruotare il coperchio posteriore 2.

Stringere le viti 15 di fissaggio del coperchio "a croce", ruotando contemporaneamente l'albero conduttore 8, in modo da evitare pressioni differenziate sugli ingranaggi che potrebbero aumentare gli attriti.

f) Sostituzione valvola di sicurezza

Svitare il cappellotto 18 e smontare la rondella di tenuta esterna 29. Scostare il dado 21 e svitare completamente la ghiera di regolazione 19, facendo attenzione alla spinta esercitata dalla molla 20, smontare la rondella di tenuta interna 29. Estrarre la molla 20 con montato l'otturatore 1.

Pompe B200-600 (vedi Fig. 41)

1) Tenuta meccanica singola

a) Accesso alla tenuta meccanica

Dopo aver estratto dalla sua sede la linguetta 34, svitare le viti a brugola 25 del coperchio premitenuta 24 ed estrarlo, facendo attenzione a non rovinare la parte statica della tenuta 22, alloggiata nel coperchio stesso. E' così possibile verificare lo stato di usura delle superfici di contatto della tenuta. Al rimontaggio prestare attenzione a non pizzicare l'O-ring di tenuta 26 alloggiato nel coperchio.

b) Sostituzione della tenuta statica

Per estrarre la parte statica della tenuta 22 dal coperchio premitenuta 28, occorre esercitare una pressione sul lato esterno della tenuta. Dopo aver posizionato il coperchio premitenuta su un piano, ed aver messo del grasso sulle pareti per facilitare il montaggio, inserire la nuova tenuta statica con relativo O-ring; utilizzare un tampone con interposto un cuscinetto morbido per esercitare la forza perpendicolarmente al coperchio.

c) Sostituzione della tenuta dinamica

Per estrarre la parte dinamica della tenuta 22 è conveniente usare un filo di ferro piegato a 90° ad una estremità, per agganciare la prima o la seconda spirale della molla della tenuta 22. Esercitare una trazione parallelamente all'asse dell'albero 13, facendo attenzione a non rigare lo stesso. Dopo aver ingrassato l'albero per facilitare il montaggio, inserire la nuova tenuta meccanica facendo ruotare la molla in senso contrario a quello della spirale; utilizzare un tampone con interposto un cuscinetto morbido per premere la tenuta fino a far poggiare la molla 22 sul risalto previsto sull'albero.

2) Tenuta a baderna

a) Sostituzione della baderna

Dopo aver estratto dalla sua sede la linguetta 34, svitare le viti a testa esagonale 6 con le rosette 7 ed estrarre il premitreccia 5. Con l'aiuto di un cacciavite, estrarre la baderna 29 dalla sua sede. Verificare che l'albero 13 non presenti rigature in corrispondenza della zona di strisciamento. Dopo aver lubrificato tale zona, montare la nuova baderna 5 avendo cura di sfalsare di 90° il taglio di ogni anello; dopo l'inserimento di ogni anello, comprimere la baderna con un tampone. Rimontare il premitreccia 5 e comprimere la baderna agendo, alternativamente ed in uguale misura, sulle viti 6 con rosetta 7. Si rammenta che, nel normale funzionamento, deve essere presente un leggero gocciolamento dalla baderna.

d) Sostituzione boccole di sopportazione

Procedere come indicato ai punti a), b), c), e) e successivamente per estrarre le boccole occorre piegarle con uno scalpello o simile, prestando molta attenzione a non rovinare il diametro della sede delle boccole. Per sostituire le boccole di sopportazione 10, dopo averle estratte, occorre pulire accuratamente le sedi con alcool per togliere eventuali impurità ed asciugare bene. Inserire le nuove boccole, fino alla battuta di arresto. Per il riassetto, seguire quanto indicato ai punti c), b), a).

e) Sostituzione ingranaggi ed alberi

Procedere come indicato ai punti a), b), c). Dopo aver marcato la posizione relativa fra il coperchio posteriore 1 ed il corpo pompa 3, sfilare le viti a brugola 2 che fissano il coperchio e rimuoverlo, tenendo presente che l'operazione potrebbe essere resa difficoltosa per la precisione degli alberi e delle spine di centraggio 12. Sfilare la guarnizione piana in P.T.F.E. 27 ed, eventualmente, rimuovere le spine di centraggio 12. Estrarre l'albero condotto 9 e l'albero conduttore 13. Procedere al rimontaggio prestando attenzione a posizionare accuratamente la guarnizione 27 ed a non ruotare il coperchio posteriore 1. Stringere le viti 2 di fissaggio del coperchio "a croce", ruotando contemporaneamente l'albero conduttore 13, in modo da evitare pressioni differenziate sugli ingranaggi che potrebbero aumentare gli attriti. Procedere quindi come indicato ai punti c), a).

f) Sostituzione valvola di sicurezza

Per sicurezza/comodità e per facilitare le operazioni che seguono consigliamo caldamente di togliere il corpo valvola 18 dal coperchio posteriore, anche se il tutto è eseguibile lasciandolo avvitato, svitando le viti a brugola 33 e, facendo attenzione a non pizzicare i due o-ring 28 presenti nelle sedi opportune, spostarlo dal piano del coperchio.

Svitare il dado 20 per un paio di centimetri insieme alla rondella di tenuta esterna 35. Dopo eseguire lo stesso procedimento con la lunga vite 17 che fuoriesce dal coperchio conico valvola 19 o 19A, mentre si procede in questa operazione fare attenzione alla spinta esercitata dalla molla 15; Svitare completamente il coperchio conico valvola 19 o 19A facendo attenzione a non pizzicare l'O-ring di tenuta 21 e, una volta completamente svitato, estrarre, dalla sua sede, la molla 15 lo spessore 16 e l'otturatore 14. Inserire i nuovi componenti così come erano presenti precedentemente verificando il corretto accoppiamento tra l'otturatore 14 e la sede ricavata nel corpo valvola 18. Per il rimontaggio procedere quindi con sequenza inversa a quella di montaggio.

GUASTI: CAUSE E RIMEDI

Qui di seguito vengono brevemente elencate le cause più frequenti di anomalie nel funzionamento delle pompe e sono citati i possibili rimedi.

Tabella n.15

GUASTO	NATURA	CAUSA	RIMEDIO
La pompa non si avvia	Elettrica	Il motore non è alimentato	Verificare i collegamenti elettrici e le protezioni termiche
	Elettrica	Tensione di alimentazione non corretta	Verificare i dati di targa ed il tipo di collegamento del motore (stella – triangolo)
	Elettrica	Assorbimento di corrente troppo elevato	Diminuire la rampa di avviamento dell'inverter
	Meccanica	Blocco meccanico degli alberi del motore e/o della pompa	Verificare che gli alberi ruotino liberamente
	Meccanica	Distacco del giunto	Verificare che l'albero pompa ruoti liberamente
La pompa non aspira il liquido all'avviamento	Elettrica	Senso di rotazione invertito	Invertire i collegamenti del motore elettrico
	Idraulica	Rubinetti sulle tubazioni di aspirazione e/o di mandata chiusi	Aprire i rubinetti
	Idraulica	Filtro in aspirazione intasato	Smontare e pulire il filtro
	Idraulica	Presenza di aria nella tubazione di aspirazione	Spurgare le tubazioni. Eliminare sifoni. Serrare i raccordi e le flange
	Idraulica	Elevate perdite di carico in aspirazione	Aumentare diametro tubazioni. Eliminare brusche variazioni di sezione e di direzione
	Idraulica	Fluido troppo viscoso	Preriscaldare il fluido. Diminuire velocità di rotazione.
Pulsazioni di pressione e/o di portata in mandata	Elettrica	Sbalzi di tensione e/o di corrente	Stabilizzare la rete elettrica
	Elettrica	Circuito elettrico di retroazione troppo sensibile	Stabilizzare il circuito elettrico
	Idraulica	Circuito idraulico di retroazione troppo sensibile	Aumentare inerzia del circuito idraulico
	Idraulica	Presenza di aria nelle tubazioni	Spurgare le tubazioni. Eliminare sifoni. Serrare i raccordi e le flange
	Idraulica	Apertura intermittente valvola di sfioro	Aumentare pressione di intervento valvola
	Idraulica	Valvola di fondo non funzionante o del tipo con piattello e molla	Sostituire con valvola di fondo a sfera libera

GUASTO	NATURA	CAUSA	RIMEDIO
La pompa è rumorosa e vibra	Idraulica	Presenza di aria nelle tubazioni	Spurgare le tubazioni. Eliminare sifoni. Serrare i raccordi e le flange
	Idraulica	Cavitazione	Diminuire perdite di carico in aspirazione. Ridurre velocità di rotazione. Variare temperatura fluido
	Meccanica	Cedimento cuscinetto a sfere e/o delle boccole	Sostituire cuscinetto a sfere e/o boccole
La portata non cresce all'aumentare dei giri	Idraulica	Saturazione della pompa	Diminuire le perdite di carico delle tubazioni. Diminuire viscosità fluido
	Idraulica	Velocità di rotazione eccessiva in relazione alla viscosità del fluido	Diminuire velocità di rotazione o aumentare la temperatura del fluido
	Idraulica	Apertura valvola di sfioro	Aumentare precarico molla valvola di sfioro
	Idraulica	Cavitazione	Diminuire perdite di carico in aspirazione. Variare temperatura fluido. Ridurre velocità di rotazione.
Calo progressivo della portata e/o pressione di mandata, a giri costanti	Idraulica	Apertura valvola di sfioro	Aumentare precarico molla valvola di sfioro
	Meccanica	Aumento degli attriti per effetto termico	Raffreddare il fluido
	Meccanica	Usura rasamenti ingranaggi	Rettificare coperchio posteriore
	Idraulica	Diminuzione della viscosità per effetto dell'aumento della temperatura	Diminuire la temperatura del fluido

1.6.7 MANUTENZIONE POMPA A PISTONI AD ALTA PRESSIONE “ANNOVI REVERBERI”

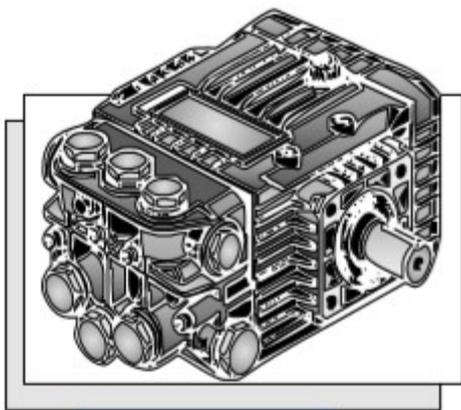


Figura n.42

CARATTERISTICHE TECNICHE GENERALI DELLE POMPE ALTA PRESSIONE

La gamma delle pompe alternative a pistoni tuffanti A & R viene utilizzata per portate da 8 a 40 Litri/min. e, per pressioni massime fino a 250 bar. Ogni tipo di pompa è realizzato per lavorare alle prestazioni indicate sulla targa caratteristiche.

Se infatti la portata dipende:



Figura n.43

- a) dal diametro del pistone;
- b) dalla corsa del pistone;
- c) dal numero di pistoni;
- d) dal numero di corse al minuto;

la pressione generata dalla pompa dipende dalla sezione dell'ugello, è **INDISPENSABILE QUINDI RISPETTARE SCRUPOLOSAMENTE LA PRESSIONE ED IL NUMERO DI GIRI (CORSE AL MINUTO) MASSIMI INDICATI.**

Le pompe sono realizzate con materiali speciali, resistenti alla corrosione, come acciai inossidabili, impasti ceramici, leghe d'ottone e d'alluminio con trattamenti di protezione.

Pistoni ceramici, lubrificazione a bagno d'olio, con astina livello e spia visiva per il controllo. Guarnizioni pompanti di qualità, facilmente accessibili, per una rapida manutenzione, valvole aspirazione/mandata ispezionabili.

Parte idraulica separata dal manovellismo, con un sistema di ricupero e ricircolo trafileamenti per impedire l'inquinamento dell'olio lubrificante.

DURANTE IL FUNZIONAMENTO

controllare l'efficienza del circuito idraulico in pressione: gocciolamenti o segni di logorio nelle tubazioni in gomma possono essere fonte di infortuni oltre che pregiudicare la durata ed il buon funzionamento della macchina.

INCONVENIENTI E RIMEDI

Tabella n.16

INCONVENIENTI	CAUSE	RIMEDI
La pompa non raggiunge la pressione prescritta	Ugello inadeguato o usurato Sede valvola di regolazione usurata	Sostituire l'ugello Sostituire la sede
La pompa è rumorosa Il manometro oscilla	Aspirazione d'aria Valvole bloccate da corpi estranei o usurate Guarnizioni usurate Temperatura elevata del liquido pompato	Revisionare il condotto di aspirazione Pulire o sostituire le valvole Sostituire le guarnizioni Ridurre la temperatura del liquido pompato
Perdite di acqua sotto il corpo pompa	Guarnizioni dei pistoni usurate	Sostituire le guarnizioni
Perdite di acqua dalla testa pompa	OR della testa usurati	Sostituire OR
Perdite di olio sotto il corpo	Anelli di tenuta olio usurati	Sostituire gli anelli
Sovrapressione alla chiusura della lancia	Perdite nella valvola di regolazione e taratura inadeguata	Revisionare la valvola e fare nuova regolazione della pressione

NORME PER LA MANUTENZIONE

Prima di compiere qualsiasi tipo di manutenzione verificare che:

- Non vi siano parti della macchina sotto tensione;
- Se la pompa è collegata ad un motore a scoppio smontate la candela di accensione;

Figura n.44

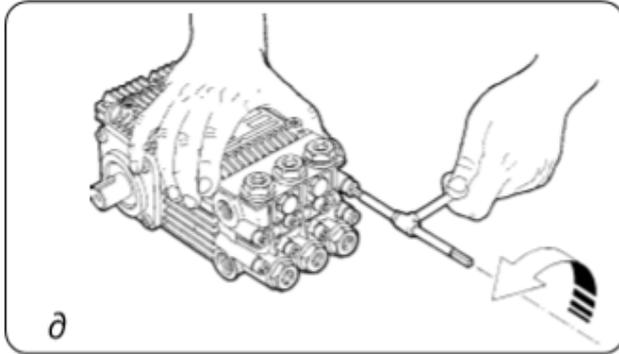


Figura n.45

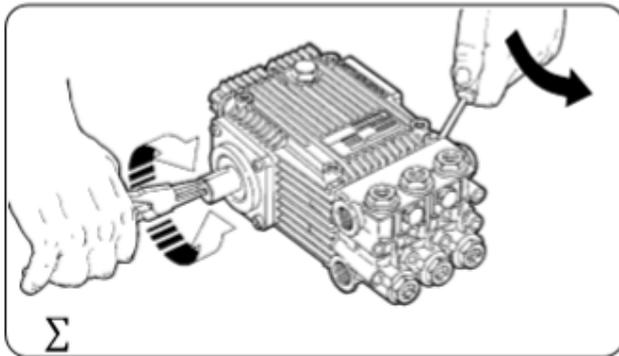


Figura n.46

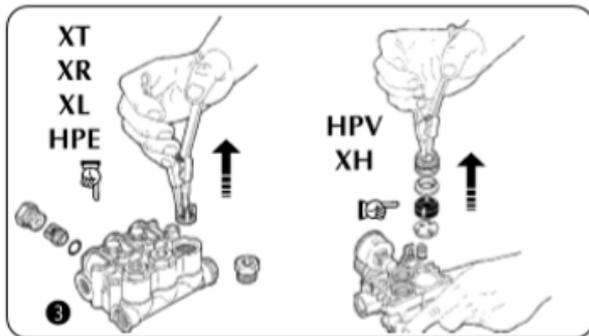
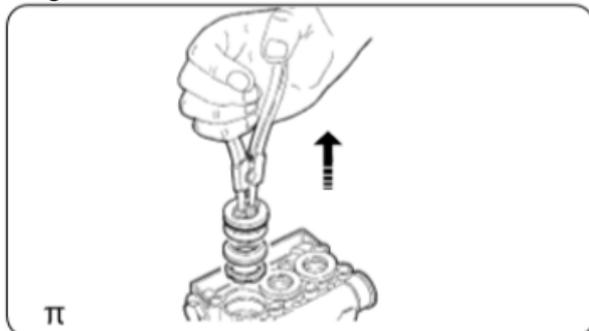
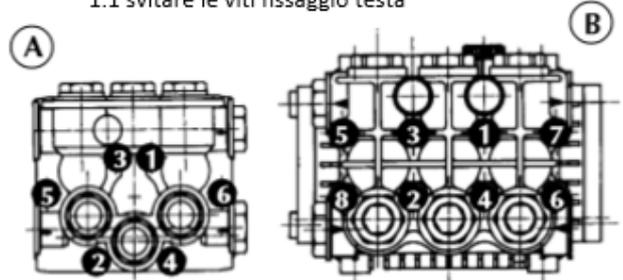


Figura n.47



$\partial \sum$ MONTAGGIO - SMONTAGGIO TESTA POMPA

1.1 svitare le viti fissaggio testa



Schema sequenza serraggio viti testata, **(A)** per i modelli XT series, HPE series, **(B)** per i modelli XR series, XL series. Per le coppie di serraggio vedi Tabella 1.2 pag 8.

1.2 - Smontare la testa muovendo l'albero eccentrici e facendo leva fra corpo e testa.

1.3 - Per il montaggio: procedere invertendo le precedenti operazioni. Attenersi alla sequenza dello schema sopra riportato ed alle coppie di serraggio prescritte.

③ ISPEZIONE VALVOLE ASPIRAZIONE/MANDATA

2.1 Smontare i tappi valvola, sfilare valvole aspirazione/mandata, controllare lo stato dei componenti la valvola e dei relativi O-Ring, se necessario sostituire

2.2 Per il montaggio: procedere in invertendo la precedente operazione. Attenersi alle coppie di serraggio prescritte.



Kit valvole (vedi catalogo ricambi)

$\pi \int$ SOSTITUZIONE TENUTE POMPANTI E TENUTE DI RECUPERO

3.1 Smontare la testa, quindi sfilare le guide pistoni avendo cura di non deformarle, utilizzare la pinza estrazione.



Attrezzo speciale: pinza estrazione cod.980080 (richiedere a Servizio Ricambi)

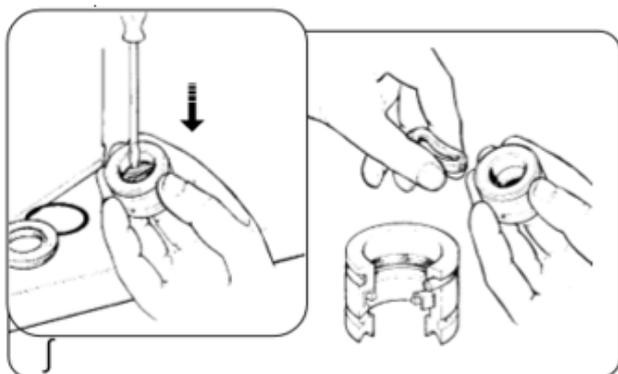


Figura n.48

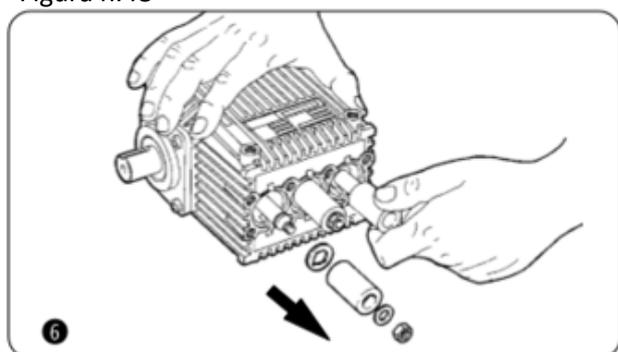


Figura n.49

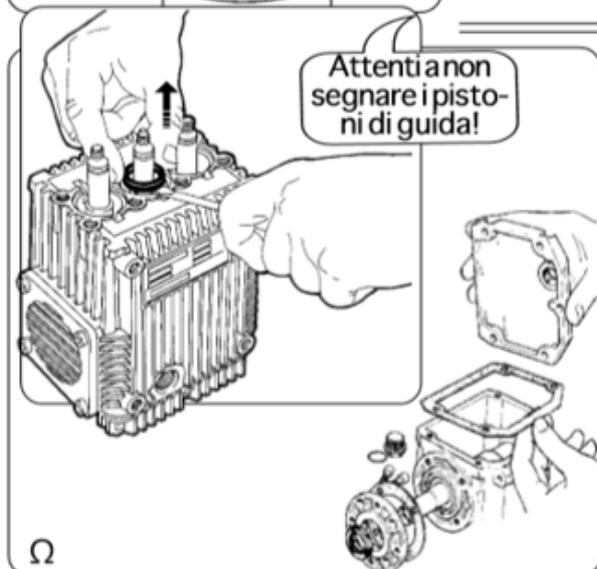


Figura n.50

- Continua: SOSTITUZIONE TENUTE POMPANTI E TENUTE DI RECUPERO

3.2- Smontare i componenti la guida pistone, controllarne lo stato, se necessario sostituire.

3.3- Per il montaggio: procedere invertendo le precedenti operazioni.



Kit tenute acqua
(vedi catalogo ricambi)

6 SOSTITUZIONE PISTONI

4.1- Smontare la testa, quindi svitare i fermi pistoni.

4.2- Sfilare i pistoni ceramici, controllarne lo stato, se necessario sostituirli.

4.3- Per il montaggio: procedere invertendo le precedenti operazioni. Attenersi alle coppie di serraggio prescritte.



Kit pistoni
(vedi catalogo ricambi)

7 SCARICO OLIO LUBRIFICANTE

5.1 - Togliere il tappo carico olio, svitare il tappo scarico olio, quindi aiutare il deflusso dell'olio inclinando la pompa.

ATTENZIONE: l'olio lubrificante inquina l'ambiente!! Non disperdere scaricando nelle fognature!!

Ω SOSTITUZIONE TENUTE OLIO

6.1- Smontare la testa,

- smontare i pistoni ceramici (Vedi 6),

- scaricare l'olio (Vedi 7).

6.2- Togliere gli anelli tenuta e gli O-Ring, controllando le sedi ed i pistoni di guida.

6.3- Togliere la guarnizione coperchio posteriore.

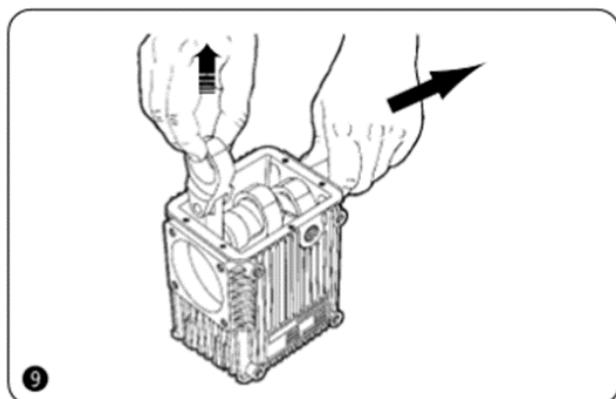
6.4- Per il montaggio: procedere invertendo le precedenti operazioni.

Attenersi alle coppie di serraggio prescritte.

Kit tenute olio
(vedi catalogo ricambi)



Figura n.51



9 MANUTENZIONE MANOVELLISMI (ESCLUSO XR)

- 7.1- Smontare la testa,
- smontare i pistoni ceramici (Vedi 6),
 - scaricare l'olio (Vedi 7).
- 7.2- Smontare il coperchio posteriore.
- 7.3- Smontare l'imbiellaggio sfilando la biella integra- le mentre si estrae dal corpo l'albero eccentrici.
- 7.4- Per il montaggio: procedere invertendo le precedenti operazioni. Sostituire le tenute olio!

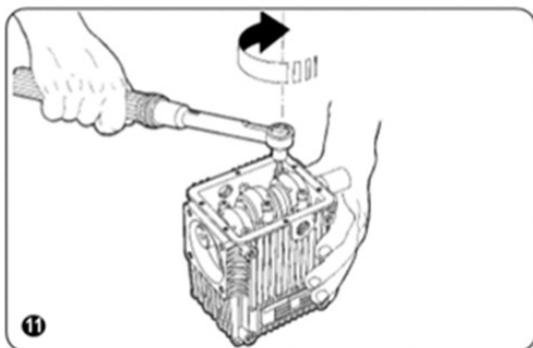
Figura n.52



10 MANUTENZIONE MANOVELLISMI POMPA XR

- 8.1- Smontare la testa,
- smontare i pistoni ceramici (Vedi 6),
 - scaricare l'olio (Vedi 7).
- 8.2- Smontare il coperchio posteriore.
- 8.3- Svitare le viti di biella, smontare il cappello di biella, sfilare l'albero eccentrici, avendo cura di marcare le due parti della biella per riconoscimento

Figura n.53



- 8.4- Per il montaggio: procedere invertendo le precedenti operazioni.
- Sostituire le tenute olio.
- Attenersi alle coppie di serraggio prescritte.

① ÷ ⑨ MONTAGGIO RIDUTTORE XT - XR

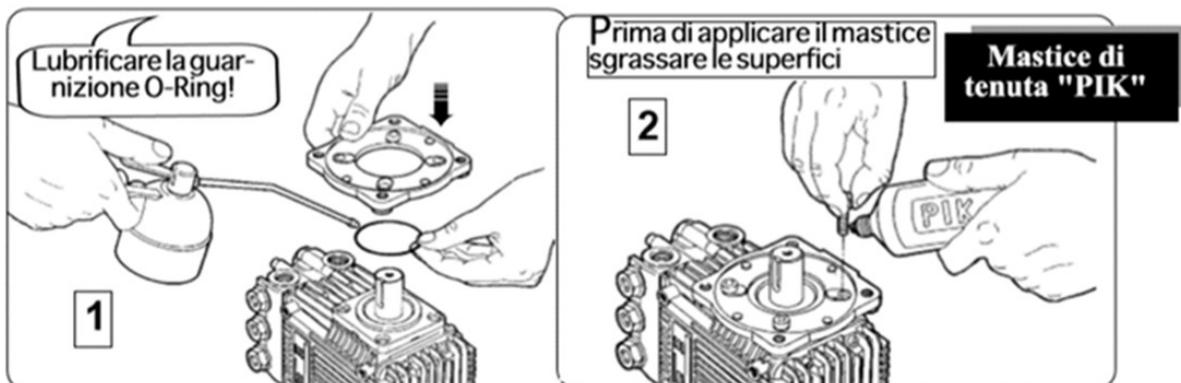


Figura n.54

Figura n.55

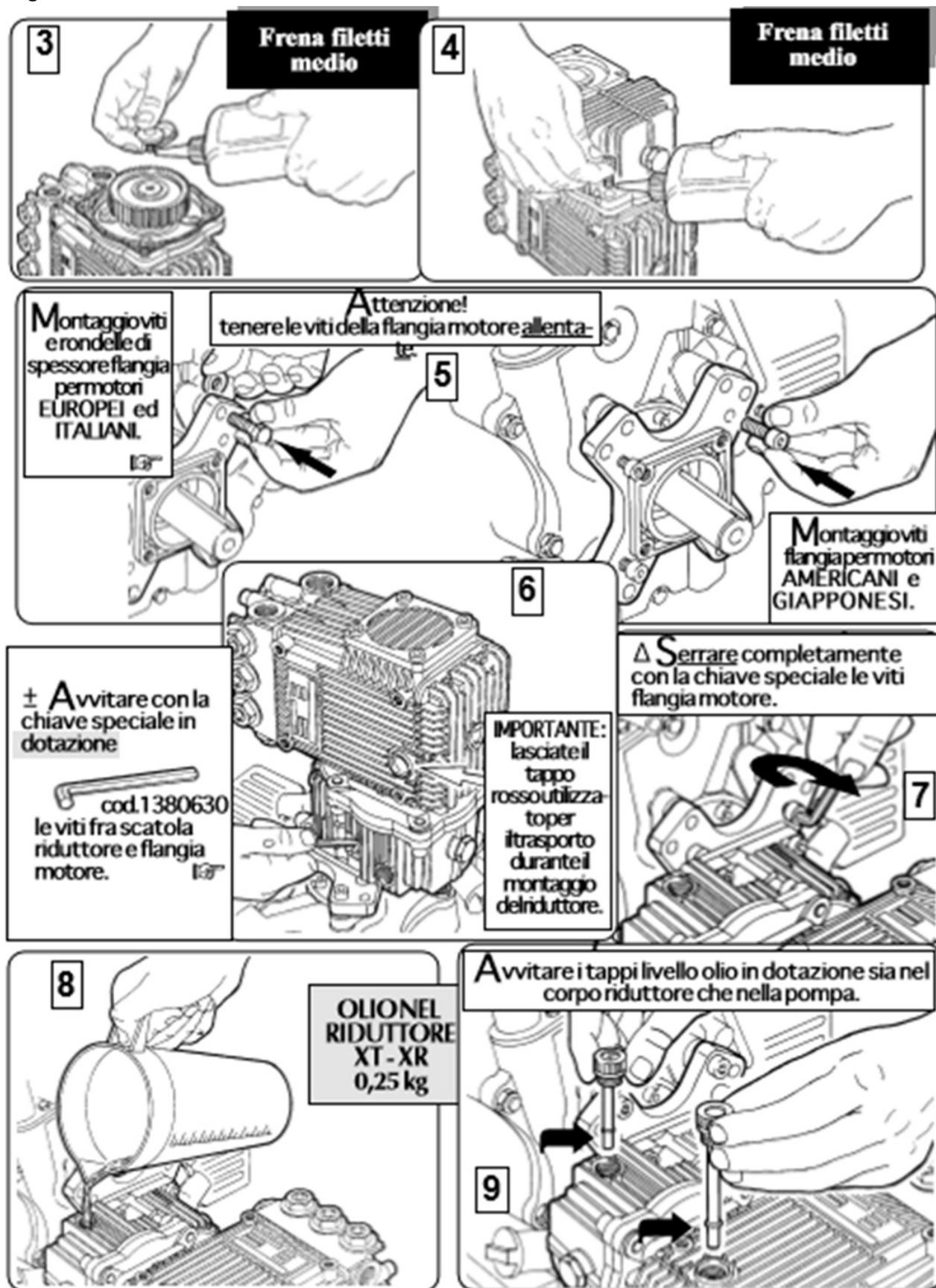


Figura n.56



Tabella pesi olio lubrificante in kg.

PESO OLIO LUBRIFICANTE IN kg

	XT SERIES (1.0/1.0/1.0)	XR SERIES (0.8/0.8/0.8)	XL SERIES (0.6/0.6)	XH SERIES	HPE SERIES	HPV SERIES
Pompa	0,23*	0,43	0,96	0,11	0,35	0,11
Riduttore	0,25	0,25	0,18	-	-	-
Moltiplicatore	-	0,2	-	-	-	-

Note:
* Aggiungere 0,05kg versioni con coperchio alto

UTILIZZARE OLIO SAE 20W-30

Cambio olio:
- primo cambio 50 ore,
- cambi successivi 500 ore.

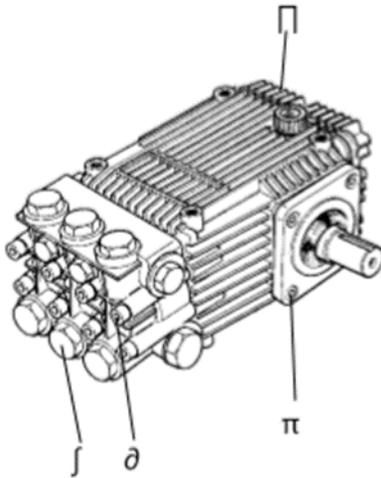


Tabella coppie di serraggio in Nm (kgm).

COPPIE DI SERRAGGIO IN Nm (kgm)

	XT SERIES (1.0/1.0/1.0)	XR SERIES (0.8/0.8/0.8)	XL SERIES (0.6/0.6)	XH SERIES	HPE SERIES	HPV SERIES
∂ Fissaggio testa	10 (1)	24,5 (2,5)	24,5 (2,5)	10 (1)	10 (1)	10 (1)
Fissaggio pistone	10 ^b (1)	10 ^b (1)	19* (2)	5,4* (0,5)	10 ^b (1)	10* (1)
∑ Fissaggio coperchio posteriore	9 (0,9)	5,4 (0,5)	9 (0,9)	5,4 (0,5)	9 (0,9)	5,4 (0,5)
π Fissaggio coperchio laterale	-	24,5 (2,5)	24,5 (2,5)	-	-	-
∫ Fissaggio tappi valvole	34 (3,5)	54* (5,5)	54 (5,5)	-	34 (3,5)	-
Fissaggio viti biella	-	9 (0,9)	-	-	-	-
Fissaggio raccordo detergente	-	-	-	11,7 (1,2)	-	11,7 (1,2)
Fissaggio raccordo mandata	-	-	-	27 (2,8)	-	27 (2,8)

Note:
a - Per pompe 250bar frena filetti medio
* - Frena filetti medio
b - Frena filetti forte

Tabella portate teoriche con pressioni in bar, portate in L/min e Ø foro equivalente in mm.

Tabella n.17

UGELLI	PORTATE IN L/1' ALLE PRESSIONI INDICATE																				
	TIPO MEG	bar	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150	160	170	180	200	220
..02	0,99	2,0	2,5	2,8	3,2	3,5	3,7	4,0	4,2	4,5	4,7	4,9	5,1	5,3	5,5	5,7	5,9	6,0	6,4	6,7	7,6
..03	1,09	3,1	3,7	4,3	4,8	5,3	5,7	6,1	6,3	6,8	7,2	7,4	7,7	8,0	8,3	8,7	8,9	9,2	9,6	10,0	11,4
..035	1,12	3,5	4,3	5,0	5,7	6,4	6,8	7,2	7,7	8,2	8,6	8,9	9,3	9,7	10,0	10,4	10,7	10,8	11,7	12,1	13,1
..04	1,19	4,2	5,2	5,9	6,6	7,3	7,8	8,4	8,9	9,4	9,8	10,3	10,7	11,1	11,5	11,9	12,2	12,4	13,2	14,1	14,8
..045	1,27	4,5	5,5	6,4	7,1	7,8	8,4	9,0	9,6	10,2	10,6	11,2	11,6	11,8	12,5	12,6	12,9	13,2	14,4	15,0	15,8
..05	1,35	5,0	6,2	7,1	8,0	8,7	9,4	10,0	10,7	11,3	11,7	12,1	12,9	13,4	13,8	14,3	14,7	15,1	15,9	16,9	17,9
..055	1,40	5,6	6,8	7,8	8,7	9,6	10,3	11,1	11,8	12,4	13,0	13,5	14,1	14,7	15,2	15,7	16,1	16,4	17,5	18,6	19,6
..06	1,47	6,0	7,4	8,6	9,6	10,4	11,3	12,1	12,8	13,6	14,2	14,9	15,5	16,0	16,6	17,2	17,7	18,0	19,2	20,4	21,5
..065	1,52	6,6	8,0	9,3	10,4	11,3	12,3	13,2	14,0	14,7	15,5	16,1	16,7	17,4	18,0	18,6	19,1	19,4	20,7	22,0	23,2
..07	1,60	7,1	8,6	10,0	11,2	12,2	13,2	14,1	15,0	15,8	16,6	17,3	18,0	18,7	19,3	20,1	20,7	21,3	22,3	23,7	25,0
..075	1,65	7,6	9,3	10,7	12,0	13,1	14,2	15,2	16,1	16,9	17,7	18,5	19,2	20,0	20,7	21,4	22,0	22,6	23,8	25,3	26,7
..08	1,70	8,0	9,8	11,3	12,7	14,0	15,1	16,1	17,1	18,0	18,9	19,7	20,5	21,3	22,0	22,8	23,4	23,8	25,4	27,0	28,5
..085	1,75	8,5	10,4	12,1	13,5	14,8	16,0	17,1	18,1	19,1	20,0	20,9	21,7	22,5	23,4	24,0	24,7	25,5	27,0	28,2	31,0
..09	1,80	9,1	11,1	12,8	14,3	15,7	17,0	18,0	19,2	20,2	21,2	22,1	23,0	23,9	24,7	25,5	26,3	26,7	28,5	30,3	31,9
..095	1,85	9,7	11,9	13,4	15,4	16,8	18,1	19,4	20,6	21,7	22,7	23,8	24,7	25,9	26,0	26,9	27,7	28,5	30,0	31,5	32,5
..10	1,90	10,0	12,3	14,2	16,0	17,4	18,9	20,1	21,4	22,5	23,6	24,6	25,6	26,6	27,5	28,5	29,4	29,8	31,8	33,7	35,6
..11	1,98	11,1	13,6	15,7	17,6	19,3	20,8	22,2	23,6	24,9	25,5	26,7	27,7	28,8	29,9	30,8	31,7	32,6	34,4	36,0	38,4
..12	2,08	12,1	14,8	17,2	19,2	21,0	22,7	24,3	25,8	27,1	28,1	29,4	30,6	31,8	32,9	34,0	35,0	36,0	38,0	39,8	42,4
..125	2,13	12,7	15,6	18,0	20,1	22,0	23,8	25,5	27,0	28,5	29,5	30,8	32,1	33,3	34,5	35,6	36,7	37,8	39,8	41,8	44,5
..13	2,16	13,2	16,1	18,6	20,8	22,8	24,6	26,3	27,9	29,4	30,8	32,2	33,5	34,8	36,0	37,2	38,3	38,9	41,5	44,0	46,6
..14	2,26	14,2	17,4	20,0	22,4	24,5	26,5	28,4	30,1	31,7	33,2	34,7	36,1	37,5	38,8	40,1	41,3	42,58	44,8	47,0	50,1
..15	2,34	15,1	18,5	21,3	23,9	26,1	28,3	30,2	32,1	33,8	35,6	37,2	38,7	40,2	41,6	43,0	44,3	45,6	48,0	50,4	53,7
..16	2,41	16,2	19,8	22,9	25,6	28,0	30,3	32,4	34,4	36,2	37,8	39,5	41,1	42,7	44,2	45,6	47,0	48,4	51,0	53,5	57,0
..18	2,54	18,2	22,3	25,7	28,8	31,5	34,0	36,4	38,6	40,7	42,0	43,9	45,7	47,4	49,0	50,7	52,2	53,78	56,6	59,4	63,3
..20	2,69	20,1	24,7	28,5	31,9	34,9	37,8	40,3	42,7	45,1	47,13	49,2	51,2	53,2	55,0	56,8	58,5	60,3	63,5	66,6	71,0
..25	2,99	25,2	30,9	35,7	39,8	43,6	47,1	50,4	53,4	56,4	59,1	61,8	64,3	67,0	69,1	71,3	73,4	75,1	79,8	84,0	89,3

ATTENZIONE: La portata dei getti non deve superare il 90+95% della portata della pompa.

1.7 MANUTENZIONE SISTEMI IDRICI

INDICAZIONI GENERALI

La manutenzione degli impianti, sia essa di tipo ordinaria che straordinaria, ha la finalità di mantenere costante nel tempo le prestazioni degli impianti al fine di conseguire:

- Le condizioni di base richieste quali temperature, umidità, etc.;
- Le prestazioni di base richieste quali portate aria unità trattamento, portate gruppi di pompaggio, etc.;
- La massima efficienza delle apparecchiature;

L'attuazione di una strategia di interventi a carattere preventivo e di un programma di controlli ed ispezioni consente di massimizzare la durata dei componenti limitando e rallentando gli effetti dell'usura.

Essa comprende quindi tutte le operazioni necessarie all'ottenimento di quanto sopra nonché ad:

- Ottimizzare i consumi (energia elettrica, gas, etc.);
- Garantire una lunga vita all'impianto, prevedendo le possibili avarie e riducendo nel tempo i costi di manutenzione straordinaria che comportano sostituzioni e/o riparazioni di componenti importanti dell'impianto;

Si parla di:

- *Deterioramento*, quando un apparecchio, od un impianto, presentano una diminuzione di funzionalità e/o di efficienza;
- *Disservizio*, quando un apparecchio, od un impianto, vanno fuori servizio;
- *Guasto*, quando un apparecchio, od un impianto, non sono più in grado di adempiere alla loro funzione;
- *Riparazione*, quando si stabilisce la funzionalità e/o l'efficienza di un apparecchio, o di un impianto; ripristino, quando si ripristina un manufatto;
- *Controllo*, quando si procede alla verifica della funzionalità e/o della efficienza di un apparecchio, o di un impianto;
- *Revisione*, quando si effettua un controllo generale, di un apparecchio, o di un impianto, ciò che può implicare smontaggi, sostituzione di parti, rettifiche, aggiustaggi, lavaggi, ecc.

Il piano di manutenzione è stato redatto a partire dagli elaborati progettuali esecutivi utilizzando informazioni, in particolare quelle relative alle frequenze degli interventi manutentivi e di sostituzione dei componenti, derivate dall'esperienza.

COMPONENTI PRINCIPALI DI UN SISTEMA IDRAULICO:

1. Tubi;
2. Giunti;
3. Guarnizioni;
4. Raccordi;
5. Valvole;
6. Pompe;

MANUALE DI MANUTENZIONE

La presente sezione è costituita dalle schede tecniche relative ad alcuni componenti d'impianto per i quali vengono descritti gli interventi minimi da effettuare e la periodicità di effettuazione.

La lettura della periodicità degli interventi previsti nelle schede è da intendersi:

Tabella n.18

G = giornaliera	1M = mensile	6M = semestrale	2A = biennale
S = settimanale	3M = trimestrale	A = annuale	SN = secondo necessità

SCHEDE DI MANUTENZIONE

- *tubazioni*

Tabella n.19

	TUBAZIONI	G	S	1M	3M	6M	A	SN
a	Controllare lo stato di eventuali dilatatori, e di eventuali giunti elastici, provvedendo, se deteriorati, alla loro sostituzione.				◆			
b	Controllo e vista delle tubazioni delle centrali e sottocentrali, nelle gallerie e nei cunicoli.					◆		
c	Controllo a vista dei punti fissi e dei compensatori di dilatazione.						◆	
d	Controllo a vista ed eventuale ripristino delle targhette indicatrici e delle fasce di identificazione del fluido						◆	
e	Mantenimento nel miglior stato d'uso con rifacimento e rappezzi e, ove necessari, sostituzione degli isolamenti e rivestimenti mantenendo colorazione di identificazione.							◆
f	Ripristino della stabilità dei sostegni e degli eventuali punti fissi.							◆
g	Ripristino dell'efficienza di eventuali rulli di scorrimento.							◆
h	Eliminazione di eventuali perdite e ripristino verniciatura.							◆
i	Per le tubazioni calde controllare che i tubi alla massima temperatura non presentino inflessioni o comunque deformazioni dovute alla non compensazione o ad impedimenti alla dilatazione.							◆

- *canalizzazioni*

Tabella n.20

	CANALI D'ARIA	G	S	1M	3M	6M	A	SN
a	Ispezione dello stato di conservazione.					◆		
b	Ripristino delle parti verniciate con ritocchi o totale riverniciatura previa preparazione delle parti metalliche sottostanti.						◆	
c	Eventuale ripristino della tenuta delle guarnizioni con appositi sigillanti.						◆	

- *sistemi di pompaggio e sollevamento liquidi*

Tabella n.21

	GRUPPI DI PRESSURIZZAZIONE	G	S	1M	3M	6M	A	SN
a	Controllo del corretto funzionamento.		◆					
b	Controllo delle tenute.		◆					
c	Controllo di funzionamento e tarature organi di regolazione.			◆				
d	Verifica livello dell'acqua.			◆				
e	Controllo di funzionamento e prova degli organi di comando, commutazione, segnalazione.						◆	
f	Controllo e prova intervento valvole di sicurezza.						◆	
g	Controllo interventi degli organi di protezione elettrica.						◆	
h	Controllo serraggio morsetti elettrici e pulizia contatti elettrici.						◆	
i	Pulizia esterna.						◆	
l	Controllo con eventuale ripristino della coibentazione e verniciatura esterna						◆	

- *valvolame, raccordi e staffaggi*

Tabella n.22

	VALVOLAME	G	S	1M	3M	6M	A	SN
a	Pulizia delle superfici esterne e verniciatura.						◆	
b	Verifica e pulizia degli scaricatori di condensa e degli indicatori di passaggio.			◆				
c	Manovra di tutte le valvole a sfera.					◆		
d	Nel caso in cui si verifica il passaggio del fluido ad otturatore chiuso, smontare l'organo interessato provvedendo alla sua pulizia e, se occorre, alla sua sostituzione o alla sostituzione delle parti avariate.							◆
e	Lubrificazione degli steli e delle filettature impiegando unicamente i lubrificanti prescritti dal costruttore, nella misura e con le modalità da esso indicate.						◆	
f	Manovra di tutti gli organi di intercettazione e di regolazione onde evitarne il blocco. Apertura e chiusura devono essere eseguite senza forzare assolutamente nelle posizioni estreme.						◆	
g	Ripristino della manovrabilità della valvola e sostituzione di eventuali parti danneggiate.						◆	
h	Rifacimento del premistoppa con sostituzione delle baderne ed graffittaggio dell'asta di manovra.						◆	
i	Controllo a vista delle tenute e verifica dei premistoppa.						◆	

- *apparecchiature in campo per la regolazione*

Tabella n.23

	REGOLAZIONI: ELEMENTI SENSIBILI, REGOLATORI E VALVOLE	G	S	1M	3M	6M	A	SN
a	Pulizia dei componenti, ugelli, relè, etc.						◆	
b	Sostituzione di parti danneggiate degli elementi sensibili, capillari, bulbi, capsule, relè pneumatici, etc.							◆
c	Sostituzione schede elettroniche danneggiate.							◆
d	Lubrificazione degli steli delle valvole a sede, dell'otturatore e dei perni delle valvole a settore.						◆	
e	Rabbocco dei treni d'ingranaggio a bagno d'olio.						◆	
f	Pulizia e serraggio delle morsettiere.					◆		
g	Sostituzione conduttori danneggiati o mal isolati.							◆
h	Pulizia filtri raccoglitori impurità.				◆			
i	Sostituzione diaframmi elastici dei pistoni.						◆	
j	Pulizia ugelli, flappers, restrizione (impianti pneumatici).						◆	
k	Sostituzione tubazioni impianti pneumatici danneggiati o inefficienti.					◆		
l	Interventi per il ripristino delle condizioni ottimali di funzionamento, su segnalazione.							◆
m	Verifica dei filtri aria, pulizia o sostituzione.			◆				
n	Spurgo dell'acqua/olio nel serbatoio di accumulo.	◆						
o	Verifica livello olio ed eventuale rabbocco.	◆						
p	Quando necessario procedere allo smontaggio del motore per il rifacimento degli avvolgimenti e la sostituzione delle parti avariate.							◆
q	Verifica tensione ed usura cinghie di trasmissione, ed eventuale sostituzione.			◆				

Capitolo 2: TEORIA DELLA MANUTENZIONE

2.1 INTRODUZIONE

L'evoluzione della tecnica, la ricerca di una maggiore efficienza tecnico-economica delle aziende, lo sviluppo dei processi tecnologici hanno portato alla costruzione di apparecchiature e macchine sempre più complesse e delicate e mutando l'approccio alle metodologie risolutive di alcuni problemi.

Tra questi, uno dei più sentiti in questo periodo storico è forse l'esigenza di mantenere inalterate l'efficienza degli impianti e delle macchine che li compongono, cioè della "manutenzione", ovvero quella funzione aziendale preposta al ruolo di assicurare la continuità di buon funzionamento delle strutture produttive.

La manutenzione moderna, concepita come servizio aziendale, si basa su alcune proprietà che la contraddistinguono rispetto ai modi di esecuzione caratteristici del passato periodo storico-industriale:

- *Il lavoro di manutenzione*, in passato prevalentemente legato al singolo evento, si trasforma in lavoro programmabile;
- *La funzione manutenzione*, spesso slegata e spesso considerata semplicemente complementare alle attività produttive, si trasforma in un'unità responsabile caratterizzata da razionalità e competenza nonché da un forte senso di integrazione nelle attività dell'impresa;
- *La manutenzione* è oggi chiamata a programmare, coordinare e controllare le sue attività in modo che il lavoro svolto da tutta l'impresa sia tecnicamente più completo ed economicamente più vantaggioso;
- *La formazione del personale* assume un ruolo importante nel creare una mentalità adatta ad accettare le nuove procedure organizzative e a renderle operativamente efficaci;
- *La moderna manutenzione* è anche chiamata a migliorare e conservare i dispositivi che garantiscono la sicurezza e la salute del lavoratore; si rende pertanto necessaria un'opera di responsabilizzazione rivolta ad incrementare l'efficienza del servizio e la contemporanea tutela del personale;

Nel 1963 la OCSE (Organizzazione per la Cooperazione e lo Sviluppo Economico) definì la manutenzione "funzione aziendale alla quale sono demandati il controllo costante degli impianti e l'insieme dei lavori di riparazione e revisione necessari ad assicurare il funzionamento regolare e il buono stato di conservazione degli impianti produttivi, dei servizi e delle attrezzature di stabilimento".

Nel 1991, dopo quasi trent'anni, nella norma UNI 9910 (Terminologia sulla fidatezza e sulla qualità del servizio) la Manutenzione è stata definita "la combinazione di tutte le azioni tecniche ed amministrative, incluse le azioni di supervisione, volte a mantenere o a riportare un'entità in uno stato in cui possa svolgere la funzione richiesta".

Dal confronto fra queste due definizioni si nota il processo evolutivo che ha portato la manutenzione da compiti semplicemente correttivi a compiti prevalenti di prevenzione dei guasti e dei malfunzionamenti, di adeguamento a livelli prestazionali crescenti, di contributo al miglioramento delle prestazioni complessive dei sistemi produttivi.

In relazione a questa evoluzione la manutenzione si è data scopi, forme organizzative e modalità più evolute, tali da rendere conseguibili obiettivi non limitati agli aspetti di efficienza tecnica, ma concernenti anche aspetti di efficienza gestionale e organizzativa.

In generale gli obiettivi e gli incarichi che un moderno servizio di manutenzione aziendale è chiamato a raggiungere e a svolgere possono essere così definiti:

- Minimizzare le fermate per guasti assicurando la continuità produttiva degli impianti;
- Gestire le risorse aziendali allo scopo di minimizzare i costi derivanti dalla possibile rottura e/o dalla riparazione delle risorse tecniche destinate alla produzione;
- Operare con continuità allo scopo di mantenere strutture e macchine in grado di funzionare nelle condizioni stabilite e limitare il decadimento delle prestazioni delle stesse;
- Contribuire ad aumentare l'efficienza del sistema produttivo;
- Formare ed educare gli addetti di produzione ad alcuni aspetti di correttezza e sicurezza nell'utilizzo dei macchinari e responsabilizzarli nei confronti della gestione iniziale delle anomalie e dei guasti agli impianti;

Le attività necessarie per raggiungere tali obiettivi sono di natura esecutiva, tecnica, organizzativa, gestionale e consultiva. Vengono elencati di seguito:

- Attività in ambito esecutivo: lubrificazione, pulizia, ispezioni e controlli; riparazioni, sostituzioni e revisioni; assistenza a terzi;
- Attività in ambito tecnico: preparazione dei piani di manutenzione preventiva e delle ispezioni, preparazione dei lavori; analisi dei guasti, raccolta e analisi dei dati sulle prestazioni; calcolo degli indicatori di prestazione; ricerca di nuovi metodi, tecniche, mezzi ed attrezzature; addestramento tecnico per operai e tecnici; proposte di modifiche e migliorie; adeguamenti impiantistici alle norme di sicurezza;
- Attività in ambito organizzativo/gestionale: elaborazioni di rapporti periodici su andamenti e consumi; individuazione di ricambi e materiali, quantità a magazzino e livelli di riordino; programmazione e reperimento delle risorse necessarie ad eseguire i lavori; elaborazione di piani tecnico-economici;
- Attività in ambito consultivo: contributo nell'installazione ed avviamento di nuovi impianti e nella progettazione di modifiche e di restauri; addestramento dei conduttori dell'impianto;

2.2 PRINCIPI DELLA TEORIA DELLA MANUTENZIONE

Una generica macchina viene progettata e costruita per svolgere una missione nota a priori e di cui si conoscono le caratteristiche in termini di tempi, di prestazioni e di costi. Il suo funzionamento, basato sulla continua interazione tra i sottosistemi che la compongono, non è tuttavia continuo nel tempo a causa delle inevitabili anomalie che insorgono nel corso della sua vita utile e che possono essere determinate da svariati fattori umani e ambientali. In questo contesto di possibile interruzione della sua funzionalità si inseriscono i concetti di affidabilità e disponibilità.

L'affidabilità può essere definita come la probabilità che un elemento (macchina, sottosistema o componente) funzioni senza guastarsi per un determinato tempo "t" dal suo avviamento e in predeterminate condizioni ambientali.

La disponibilità può invece essere definita come la percentuale di tempo di buon funzionamento rispetto al tempo totale in cui è richiesto il funzionamento stesso dell'elemento.

Affidabilità e disponibilità rappresentano due grandezze attraverso le quali è possibile misurare la continuità con cui un impianto può garantire il raggiungimento della missione per la quale è stato ideato e costruito.

In ambito economico, l'implementazione a livello industriale di azioni di miglioramento affidabilistiche applicate a risorse produttive comporta inevitabilmente dei costi che devono essere equilibrati in funzione dello scopo finale. Nella figura n.57 si può osservare che la funzione del costo totale sostenuto è data dalla somma dei costi sostenuti per le azioni di incremento dell'affidabilità o della disponibilità delle macchine e dei costi di mancata produzione dovuti all'inaffidabilità o indisponibilità delle stesse.

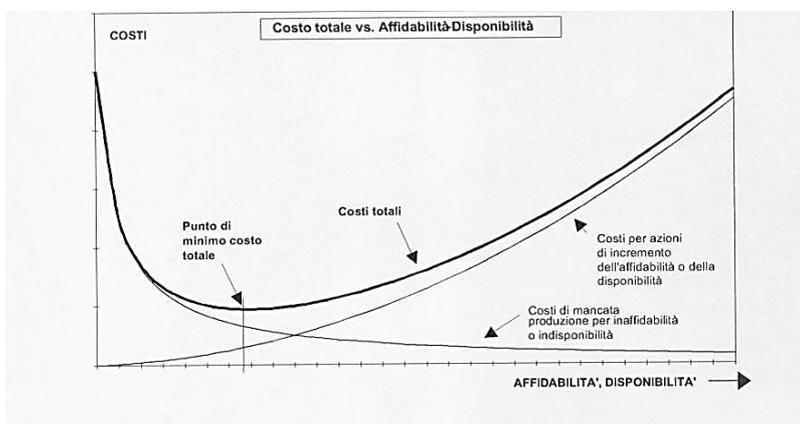


Figura n.57 - Curva rappresentativa dei costi totali in funzione di affidabilità-disponibilità.

Se in ambito sicurezza l'affidabilità assume un ruolo della massima importanza, a livello produttivo il suo posto viene spesso preso dalla disponibilità attraverso la quale il gestore d'impianto riesce a monitorare la reale efficienza operativa delle macchine nel corso della loro vita utile.

Poiché, come già affermato, la macchine si guastano, l'affidabilità e la disponibilità vengono garantite, dove possibile, attraverso adeguate politiche manutentive che, se da una lato contribuiscono a un funzionamento globale regolare e continuativo, dall'altro rappresentano un onere economico spesso non indifferente, intervenendo in sede di gestione dell'impianto, oppure nella progettazione o riprogettazione di parti o insiemi di macchine o nell'installazione di unità di riserva (sistemi ridondanti).

2.3 I KPI DELLA MANUTENZIONE

Controllare e valutare le prestazioni di manutenzione attraverso i Key Performance Indicators (KPI) è un approccio strategico per raggiungere in modo efficace gli obiettivi aziendali.

In effetti, un sistema di misurazione adeguato è vitale per eliminare sprechi e migliorare le prestazioni aziendali; occorrono sistemi dinamici, che motivino il miglioramento della soddisfazione dei clienti, della flessibilità e della produttività.

L'ente UNI definisce diversi indici di manutenzione, ai quali ne possono essere aggiunti degli altri a piacimento, in funzione delle necessità tecniche, gestionali, contrattuali degli utilizzatori.

Di seguito vengono presentati alcuni dei più comuni KPI di manutenzione, alcuni normati altri no, sia di tipo "tecnico/operativo" (ossia non collegati a voci di costo ma a quantità prettamente "temporali" legate all'impianto analizzato) sia di "costo/gestionali".

Mean Time Between Failure (MTBF)

L'MTBF descrive il tempo operativo medio tra due guasti consecutivi. La procedura generale di calcolo raccomandata dalla Norma può essere sintetizzata nel seguente modo:

$$MTBF = \frac{\text{Tempo di utilizzo dell'impianto}}{\text{Numero di fermate per causa guasto impianto}}$$

dove:

Tempo di Utilizzo = [Tempo di Apertura Impianto – Tempo di Mancato Utilizzo – Tempo di Utilizzo Non Produttivo]

e dove per:

"Tempo di Utilizzo Non Produttivo" si intende il tempo in cui l'impianto è stato utilizzato per attività differenti alla vera e propria produzione (per esempio test e prove di produzione per nuovi prodotti, realizzazione di prototipi, ecc) o per attività legate alla tecnologia dell'impianto e/o al processo produttivo (per esempio tempi di set-up, lavaggi, manutenzioni programmate, ecc);

"Tempo di Mancato Utilizzo" si intende il tempo nel quale l'impianto non è stato utilizzato per cause esterne all'impianto stesso (per esempio per mancato fornimento di materiale da processare, scioperi, eventi naturali, ecc).

Mean Time Between Maintenance (MTBM)

L'MTBM rappresenta il tempo medio che intercorre tra due interventi di manutenzione (programmata o a guasto). Si calcola:

$$MTBM = \frac{\text{Tempo di utilizzo dell'impianto}}{\text{Numero di fermate per Manutenzione dell'impianto}}$$

L'MTBM prende quindi in considerazione, oltre all'improduttività da guasto, anche quella indotta dalla manutenzione programmata (per esempio, interventi programmati, controlli, tarature e verifiche di legge, sostituzioni di componenti soggetti ad usura periodica, ecc.).

Pertanto il valore di MTBM misura le conseguenze di tutto il fabbisogno di "fermo per manutenzione" dell'impianto, programmato e non programmato.

Il calcolo dell'MTBM è importante in quanto è descrittivo del fabbisogno complessivo di manutenzione da parte di un'entità e misura le ripercussioni del medesimo sulla sua disponibilità. In tal modo, confrontandolo con i valori di MTBF, l'MTBM "costringe" l'ingegneria di Manutenzione a un'analisi critica dell'indisponibilità programmata dell'impianto e delle possibilità di riduzione della medesima.

Mean Time To Restoration (MTTR)

L'MTTR rappresenta il valore atteso di tempo al ripristino, dove per "tempo al ripristino" (Norma UNI 9910) si intende l'intervallo di tempo durante il quale l'impianto si trova in uno stato di indisponibilità a causa di un guasto.

L'MTTR misura di fatto la reattività del sistema al guasto. Valori elevati sono sintomo di malessere che devono essere individuati e affrontati con provvedimenti specifici in sinergia tra le varie funzioni aziendali coinvolte. Se lo stato di guasto intercorre da quando è percepito a quando è rimosso, il puro tempo di riparazione tecnica, in passato confondibile con MTTR, non è descrittivo dell'impatto temporale del guasto sulla produttività. L'indisponibilità reale è spesso pesantemente condizionata da ritardi nella segnalazione, nell'emissione dell'eventuale "permesso di lavoro", recupero della documentazione tecnica e da altri fattori non controllabili dalla manutenzione sia a monte che a valle dell'intervento vero e proprio. Questi fattori sono attivati dal guasto e vanno comunque messi in conto al medesimo. Il puro tempo di riparazione è dunque oggi denominato Mean Repair Time.

Il calcolo dell'indice avviene nel seguente modo:

$$MTTR = \frac{\text{Tempo totale di indisponibilità dell'impianto}}{\text{Numero di fermate per causa guasto dell'impianto}}$$

Il calcolo del tempo di indisponibilità di ogni guasto non è immediato. Esistono infatti diverse casistiche:

- Il guasto induce il fermo totale della produttività dell'impianto. In questo caso il tempo di indisponibilità coincide con la differenza tra la data di ripristino e quella di guasto;
- Il guasto induce una riduzione quantitativa (Slow-Down). Di norma si calcola l'intervallo temporale di Slow-Down col metodo del punto precedente e lo si moltiplica per un opportuno coefficiente <1 (per semplicità fissato generalmente pari a 0.5). Si riporta in tal modo il tempo di riduzione parziale a un tempo equivalente di interruzione totale;

- Il guasto induce peggioramenti sulla qualità della produzione. In questo caso il controller fornisce di solito alla produzione opportuni coefficienti, finalizzati a trasformare il tempo di produzione perso per inefficienze qualitative in un tempo equivalente di interruzione totale della produttività dell'impianto;
- Il guasto riduce contemporaneamente la quantità e la qualità della produzione dell'impianto rispetto ai target prefissati. In linea di principio si possono combinare i coefficienti dei punti precedenti, fermo restando che la supervisione del controllo gestione è sempre indispensabile per valutare nel modo migliore le conseguenze "parziali" dei guasti sul ciclo produttivo;

Mean Repair Time (MRT)

L'MRT esprime il valore atteso del tempo di riparazione. Il "*tempo di riparazione*" è il tempo strettamente necessario ad eseguire l'intervento. Si considera quindi al netto del tempo di chiamata, della ricerca del guasto, del prelievo dei ricambi, della messa a punto di utensili e attrezzature e, in generale, di tutti i tempi che rientrano nel concetto di "*preparazione del lavoro*".

Si calcola come:

$$\text{MRT} = \frac{\text{Tempo totale di riparazione dei guasti dell'impianto}}{\text{Numero di fermate (causa guasto) dell'impianto}}$$

Dove la durata della singola riparazione è calcolata a partire dalla data e ora di inizio dell'attività "*fisica di riparazione*".

In caso di guasto, il tempo di riparazione concorre al tempo di indisponibilità, ma è sempre minore di questo.

MRT e MTTR possono anche essere visti come KPI "*complementari*", ovvero in grado di dare un'informazione più completa se usati in coppia. La differenza tra i due tempi permette di separare i fattori caratteristici (soprattutto manutenibilità e manualità, concorrenti a MRT) da quelli operativi (soprattutto reattività e capacità di diagnosi). Anche i provvedimenti correttivi sono assolutamente diversi: sostanzialmente tecnici per migliorare l'MRT e sostanzialmente organizzativi/di processo per minimizzare lo scostamento (MTTR-MRT).

Molte volte una grande differenza tra i due indica inefficienze causate generalmente da problemi quali ritardi nel rilascio dei permessi di lavoro, ritardi nella segnalazione del guasto, problemi di layout e problemi di processo.

Mean Down Time

L'MDT o tempo medio di indisponibilità misura il tempo complessivo durante il quale l'impianto è obbligatoriamente indisponibile per esigenze manutentive di qualsiasi natura: accidentali piuttosto che programmate. Questo tempo comprende sia i tempi esecutivi che i tempi logistici (per esempio attesa di manutenzione). Valutato il tempo totale di indisponibilità, l'MDT si calcola dividendo il tempo totale di indisponibilità per il numero di eventi che l'hanno determinata durante il periodo preso in considerazione:

$$\text{MDT} = \frac{\text{Tempo totale di indisponibilità per interventi manutentivi dell'impianto}}{\text{Numero di interventi manutentivi effettuati sull'impianto}}$$

La riduzione ottimale di MDT passa sicuramente attraverso la riduzione di MTTR e di MRT ma anche attraverso la programmazione ottimale delle attività manutentive pianificate richiedenti l'indisponibilità (fermata) dell'impianto.

AFFIDABILITA'

Lo studio dell'affidabilità si applica in generale a meccanismi che, nel corso della vita utile, non possono essere tecnicamente ed economicamente riparati (es. le lampadine).

Se l'affidabilità di un componente non riparabile è la sua probabilità di buon funzionamento all'interno di un certo intervallo di tempo di utilizzo, i livelli di affidabilità richiesti al componente variano pertanto in funzione delle conseguenze di un mancato funzionamento.

In un'ottica manutentiva, conoscere la probabilità di buon funzionamento di un componente in un certo periodo di tempo (cioè conoscerne l'affidabilità) consente di intervenire prima che si verifichi il guasto.

La definizione di affidabilità vista implica una precisa conoscenza delle condizioni di normale funzionamento e delle condizioni di guasto inteso come incapacità di condurre a termine con successo la missione affidata.

I presupposti per una corretta applicazione dell'affidabilità al mondo operativo possono essere individuati come segue:

- Definizione di un criterio univoco e oggettivo (che può sintetizzarsi in una procedura operativa) per il riconoscimento dello stato di guasto;
- Determinazione dell'intervallo di tempo "t" entro il quale è richiesto che la macchina o il componente considerato debbano funzionare per portare a termine la missione;
- Determinazione delle condizioni ambientali in cui la macchina deve svolgere la sua missione;

DISPONIBILITA'

Finora si è considerato il caso di macchine o componenti non riparabili cioè con un singolo ciclo di vita come ad esempio un fusibile elettrico, un cuscinetto a sfere, ecc.

Nel caso in cui sia possibile ripristinare la funzionalità, in particolare per quei dispositivi a cui è richiesto un notevole numero di cicli del tipo rottura-riparazione ripristino anche più volte nel corso della vita utile, si ricorre spesso alla valutazione della disponibilità.

La norma UNI 9910 definisce la disponibilità come l'attitudine di un'entità a essere in grado di svolgere una funzione richiesta in determinate condizioni a un dato istante, o durante un dato intervallo di tempo, supponendo che siano assicurati i mezzi esterni eventualmente necessari.

La disponibilità A , dall'inglese Availability, di una macchina può anche essere definita come la percentuale di tempo di buon funzionamento rispetto al tempo totale in cui è richiesto il funzionamento stesso della macchina.

Chiamati rispettivamente UT (Up Time) il tempo in cui il sistema è realmente disponibile all'uso e DT (Down Time) il tempo in cui la macchina è ferma (per guasto o per riparazione), la disponibilità A vale (in percentuale):

$$A = \frac{UT}{UT + DT}$$

Poiché nei sistemi riparabili si parla, come già visto, di tempo medio tra due guasti, $MTBF$ (Mean Time Between Failure), e considerando il tempo medio di ripristino della funzionalità

$MTTR$ (Mean Time To Restoration), si può assumere che $L'UT$ coincida con $l'MTBF$ e il DT con $l'MTTR$ e quindi la relazione precedente si riscrive come:

$$A = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR}$$

A parità di tempo medio tra due rotture (uguale $MTBF$), una macchina o un componente facilmente riparabile è quindi più disponibile di un altro avente $MTTR$ più elevato; analogamente la disponibilità di due sistemi con simile tempo di riparazione, cresce al crescere dell' $MTBF$ cioè della sua affidabilità all'interno del periodo di funzionamento richiesto (Figura n.58).

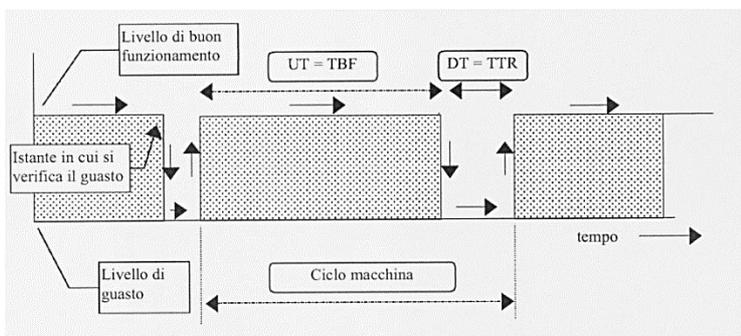


Figura n.58 - Disponibilità in funzione dell' $MTBF$ e $MTTR$

IL TASSO DI GUASTO E LA CURVA DI MORTALITA'

Il tasso di guasto consiste nella frequenza con cui le macchine si guastano nel corso della loro vita utile; il suo andamento viene in genere rappresentato con la curva che, per la particolare forma, viene chiamata "a vasca da bagno" (Figura n.59).

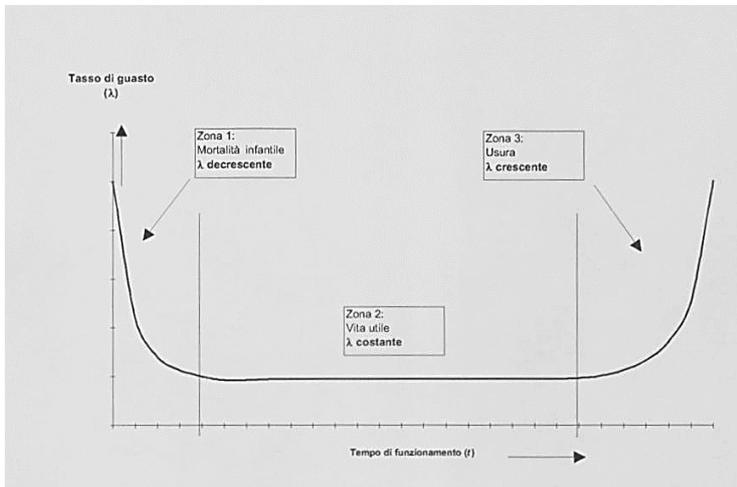


Figura n.59 - Curva Tasso di guasto - Tempo di funzionamento.

Durante il ciclo di vita di ogni macchina si possono distinguere tre fasi fondamentali:

- Un periodo iniziale in cui la macchina è in "rodaggio". I componenti cominciano a svolgere la loro funzione ed alcuni di essi, in genere difettosi, possono cedere in breve tempo. Questo periodo è chiamato di "mortalità infantile" e in esso il tasso di guasto, inizialmente elevato cala rapidamente (zona 1);
- Un periodo detto di vita utile (zona 2), in cui la macchina funziona a regime, i componenti sono assestati e gli operatori esperti all'uso. In questo periodo il tasso di guasto è costante e minimo (la macchina subisce guasti a periodi molto distanziati e regolari);
- Un'ultima fase (zona 3) in cui l'impianto è soggetto a fenomeni di usura derivanti dall'intenso utilizzo. Il tasso di guasto cresce (la macchina si guasta sempre più spesso) fintanto che risulta inutilizzabile;

L'effetto sul tasso di guasto dell'assestamento iniziale dei componenti è in genere tanto più ridotto quanto migliori ed accurate sono la progettazione e l'installazione della macchina e il livello di addestramento degli operatori, mentre l'effetto dell'usura è facilmente rilevabile a causa della tendenza alla rapida crescita del numero di guasti in un fissato periodo di tempo.

Per abbassare il tasso di guasto e quindi aumentare l'affidabilità e la disponibilità si ricorre in genere a metodi preventivi, cioè a una politica manutentiva che si basa su operazioni eseguite a intervalli di tempo programmati allo scopo di assicurare l'affidabilità e la disponibilità richieste prevenendo e contrastando il verificarsi del guasto.

LA MANUTENIBILITA'

La norma UNI 9910 definisce la manutenibilità come l'attitudine di un'entità (macchina o impianto), in assegnate condizioni di utilizzazione, a essere mantenuta o riportata in uno stato nel quale essa può svolgere la funzione richiesta, quando la manutenzione è eseguita nelle condizioni date, con procedure e mezzi prescritti.

La manutenibilità è quindi una caratteristica della macchina che dipende però anche dalle condizioni in cui viene mantenuta. In queste condizioni sono compresi, oltre alle caratteristiche progettuali, anche tutti quei fattori che integrano la macchina nell'impianto in cui si trova, dalla posizione fisica, all'accessibilità delle parti da riparare, al flusso di materiali e persone che la circondano abitualmente, ecc (Figura 60).

A tal proposito un supporto arriva dalle tecniche di Design for Maintainability che applicano l'ingegneria dei fattori umani alla progettazione dei sistemi con lo scopo di ridurre il tempo e lo sforzo richiesto per effettuare le azioni sia di manutenzione periodica preventiva che di quella correttiva.



Figura n.60 - La manutenibilità come facilità di accesso alla macchina.

Esiste una relazione tra la quantità MTTR, tempo medio di riparazione (inteso come ritorno in servizio), che rappresenta in sintesi la manutenibilità della macchina, e la funzione affidabilità.

Poiché si è visto che:

$$A = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR}$$

Allora MTTR dipende anche dal parametro disponibilità A. Qualitativamente si può vedere la relazione tra le grandezze in un grafico (Figura n.61).

Definito quindi un certo valore di affidabilità (caratteristica progettuale) e valutata la disponibilità operativa storica A come il rapporto tra il tempo di buon funzionamento e il tempo totale di utilizzo (guasti compresi), si ottiene un valore di manutenibilità che può essere comparato con altri rilevati su macchine o impianti della stessa tipologia.

Definita ad esempio "normale" una disponibilità del componente o dell'impianto pari al 95% e noti storicamente i tempi di intervento per guasto (MTTR) è possibile risalire alla sua affidabilità per scopi di riprogettazione e miglioramento delle caratteristiche.

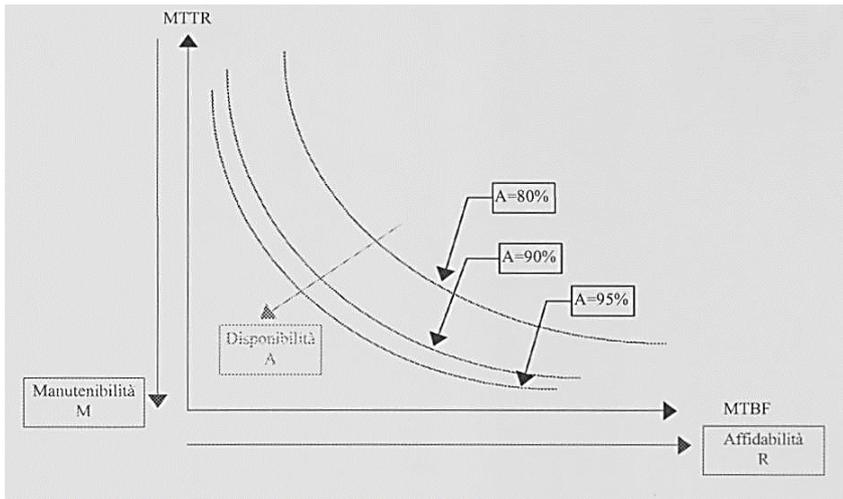


Figura n.61 - Relazione tra le grandezze Affidabilità (R), MTBF, MTTR, Manutenibilità (M) e Disponibilità (A).

INDICI DI MONITORAGGIO DEL LIVELLO DI SERVIZIO DELLA MANUTENZIONE A GUASTO

Poiché l'obiettivo ultimo del progetto "Manutenzione" è l'ottimizzazione del mix delle politiche, compito dell'Ingegneria di Manutenzione è verificare che il fabbisogno di manutenzione non programmata sia stabilmente all'interno dei valori prefissati oppure segua nel tempo un trend decrescente verso i valori-obiettivo.

Indice di natura "gestionale" e di validità generale, il seguente KPI misura l'incidenza dei costi della manutenzione a guasto rispetto al costo totale di manutenzione. Fornisce, di conseguenza, indicazioni sulle politiche di manutenzione adottate. Il KPI, non ancora identificabile con un acronimo unificato, si calcola come:

$$\frac{\text{Costo della manutenzione a guasto (o Correttiva)}}{\text{Costo totale della manutenzione}}$$

Al numeratore troviamo il costo totale di manutenzione (comprensivo di manodopera aziendale, servizi, materiali) sostenuto relativo a interventi di manutenzione a guasto (correttiva ovvero accidentale).

Al denominatore troviamo il costo totale di manutenzione sostenuto nell'esercizio, ottenuto come somma delle rispettive quote dei costi del personale aziendale di manutenzione, dei servizi di manutenzione prestati dal personale di produzione (manutenzione autonoma), dei servizi di terzi e dei materiali.

Come quasi tutti gli indici "gestionali", anche questo è di tipo "complementare" per cui non è bene considerarli da soli ma associati con altri KPI in modo da ottenere informazioni più complete. In questo caso è buona norma associare un KPI basato sulla frequenza degli eventi piuttosto che sul loro valore:

$$\frac{\text{Numero di richieste di manutenzione a guasto}}{\text{Numero totale di richieste di manutenzione}}$$

I due indici abbinati permettono di visualizzare molto meglio la situazione reale, evidenziando con che frequenza si effettuano interventi “fisici” di natura correttiva. Il confronto incrociato frequenza – costi descrive in modo esaustivo il peso della manutenzione a guasto sul mix delle possibili politiche di manutenzione adottate dall’azienda.

INDICI DI MONITORAGGIO DEL LIVELLO DI SPESA IN MANUTENZIONE

È possibile costruire una serie di KPI che permettano di controllare l’entità della spesa in manutenzione e la sua ripartizione nelle varie voci di costo. Alcuni possibili indicatori sono:

- $$\frac{\text{Costo totale annuo di Manutenzione}}{\text{Estimated Replacement Value}}$$

dove con Estimated Replacement Value (ERV) si intende il valore di rimpiazzo dell’impianto.

- $$\frac{\text{Costo totale annuo di Manutenzione}}{\text{Fatturato annuale}}$$

Indica la porzione di fatturato annuale impiegato per mantenere il valore e l’efficienza degli impianti.

- $$\frac{\text{Costo totale annuo di Manutenzione}}{\text{Quantità annuale prodotta}}$$

Fornisce indicazioni sulla gestione della manutenzione con riferimento al volume di produzione dell’impianto nel periodo di riferimento.

L’azienda che vuole ottenere suggerimenti utili dai propri KPI, deve limitarsi a quelli significativi, ovvero che forniscono informazioni importanti e pertinenti. Ciò significa scegliere i KPI relativi al proprio settore. Dopo aver identificato i KPI più idonei, si deve procedere a realizzarne la valutazione in maniera regolare e coerente. I KPI dovrebbero essere analizzati e confrontati con livelli di Benchmark sia interni che esterni. Dovrebbero essere monitorati costantemente per garantire l’identificazione di tutte le tendenze o cambiamenti significativi in modo che quest’ultimo possano essere analizzate per comprendere il motivo per cui si sono verificati dei cambiamenti e per cui i KPI mostrano una tendenza al ribasso o al rialzo.

L’analisi degli indicatori deve quindi aiutare a individuare la “*causa radice*” di problemi esistenti o potenziali e di conseguenza orientare le decisioni per le future azioni correttive e preventive necessarie per il miglioramento continuo della funzione della manutenzione

2.4 LA STRATEGIA DELLA MANUTENZIONE

Un guasto è un fenomeno che, come riportato nella norma UNI 9910, consiste nella cessazione dell’attitudine di un’entità a eseguire la funzione richiesta.

La manutenzione delle macchine ha fondamentalmente due scopi principali:

- Riparare i guasti;
- Impedire la loro insorgenza;

L'obiettivo da perseguire è quindi ridurre l'indisponibilità accidentale o sistematica che si manifesta quando gli impianti sono soggetti, durante la produzione, a usura, fatica, corrosione e in generale quando le macchine invecchiano e si degradano. Diventa quindi determinante l'efficienza e la buona organizzazione di un servizio manutentivo nel contesto produttivo, in particolare laddove la linea sia satura (elevati volumi), oppure sia richiesto un elevato livello qualitativo di prodotto e di processo, oppure quando sussistano entrambe le esigenze.

Per raggiungere tale obiettivo è necessaria una dettagliata documentazione storico informativa che permetta un'adeguata analisi dei dati riguardanti disponibilità degli impianti, costi ed efficienza del personale preposto a mantenere e migliorare la performance delle macchine.

Uno degli approcci più interessanti al problema del degrado degli impianti e alla loro conseguente assistenza sembra essere la teoria che si basa sulla curva di mortalità a "*vasca di bagno*".

Si può definire guasto istantaneo quell'evento che non è prevedibile a priori ma che si manifesta improvvisamente, spesso interrompendo in modo totale il funzionamento della macchina; l'anomalia si verifica di norma quando la sollecitazione, comunque intesa, supera la resistenza del componente su cui è applicata.

Quando la macchina o l'apparecchiatura o l'impianto viene installato e nel primo periodo della vita utile, è possibile che il tasso di guasto istantaneo sia elevato. Questo fatto è causato principalmente dalle caratteristiche dei componenti che, nuovi, necessitano di un "*rodaggio*" che dà problemi di montaggio e regolazione iniziale. Ci si trova quindi in una prima zona della curva che presenta un tasso di guasto istantaneo decrescente con una velocità proporzionale alla capacità della macchina di "*assestarsi*" e degli operatori di imparare a usarla correttamente.

Raggiunta una fase di funzionamento stabile, questa si protrae generalmente per un lungo periodo, nel quale compaiono dei guasti dovuti principalmente al degrado per normale utilizzo dei componenti (guasti fisiologici). Questo è il periodo della vita utile, in cui il tasso di guasto è costante e la macchina funziona alla capacità nominale per la quale è stata progettata e costruita.

Quando infine i componenti invecchiano, viene meno la capacità di svolgere le funzioni richieste e si manifestano dei cedimenti. Ci si trova a questo punto nella zona di "*usura*", caratterizzata da un tasso di guasto crescente nel tempo con una pendenza che è funzione sia dello stato della macchina che ne viene fatto.

La manutenzione deve lavorare affinché il tasso di guasto istantaneo rimanga il più costante possibile nel ciclo di vita dell'impianto, cioè che quest'ultimo si collochi operativamente nella zona di mortalità standard (vita utile) e affinché tale tasso sia il più basso possibile.

2.5 I TEMPI DELLA MANUTENZIONE

La comparsa del guasto causa generalmente un decadimento delle prestazioni che può essere tanto istantaneo e totale, quanto parziale e dilazionato nel tempo. Tra il manifestarsi dell'anomalia e l'intervento per la riparazione spesso trascorre un lasso di tempo, detto "ritardo amministrativo", dovuto principalmente al fatto che i manutentori devono venire a conoscenza della tipologia di guasto e quindi attrezzarsi di conseguenza.

La norma UNI 9910 riporta i diagrammi relativi ai tempi della manutenzione (Figura 62)

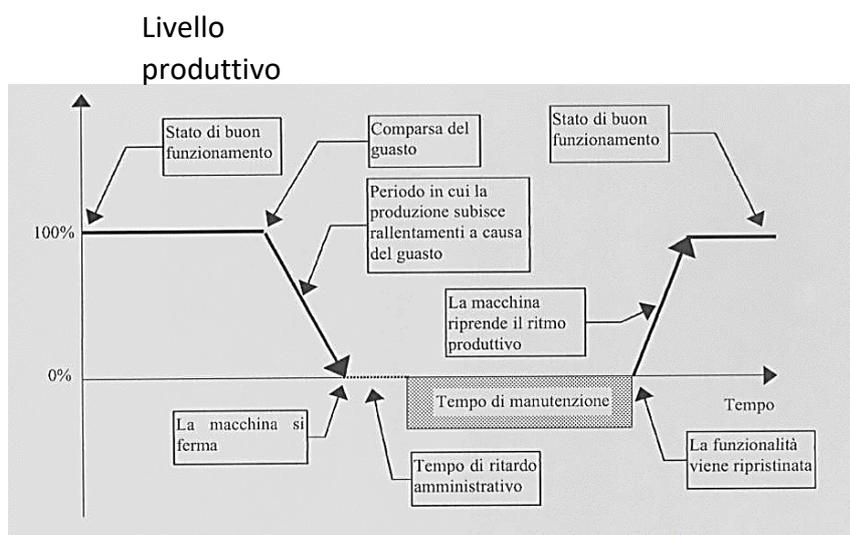


Figura n.62 - Diagramma esplicativo degli interventi di manutenzione.

Come si può notare dal grafico, dal momento della comparsa del guasto fino al successivo raggiungimento del livello di buon funzionamento è possibile individuare una serie di tempi relativi alla riparazione:

- Un intervallo di tempo in cui il sistema continua ad operare dando luogo a processi rallentati o errati e in cui l'origine del malfunzionamento non è evidente. In questo intervallo di tempo l'operatore rileva la presenza di un guasto e lo segnala alla manutenzione;
- Un ritardo di attesa della manutenzione dovuto sia a fenomeni amministrativi di inoltra della richiesta che di disponibilità e di preparazione dei manutentori alla specifica tipologia di intervento. È possibile infatti che al momento del guasto nessun manutentore sia libero per intervenire;
- Un tempo di ricerca e di rilevazione dell'anomalia da parte del tecnico incaricato (diagnostica);
- Un tempo di approvvigionamento dei ricambi e del necessario materiale di consumo;
- Un tempo di effettiva riparazione;
- Un tempo di controllo della funzionalità e di testing della macchina;

Il tempo di indisponibilità della macchina è quindi dato dalla somma dei tempi sopra esposti; alcune tempistiche dipendono dalle capacità del servizio manutentivo, altre da fattori esterni quali i turni lavorativi, i rallentamenti burocratici o la mancanza di ricambi a magazzino. Una corretta suddivisione e il controllo di questi tempi può permettere al gestore del servizio di intervenire in modo mirato su quegli aspetti che maggiormente possono contribuire ad aumentare l'efficacia degli interventi e quindi a minimizzare l'indisponibilità della macchina.

2.6 I COSTI DELLA MANUTENZIONE

Qualunque organizzazione finalizzata al mantenimento dei beni aziendali ha lo scopo di ridurre il costo globale di manutenzione, risultante dalla somma dei costi diretti e dei costi indiretti. La manutenzione però non deve essere vista unicamente come un centro di costo, in quanto produce anch'essa "valore" in termini di risparmio di costi conseguenti ai guasti che la manutenzione permette di evitare e come fattore d'incremento delle opportunità di profitto conseguenti ad un miglior funzionamento degli impianti e delle attrezzature. È opportuno perciò, nel valutare la manutenzione da un punto di vista economico, considerare non solo il costo delle risorse utilizzate per eseguirla (materiali, attrezzature, personale), ma quantificare anche il valore che essa produce in termini di servizio erogato e risparmio permesso.

La struttura complessiva dei costi di manutenzione è indicata nella figura seguente:

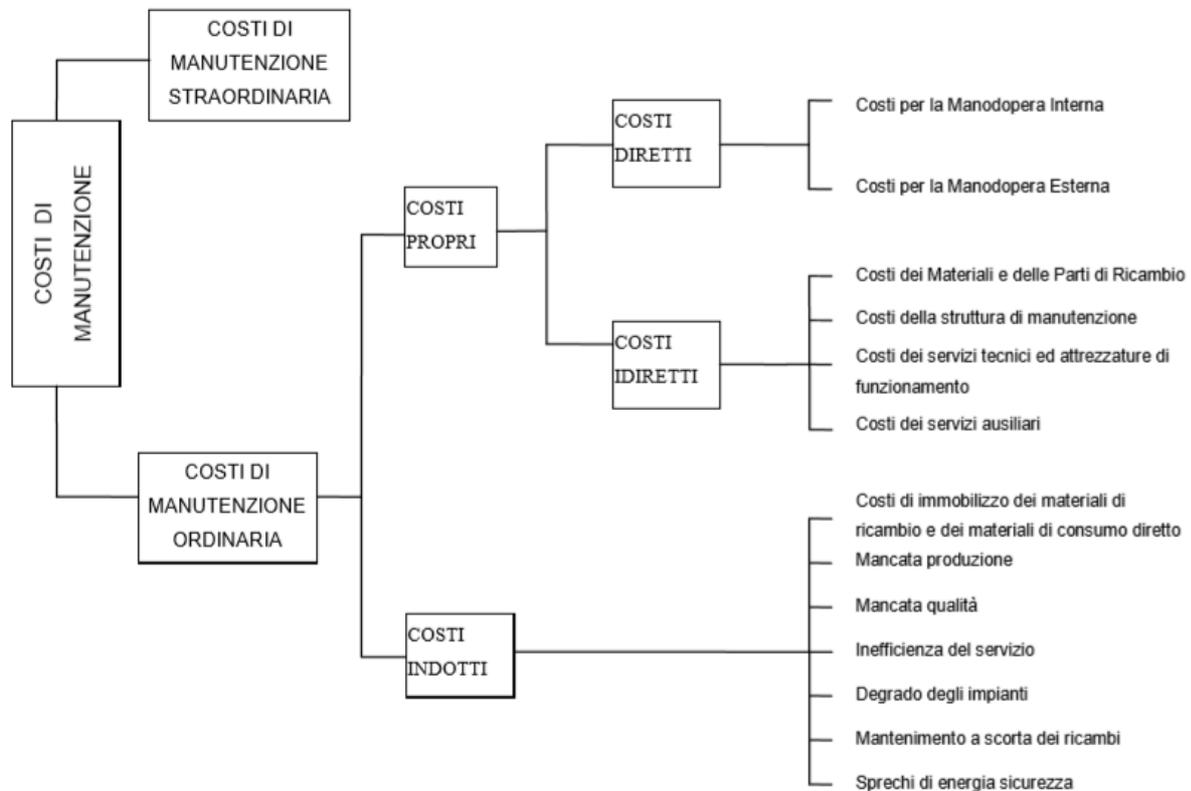


Figura n.63 - Struttura dei Costi di Manutenzione.

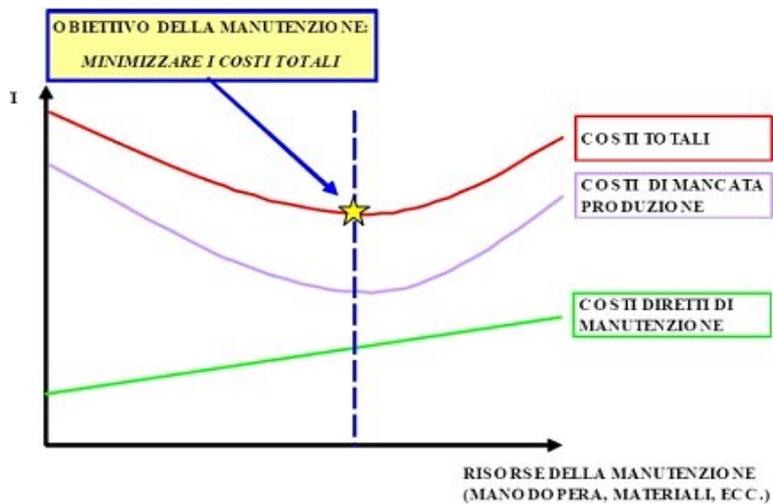
Andando ad analizzare più nel dettaglio i costi relativi alla manutenzione ordinaria si possono distinguere le seguenti categorie:

- I costi propri diretti, che si articolano in costi per la manodopera interna, costi per la manodopera esterna (prestazioni di terzi) e costi dei materiali e parti di ricambio, sono relativi alle risorse direttamente associabili all'esecuzione degli interventi manutentivi;
- I costi propri indiretti, che si articolano invece in costi della struttura di manutenzione (costi della manodopera indiretta di manutenzione, come ad esempio costo dei capi officina, dei capi squadra, del personale di ingegneria di manutenzione, del gestore del magazzino materiali), costi dei servizi tecnici ed attrezzature di funzionamento (comprendono i costi annui delle attrezzature, del materiale d'esercizio generale, del materiale ausiliario e dei servizi tecnici necessari per lo svolgimento delle attività di manutenzione), costi di immobilizzo dei materiali di ricambio e dei materiali di consumo diretto (costi di immobilizzo a magazzino dei materiali di manutenzione) e costi dei servizi ausiliari (sistema informativo di manutenzione), sono relativi alle risorse impiegate a livello organizzativo nell'esecuzione degli interventi manutentivi, ma non direttamente associabili a questi;
- I costi indotti nascono come conseguenza dell'interruzione del servizio/funzione di un impianto o una macchina, interruzione che può avere due diverse origini: il guasto (interruzione casuale ed estemporanea del servizio); o la volontaria interruzione per effettuare interventi di mantenimento. Essi sono quindi esprimibili come la valorizzazione economica di mancate prestazioni rispetto ad obiettivi fissati per gli impianti e macchine oggetto di manutenzione. Il concetto di mancata prestazione può riguardare diversi aspetti, fra cui: i costi di mancata produzione a causa della ridotta disponibilità degli impianti; i costi di mancata qualità (ad esempio scarti di prodotto a causa della riduzione della capacità del processo); i costi dovuti all'inefficienza del servizio (riduzione dei livelli di servizio, tempi di consegna di un prodotto, a causa di ritardi nell'esecuzione dei piani di produzione); allungamento dei tempi di manutenzione, in quanto gli interventi a guasto, imprevisti, richiedono tempi "amministrativi" più lunghi; i costi dovuti al degrado degli impianti (la loro cattiva conservazione porta a rotture frequenti e riduzione della capacità di processo); i costi dovuti al mantenimento a scorta dei ricambi (Il livello dei magazzini è sempre alto se si adotta una politica di attesa del guasto, solo con una politica preventiva è possibile ridurre il livello medio di giacenza ed ottimizzare la composizione del magazzino); i costi dovuti agli sprechi di energia; i costi imputabili alla mancata sicurezza (aumento del rischio di incidenti ed infortuni);

I costi propri diretti possono essere ridotti attuando un miglior controllo degli interventi standard: è possibile, anche mediante un'analisi storica sulle tipologie dei guasti accaduti, definire una serie di interventi di routine per i quali siano definibili nel dettaglio le modalità operative, tempistiche, attrezzature, quantità e specializzazioni del personale.

I costi propri indiretti, invece, possono essere ridotti solo attuando una politica preventiva: svincolarsi dal rischio di guasto improvviso costituisce l'obiettivo finale di una moderna manutenzione, che ha tre scopi principali:

1. Riparare i guasti;
2. Impedire la loro insorgenza;
3. Migliorare le prestazioni degli impianti.



Nella figura seguente sono rappresentate le curve dei costi propri (Costi Diretti di Manutenzione), di quelli indotti (Costi di Mancata Produzione) e di quelli totali, somma delle due precedenti curve.

Figura n.64 - I costi diretti e indiretti di manutenzione.

2.7 POLITICHE DI MANUTENZIONE

2.7.1 TIPI DI POLITICHE DI MANUTENZIONE

Le politiche di manutenzione (dette anche strategie manutentive) sono il tipo di risposta che coinvolge l'azione manutentiva al manifestarsi di un guasto, di una avaria o di una semplice deriva.

Il guasto, l'avaria o la deriva generano un fabbisogno di manutenzione che l'azione manutentiva consente di risolvere. Il tipo di politica adottata in risposta al fabbisogno di manutenzione latente o evidente, è di gran lunga il determinante più importante della manutenzione.

Dal tipo di risposta manutentiva adottata per fronteggiare il fabbisogno, dipende in massima parte l'economicità di esercizio del sistema interessato da questi fenomeni. L'economicità del sistema in questione è diretta conseguenza dei costi di mancanza dovuti ai fabbisogni di manutenzione, dei costi per la messa in atto degli interventi di manutenzione, e degli strumenti tecnici e culturali, messi a punto per comprendere e governare i fabbisogni di manutenzione e le conseguenti azioni manutentive (norma UNI 10147).

Le principali politiche manutentive sono:

- La manutenzione incidentale;
- La manutenzione preventiva;
- La manutenzione predittiva;
- La manutenzione migliorativa;
- La manutenzione opportunistica;
- Il Total Productive Maintenance;

Non tutti i tipi di manutenzione possono essere applicati o risultano convenienti in ogni impianto.

I motivi che spingono verso l'uno o l'altro tipo sono di natura tecnologica (per aumentare l'affidabilità delle macchine) o di natura economica (calcolare l'ottimo tra curva dei costi della manutenzione e curva delle perdite).

2.7.2 COME SCEGLIERE CHE POLITICA MANUTENTIVA APPLICARE

CRITERIO TECNICO

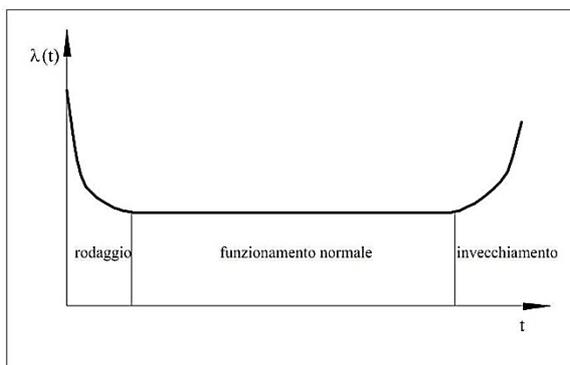
Questo criterio prevede di massimizzare la disponibilità delle macchine per poter aumentare la capacità produttiva e soddisfare tutte le richieste dei clienti. Massimizzare la produzione non comporta una minimizzazione dei costi.

CRITERIO ECONOMICO

Per ogni politica manutentiva viene fatto un preventivo dei costi di avvio e di esercizio. In seguito viene scelta quella che offre una soluzione più economica, senza prendere in considerazione la produttività dell'impianto.

CRITERIO AFFIDABILISTICO

A seconda della fase nel ciclo vita in cui si trova l'oggetto da mantenere si fanno diverse considerazioni:



- Nella fase di mortalità infantile conviene utilizzare politiche correttive o su condizione, proprio perché i componenti sono soggetti a prove cicliche al fine di selezionare quelli non idonei per il mercato e scartarli prima della commercializzazione.

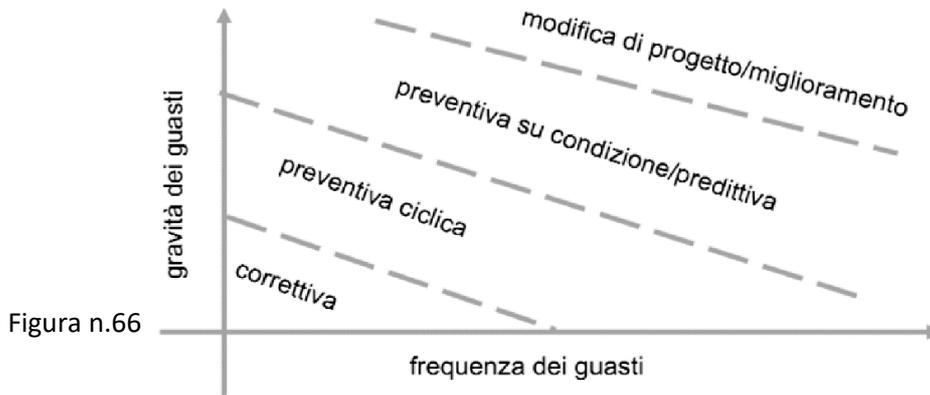
Figura n.65

- Nella fase di vita utile conviene utilizzare politiche predittive e migliorative, per prevenire guasti che minerebbero la produttività dell'impianto e consentire così un elevato livello di produzione.
- Nella fase di usura si continuano ad impiegare politiche predittive affiancate da politiche preventive. In questa fase il numero dei guasti aumenta quindi all'occorrenza si usano anche politiche incidentali.

GRAFICI E SCHEMI

In aggiunta ai criteri precedenti, molti altri fattori hanno un peso rilevante per determinare l'efficacia o meno di una politica manutentiva. Per semplicità sono stati creati dei grafici e delle tabelle guida (empiriche) più o meno specifiche, che aiutano nella scelta.

Ecco un esempio:



Il grafico di figura n.66 mostra la dipendenza della scelta dalla frequenza dei guasti. Più i guasti sono frequenti più serve un intervento preventivo.

NORMA UNI 10366

La norma UNI 10366 nel 2007 suggerisce il seguente modello per scegliere il tipo di manutenzione.

I tre aspetti principali sono:

- Esistenza di segnali deboli che indicano la presenza di guasti;
- Possibilità di monitorare o meno il segnale per capire il suo andamento;
- Eventuali informazioni aggiuntive del fornitore;

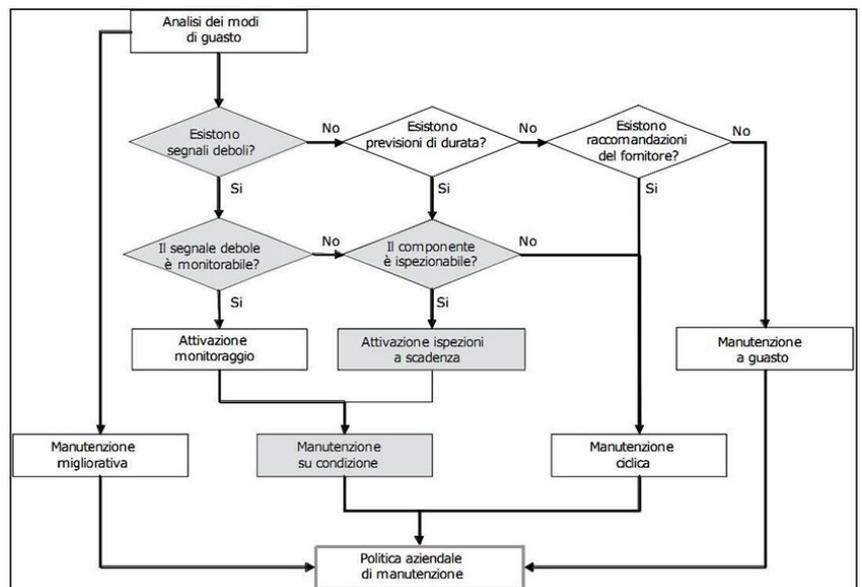


Figura n.67

INDICI DI MANUTENZIONE

Per una valutazione sintetica dello stato della manutenzione possono essere utili degli indici che permettano di valutare l'efficienza e l'efficacia del servizio, delle politiche adottate (anche per confrontare diverse strategie), delle tipologie e delle risorse impiegate.

Un indice è, secondo la norma UNI 10388, un rapporto di due dati destinato a:

- Rappresentare un evento determinato in modo obiettivo e preciso;
- Controllare il grado di raggiungimento degli obiettivi;
- Essere comparato tra unità distinte della stessa impresa o tra imprese o settori diversi;

Ci sono indici generali che danno indicazioni sul rapporto tra l'utilizzazione degli impianti (volumi di prodotti) e il costo di manutenzione (esempio spesa annua di manutenzione / fatturato, spesa annua di manutenzione / costo a nuovo degli impianti).

Altri indici sono relativi alla composizione del costo e all'analisi delle giacenze di materiali tecnici, chiamati indici di efficienza (esempio spesa annua per manodopera manutentiva interna / spesa totale, spesa annua per materiali di manutenzione / spesa totale).

2.7.3 APPROFONDIMENTO DELLE POLITICHE MANUTENTIVE

2.7.3.1 MANUTENZIONE INCIDENTALE

La manutenzione incidentale, (o accidentale) un tempo detta anche "*manutenzione a guasto*", è una politica di manutenzione che prevede un intervento di riparazione, sostituzione o revisione, solo a guasto avvenuto. L'azione manutentiva è quindi subordinata all'attesa del manifestarsi del guasto.

Solo a guasto avvenuto viene preparato ed eseguito un intervento di "*ripristino*" che riporta la prestazione del sistema al livello che aveva prima del manifestarsi del guasto in un suo componente.

Il fattore positivo è un costo di manutenzione e di fermo macchina pressoché nullo fin tanto che la macchina funziona (run-to-fail strategy).

I fattori negativi possono essere sintetizzati in:

- Elevata perdita di ricavi dovuta al fermo macchina per guasto;
- Imprevedibilità dell'intervento e quindi delle eventuali operazioni di deviazione del flusso produttivo in corso;
- Elevati costi di riparazione (un componente guasto può danneggiare i componenti correlati quindi bisogna sostituirlo il prima possibile);

In francese il termine "*manutenzione incidentale*" assume il significato letteralmente di "*manutenzione correttiva*", tuttavia nella nostra lingua, si definisce "*manutenzione correttiva*" l'insieme di azioni manutentive che non concorrono ad aumentare il valore del sistema né a migliorarne le prestazioni, ma semplicemente ripristinano lo "*status quo ante*", come avviene sempre per la manutenzione incidentale, può avvenire anche con la manutenzione preventiva.

Cosa serve nella manutenzione incidentale?

- Avere una scorta garantita di pezzi di ricambio per poter effettuare la sostituzione il prima possibile e non dover sottostare ai fornitori in caso di necessità;
- Avere un personale qualificato che ripristini il prima possibile la normale attività di produzione;

2.7.3.2 MANUTENZIONE MIGLIORATIVA

La manutenzione migliorativa, detta anche “*manutenzione proattiva*”, è una politica di manutenzione che prevede un intervento di revisione, finalizzato a migliorare il valore o la prestazione di un sistema o di una parte di esso. L'azione manutentiva non è subordinata a malfunzionamenti ma deriva da esigenze di miglioramento espresse sia dall'utilizzatore sia dal manutentore.

Il termine manutenzione migliorativa si contrappone al termine manutenzione correttiva, concettualmente è esattamente l'opposto. Dove per manutenzione correttiva si intendono l'insieme di azioni manutentive che non concorrono ad aumentare il valore del sistema né a migliorarne le prestazioni, ma semplicemente ripristinano lo “*status quo ante*”.

Nella manutenzione migliorativa, l'azione manutentiva concorre invece ad aumentare il valore del sistema e/o a migliorarne le prestazioni.

Fin da quando il manutentore riceve in carico l'impianto appena installato ed avviato, non smette mai di pensare a dove sia possibile migliorarne la prestazione, in quello che viene anche detto processo di miglioramento continuo o Kaizen.

La qualità delle azioni migliorative e la loro necessità, discende dal fatto che molti mezzi utilizzati dall'industria per produrre sono realizzati a livello prototipale o in piccolissime serie e conseguentemente il progetto di questi sistemi, in genere relativamente complessi, non è qualitativamente paragonabile con il progetto di sistemi fortemente serializzati (come l'automobile), seppur altrettanto complessi, dove il progetto subisce numerose revisioni ricevendo feed-back dalla messa in opera di un certo numero di prototipi (nell'ordine della decina e fino al centinaio per sistemi che dovranno raggiungere il milione di esemplari).

Per questo, almeno a livello industriale, o in quei settori dove si riscontrano sistemi dalle caratteristiche analoghe (complessità unita a bassissima serializzazione), la manutenzione migliorativa è veramente importante.

2.7.3.3 MANUTENZIONE OPPORTUNISTICA

La Manutenzione opportunistica è una azione manutentiva (migliorativa o correttiva, preventiva o incidentale), realizzata in un periodo nel quale non è richiesta la disponibilità del sistema mantenuto.

L'obiettivo di un'organizzazione, generalmente, è di far tendere la disponibilità operativa dei sistemi (ossia la disponibilità nel periodo dove è richiesto l'utilizzo del sistema) all'unità, ossia non avere se possibile interruzioni nella disponibilità di un sistema durante il periodo nella quale è richiesta (che potrebbe anche essere inferiore alle 24 ore per giorno).

Ad esempio, nell'industria manifatturiera, vi è una certa resistenza da parte della produzione a fermare una linea per far intervenire la manutenzione, tale atteggiamento comporta il rischio che, mantenendo una condizione di avaria, si arrivi ad un danno maggiore del previsto.

Anche quando la linea è sottomessa infine all'azione manutentiva, quest'ultima deve svolgersi nel più breve tempo possibile, con conseguente stress per l'organizzazione manutentiva, la quale deve essere adeguatamente formata e strutturata, condizione che non sempre si verifica.

La manutenzione opportunistica permette di evitare tutto ciò prevedendo l'intervento manutentivo al di fuori di un periodo operativo del sistema. Oppure realizzando l'azione manutentiva contemporaneamente ad una fermata programmata per altre ragioni, ad esempio per un cambio di produzione, o per l'attesa di materiali.

La manutenibilità in quest'ultimo caso gioca un ruolo importante, perché tanto inferiore è il tempo dedicato alla manutenzione, tanto minore è la probabilità che quest'ultima sia completata oltre al termine della fermata.

La manutenzione preventiva favorisce la realizzazione di manutenzioni opportunistiche in quanto, viceversa, in presenza di un guasto improvviso è molto più difficile operare in senso "*opportunistico*", a meno che si riesca a coordinare l'intervento con una fermata programmata in tempi brevissimi. La combinazione di Preventiva ed Opportunistica, è così efficace che spesso, in letteratura, l'opportunistica è contemplata fra le politiche di manutenzione preventive. Questo genere di classificazione non è però corretta, in quanto la manutenzione opportunistica ha un'origine organizzativa e non è una vera e propria politica di manutenzione, ma piuttosto di una modalità di collaborazione fra manutenzione ed esercizio.

2.7.3.4 TOTAL PRODUCTIVE MAINTENANCE – MANUTENZIONE PRODUTTIVA

In Italia il TPM, Total Productive Maintenance è denominato manutenzione produttiva, ma è più noto nell'acronimo inglese.

Il TPM è un sistema produttivo che mira al raggiungimento della massima efficienza aziendale. Comprende tutte le persone nell'organizzazione, dall'amministrazione di livello superiore ai meccanici di produzione e gruppi di appoggio della produzione, fino ai fornitori esterni.

L'obiettivo è di migliorare continuamente la disponibilità e impedire la degradazione delle macchine per raggiungere la massima efficienza. Questi obiettivi richiedono un forte appoggio da parte del management come pure un uso continuo di gruppi di lavoro.

Il TPM non è un'idea radicalmente nuova; è semplicemente il punto seguente dentro l'evoluzione di buone pratiche di manutenzione e di produzione. La manutenzione dei beni è maturata da un approccio iniziale *“di manutenzione a guasto”*; la fase successiva della storia di manutenzione è stata l'implementazione della manutenzione preventiva; la generazione seguente di manutenzione ci porta al TPM.

Nel TPM la manutenzione è riconosciuta come una risorsa di valore.

L'organizzazione della manutenzione ha ora un ruolo nel rendere più proficuo e competitivo il sistema di fabbricazione, migliorando continuamente la capacità produttiva e rendendo la pratica della manutenzione più efficiente.

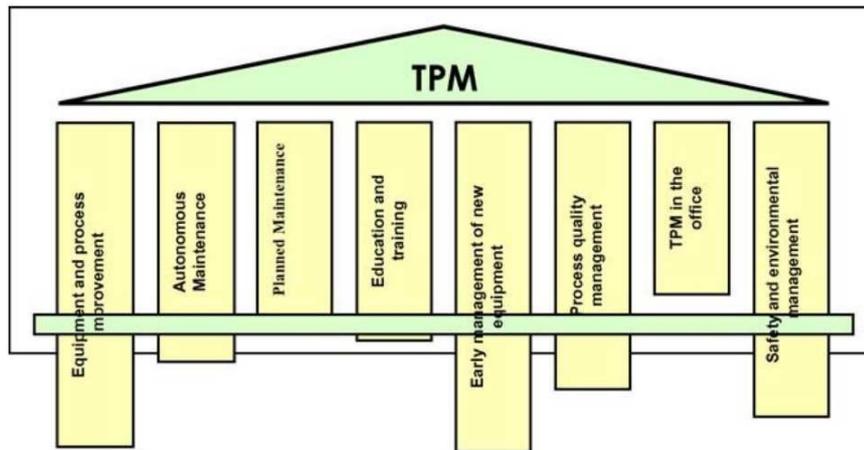
Per trarre i vantaggi completi il TPM deve applicarsi negli importi adeguati, nelle situazioni adeguate ed è integrato con il sistema di produzione ed altre iniziative di miglioramento.

2.7.3.4.1 COMPONENTI PRINCIPALI DEL TPM

Le fonti differenti forniscono varie descrizioni di che cosa compone il TPM. Alcuni elencano cinque concetti differenti, altri elencano fino a sette concetti differenti. Una possibile suddivisione è la seguente:

- Istruzione e formazione;
- Manutenzione autonoma;
- Manutenzione preventiva;
- Pianificazione e programmazione;
- Manutenzione predittiva e ingegneria dell'affidabilità;
- Progettazione dell'impianto e gestione all'avvio;

Figura n.68



I PILASTRI DEL TPM

Piuttosto che decidere qual'è l'esatta quantità, i concetti del TPM sono raccolti semplicemente in tre raggruppamenti differenti: manutenzione autonoma, manutenzione programmata e riduzione della manutenzione.

MANUTENZIONE AUTONOMA

L'idea centrale di manutenzione autonoma consiste nell'impiegare gli operatori delle macchine per eseguire alcune delle attività di manutenzione programmata. Queste mansioni comprendono la pulizia quotidiana, l'ispezione, la taratura e la lubrificazione che l'attrezzatura richiede. Poiché gli operatori hanno una familiarità maggiore con la loro attrezzatura più di chiunque altro, possono notare rapidamente tutte le anomalie. L'addestramento richiesto per fare una manutenzione autonoma efficace avviene in parecchie forme: il personale della produzione e della manutenzione sono istruiti sui concetti del TPM e sui vantaggi della manutenzione autonoma; il personale di manutenzione forma gli operatori su come pulire e lubrificare correttamente l'attrezzatura e viene fornito un addestramento speciale di consapevolezza sulla sicurezza per indirizzare le nuove mansioni eseguite dagli operatori.

Implementare la manutenzione autonoma comprende spesso l'uso di comandi visivi. Il controllo visivo è un approccio usato per minimizzare l'addestramento richiesto per imparare le nuove mansioni come pure per semplificare le mansioni di ispezione e riconoscere eventuali anomalie nel minor tempo possibile. Per esempio, i punti di lubrificazione saranno di colore codificato per abbinare il contenitore che immagazzina il lubrificante adeguato; i bulloni avranno una forma tale da rendere ovvio il loro movimento.

Tutte queste ispezioni sono inoltre documentate su semplici rapporti di controllo che includono una mappa dell'area e dell'appropriato itinerario di ispezione.

Ci si aspetta che gli operatori raccolgano le informazioni quotidiane sullo stato della loro attrezzatura: tempo morto (pianificato e non pianificato), qualità del prodotto (preferibilmente controllo statistico di processo [SPC]), qualsiasi manutenzione che è stata eseguita (stringere i bulloni allentati, aggiunta di fluido refrigerante, ecc.). Queste informazioni sono utili sia all'operatore che al personale di manutenzione per identificare tutti i segnali che l'attrezzatura sta cominciando a degradarsi e può essere necessaria una manutenzione significativa.

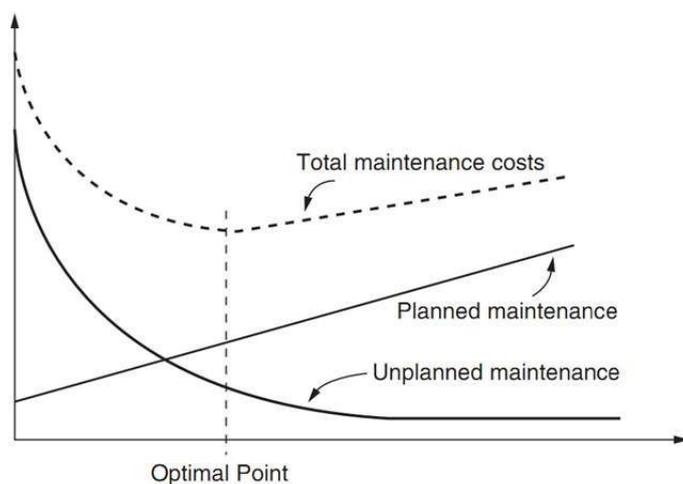
Anche se la manutenzione autonoma viene implementata in un gruppo di lavoro ci sono alcune preoccupazioni:

- In primo luogo, viene ora chiesto agli operatori dell'attrezzatura di assumere delle responsabilità supplementari. Queste nuove mansioni devono essere trattate come una priorità dall'amministrazione;
- In secondo luogo, viene chiesto al personale di manutenzione di cedere una parte delle responsabilità. Ciò può indurre il personale di manutenzione a preoccuparsi circa la propria sicurezza sul posto di lavoro;
- In terzo luogo, questi cambiamenti nei ruoli e responsabilità devono essere sviluppati con la partecipazione del rappresentante sindacale. In alcuni casi, i contratti sindacali possono costringere o incoraggiare questi cambiamenti nei ruoli;

MANUTENZIONE PROGRAMMATA

Remuovendo alcuni dei compiti di manutenzione ordinaria attraverso la manutenzione autonoma, il personale di manutenzione può iniziare a lavorare sulla manutenzione proattiva delle apparecchiature. Le attività di manutenzione programmata prevedono dei down-time per eseguire le riparazioni o le sostituzioni nelle attrezzature, considerandole di pari importanza alla produzione stessa.

La teoria prevalente è che se la manutenzione preventiva sale, la manutenzione straordinaria scende, e in totale i costi principali di manutenzione scendono di conseguenza. Il grafico seguente mostra i costi totali della manutenzione.



La produzione e l'organizzazione della manutenzione, come una squadra, dovrebbero determinare la giusta quantità di manutenzione programmata, in base allo stato delle apparecchiature e al tipo di processo produttivo. L'esecuzione di una quantità eccessiva di manutenzione può essere così costosa, o non abbastanza performante, per cui solo un'attenta analisi indica il punto di equilibrio.

Figura n.69

L'esecuzione della manutenzione programmata, in quantità adeguata, richiede una profonda comprensione delle macchine impiegate nella produzione. Questa comprensione ha bisogno di iniziare con i prodotti e le loro caratteristiche fondamentali, e scendere verso il basso attraverso le attrezzature, i loro processi e i parametri di processo. La figura seguente mostra un esempio grafico di come i requisiti critici principali di un prodotto possano essere correlati fino ai parametri del processo di produzione.

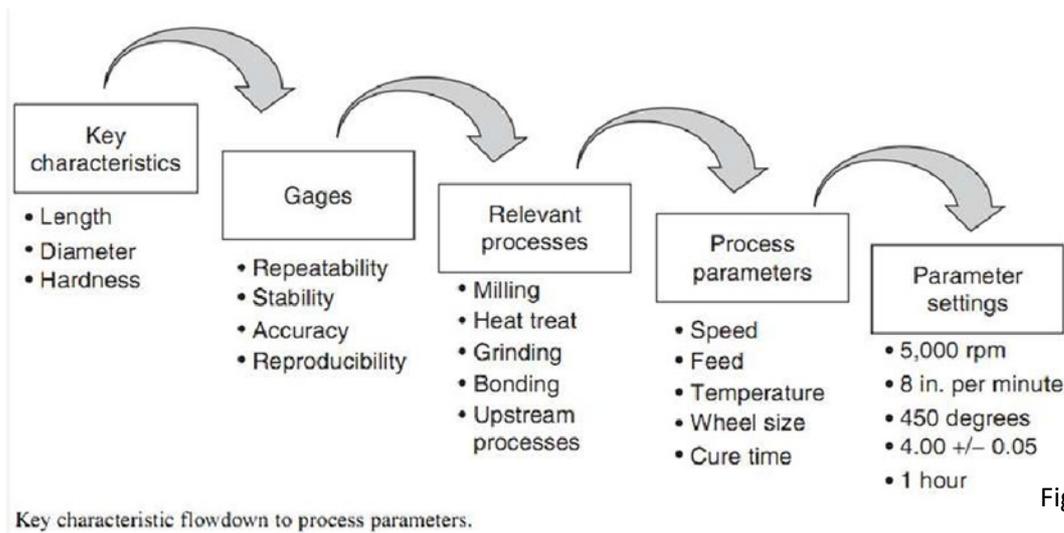


Figura n.70

Gli studi sulla capacità di processo analizzano la capacità dell'impianto di produrre un consistente numero di pezzi ad alta qualità.

Gli studi sulla capacità della macchina analizzano la capacità dell'impianto di svolgere un insieme specifico di operazioni, e confrontare i risultati con lo standard industriale. Entrambi questi studi, se effettuati su base periodica, possono fornire indicatori che mostrano se la prestazione dell'impianto è in discesa, se inizierà a produrre parti errate, o se si avrà una rottura in un prossimo futuro. Questi dati possono anche essere memorizzati in un database in modo che simili apparecchiature, attrezzature o componenti possano essere analizzati insieme per cercare problemi cronici.

Combinando con attenzione i dati in questo modo si può contribuire a ridurre il problema di prendere decisioni con dati insufficienti.

RIDUZIONE DELLA MANUTENZIONE

Il concetto finale di TPM è composto da due concetti, progettazione delle attrezzature e manutenzione predittiva che si impegnano a ridurre l'importo complessivo di manutenzione richiesta. Lavorando con i fornitori delle macchine, la conoscenza che si ottiene nel mantenerle può essere incorporata nella prossima generazione di progetti. Questo approccio di "*progettazione per la manutenzione*" si usa in impianti più facili da mantenere (facilità nel raggiungere i punti di lubrificazione, l'accesso alle coperture dei punti di ispezione, ecc..) e possono essere immediatamente supportati con la manutenzione autonoma.

La comunicazione tra fornitore e cliente può anche essere utilizzata per stabilire i criteri delle performances. Inoltre, il fornitore può essere in grado di fornire dati sui suoi componenti che contribuiranno a determinare la frequenza richiesta di ispezione e di manutenzione programmata. L'altro metodo di ridurre la quantità di manutenzione richiesta è eseguire speciali analisi sulle attrezzature per raccogliere dati che possono essere usati per predire guasti alle apparecchiature. Questo tipo di analisi comprende termografia, ultrasuoni e l'analisi delle vibrazioni, che consentono al tecnico di raccogliere informazioni su quanto sta accadendo all'interno dell'apparecchiatura.

La termografia è utilizzata per rilevare "*punti caldi*" nell'attrezzatura dove il calore eccessivo può essere correlato a usura dei cuscinetti, scarsa lubrificazione o linee di refrigerante scollegate.

L'analisi ad ultrasuoni viene utilizzata per rilevare cricche minute nelle attrezzature che sono invisibili all'occhio umano. Se queste cricche vengono rilevate in tempo, le riparazioni possono essere effettuate prima che si verifichi un guasto catastrofico.

L'analisi delle vibrazioni viene utilizzata per rilevare le vibrazioni insolite. Con apparecchiature di buone prestazioni si avrà un certo andamento della vibrazione, ed eventuali modifiche in questo andamento possono essere un'indicazione che i componenti interni si consumano o si allentano. Queste analisi vengono effettuate su base periodica.

EFFICACIA DELL'IMPIANTO

Con il termine efficacia dell'impianto spesso si intende solo l'up-time, ovvero il tempo in cui le macchine sono disponibili e stanno producendo. Ma l'efficacia complessiva o la vera efficienza dipende anche dalla sua prestazione e dal suo tasso di qualità. Uno degli obiettivi primari del TPM è quello di massimizzare l'efficacia dell'impianto, riducendo le perdite nel processo produttivo. I tre fattori che determinano l'efficacia sono: la disponibilità dell'impianto, l'efficienza delle prestazioni, e il tasso di qualità.

Tali fatti sono anche utilizzati per calcolare efficienza globale dell'impianto (OEE overall equipment effectiveness).

- *Disponibilità dell'impianto*

Un buon funzionamento del sistema manifatturiero avrà i macchinari di produzione disponibili per l'uso ogni volta che è necessario. Questo non significa che l'apparecchiatura deve essere sempre disponibile. Per esempio, in un sistema di produzione sincronizzata c'è poco vantaggio nell'avere le attrezzature in esecuzione quando i prodotti non sono richiesti. Tuttavia, se vi è la necessità di aumentare il tasso di produzione, l'apparecchiatura deve essere in grado di soddisfare l'aumento della domanda. Il programma di gestione delle attrezzature deve trovare un equilibrio tra i costi per mantenere il potenziale utilizzo degli impianti elevato contro i costi di stoccaggio delle scorte eccessive per evitare di perdere opportunità di vendita.

La disponibilità delle apparecchiature è influenzata sia dai down-time programmati che da quelli non programmati. In un buon funzionamento del sistema i tempi di inattività non pianificati vengono minimizzati, mentre il tempo di inattività previsto viene ottimizzato. Si cerca per esempio di far coincidere il tempo per l'inventario con il tempo di manutenzione sfruttando così un'unica fermata per due attività.

La determinazione della giusta quantità di scorte diventa una funzione di quante volte l'apparecchiatura viene fermata sia per riparazioni programmate che per quelle non programmate.

Le cause più comuni della perdita di disponibilità degli impianti sono i guasti imprevisti. Questi fallimenti influenzano il personale di manutenzione (che deve correre per far funzionare l'impianto) e l'operatore delle attrezzature (che spesso deve attendere che le apparecchiature siano riparate per continuare a lavorare). Mantenere a disposizione sistemi di back-up è un modo per minimizzare l'effetto della perdita di disponibilità delle macchine. Tuttavia, questo raramente è l'approccio più conveniente dal momento che richiede l'investimento in beni strumentali che non sarebbero necessari se l'attrezzatura funzionasse in modo più affidabile. Un altro salasso per la disponibilità è il tempo necessario per il riattrezzaggio delle macchine per eseguire diversi prodotti.

- *Efficienza delle prestazioni*

L'efficienza degli impianti è comunemente usata per valutare un sistema di produzione. E' tipicamente massimizzata utilizzando le attrezzature alla massima velocità, il più a lungo possibile, per aumentare l'output del prodotto. L'efficienza si riduce a causa del tempo speso quando l'impianto è al minimo (in attesa per il carico dei pezzi), il tempo perso a causa di fermate minori (per fare piccoli aggiustamenti per l'attrezzatura), e riduzione della produzione per l'esecuzione ad una velocità ridotta. Queste perdite di efficienza possono essere il risultato di scarsa abilità dell'operatore, attrezzature usurate o errata progettazione dei sistemi di produzione. Tuttavia, la sola misura dell'efficienza delle attrezzature è in grado di portare a decisioni scadenti. I criteri importanti sono il numero di parti che dovrebbero essere prodotte nell'impianto, non quanti se ne possono produrre se lavora alla velocità massima. Il rendimento obiettivo deve considerare per quanti pezzi è progettato l'impianto, e quante parti sono necessarie per soddisfare le esigenze dei clienti. Quando l'apparecchio è installato e funzionante, dovrebbe poter funzionare alla velocità di progetto. Ma quando non sono richiesti pezzi, può essere conveniente spegnere l'impianto e sfruttare tale down-time per effettuare attività manutentive piuttosto che rallentare la velocità e sfruttare meno la potenzialità.

- *Tasso di qualità*

Lo scopo del sistema produttivo è quello di ottenere prodotti utili. Se l'impianto viene utilizzato fino a che non può più produrre parti accettabili, la cosa migliore da fare è spegnerlo per conservare l'energia e le materie prime, e ripararlo. Perdite di qualità comprendono anche il tempo perso per lunghi periodi di riscaldamento o in attesa che altri parametri di processo si stabilizzino. Lo sforzo di migliorare il tasso di qualità deve essere ricollegato ai requisiti critici del prodotto.

2.7.3.4.2 METRICHE DEL TPM

La raccolta dei dati è un prerequisito per avviare un programma TPM. Una volta che l'organizzazione ha deciso che il TPM è appropriato per la propria situazione attuale, ci sono ulteriori requisiti per la raccolta dei dati inerenti al TPM.

EFFICACIA COMPLESSIVA DELL'IMPIANTO

Il concetto di Overall Equipment Effectiveness (OEE) è incluso in quasi tutta la letteratura sul TPM. L'OEE è calcolato moltiplicando la disponibilità delle attrezzature, l'efficienza delle prestazioni e il tasso di qualità che sono stati precedentemente descritti. I dati necessari per determinare questi valori sono i tempi di inattività programmati, i tempi di inattività non programmati, e l'output (pezzi buoni e cattivi), che vengono raccolti da parte degli operatori su base giornaliera.

La stesura di carte di controllo sulla disponibilità dell'impianto, l'efficienza delle prestazioni, la qualità e la velocità fornisce dati aggregati che sono utili per il monitoraggio di eventuali cambiamenti nelle prestazioni delle macchine.

L'OEE dà un criterio utile per tracciare i progressi e i miglioramenti del programma TPM; ma non dà dettagli sufficienti per determinare perché l'apparecchiatura è migliore o peggiore. Per esempio, OEE riflette un calo nella qualità del prodotto, ma non vi dirà nulla sul perché questa è in diminuzione, o che cosa può essere fatto per risolvere il problema. Per determinare la causa degli eventi osservati, sono richiesti più dati.

RACCOLTA DATI SUPPLEMENTARI

Questi dati supplementari sono più utili per la soluzione di problemi e il processo decisionale piuttosto che la misura dell'OEE.

I dati statistici di controllo di processo, raccolti sulle caratteristiche critiche dei prodotti, sono in grado di fornire feedback per gli operatori dell'impianto per la ripetibilità delle operazioni delle attrezzature specifiche. Se il processo va fuori controllo, i dati SPC dovrebbe immediatamente trasmettere queste informazioni all'operatore.

Ad esempio, un estensimetro può essere montato sul mandrino di una fresatrice. Più la fresa si consuma, più forza è necessaria per mantenere la velocità stabilita e la velocità di avanzamento, che viene registrata da questo estensimetro. I dati storici sulle letture delle deformazioni e la correlata parte di qualità possono essere usati per determinare le soglie che definiscono l'usura consentita prima che l'utensile debba essere sostituito. Questo approccio è il monitoraggio continuo e la manutenzione predittiva viene eseguita solo periodicamente.

La raccolta di dati SPC su parametri critici di processo come alimentazione, velocità, temperatura e tempo è un altro passo avanti verso la misurazione del processo. Questo approccio richiede in primo luogo di individuare i parametri di processo critici (quelli che riguardano le caratteristiche critiche del prodotto), poi determinare le loro impostazioni ottimali. Questo può essere realizzato utilizzando tecniche DOE. Una volta che i parametri critici sono stabiliti, gli operatori possono raccogliere i dati o utilizzare il monitoraggio continuo per tenere traccia delle prestazioni del parametro.

Per l'analisi SPC delle attrezzature e dei parametri di processo, può essere necessario ricorrere a speciali metodi di "*breve periodo*" a causa della limitata quantità di dati. Inoltre, un metodo efficace per il monitoraggio dei parametri sono le regole della Western Electric per le carte di controllo.

Queste regole stabiliscono che un processo deve essere considerato fuori controllo quando una delle seguenti voci viene rilevata nelle carte di controllo:

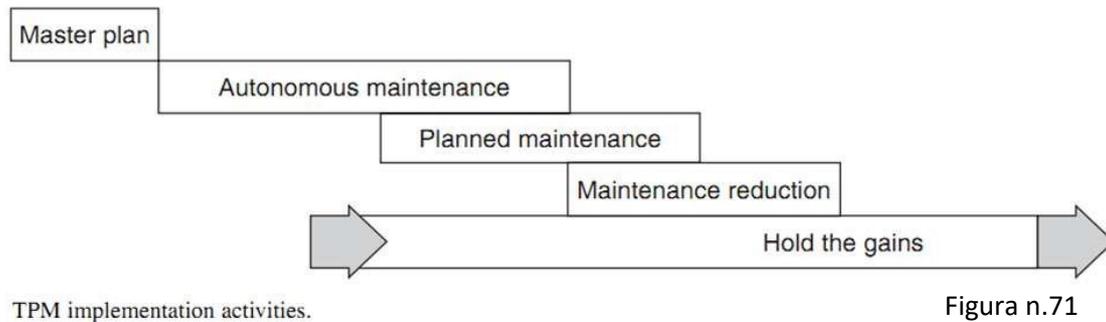
- Un punto è più di tre deviazioni standard dalla media del processo;
- Due su tre punti sono almeno due deviazioni standard dalla media del processo;
- Quattro su cinque punti sono almeno una deviazione standard dalla media del processo;
- Otto punti in fila si trovano sullo stesso lato del processo di media;

La continua misurazione del processo deve trovare un equilibrio tra fornire dati che sono troppo aggregati per essere utili, e fornire tanti dati che nessuno ha tempo per analizzare.

2.7.3.4.3 IMPLEMENTAZIONE DEL TPM

Il grafico in figura descrive le principali attività che compongono la maggior parte dello sforzo di implementazione del TPM. Il piano di implementazioni impiega circa 3 a 5 anni per essere completato.

Quella che segue è una breve descrizione di ciascuna delle attività di implementazione del TPM:



MASTER PLAN

Il team del TPM, insieme con la produzione, la gestione della manutenzione ed i rappresentanti sindacali determina l'ambito / focus del programma TPM. Le attrezzature selezionate e la loro sequenza di attuazione sono determinate in questa fase. Vengono raccolti dati relativi alle prestazioni di base e si stabiliscono gli obiettivi del programma.

MANUTENZIONE AUTONOMA

Il team viene addestrato nei metodi e negli strumenti del TPM e nei controlli visivi. Gli operatori dell'impianto si assumono la responsabilità per la pulizia e l'ispezione delle loro attrezzature e svolgono attività di manutenzione di base. Il personale addetto alla manutenzione addestra gli operatori su come eseguire la manutenzione principale di routine, e tutti sono coinvolti nello sviluppo delle procedure di sicurezza. Gli operatori iniziano a raccogliere i dati per determinare le prestazioni dell'impianto (misure TPM)

MANUTENZIONE PROGRAMMATA

Il personale di manutenzione raccoglie e analizza i dati per determinare la necessità di manutenzione. Si crea un sistema per il monitoraggio delle prestazioni e delle attività di manutenzione (se al momento non ve ne è uno disponibile). Inoltre, i programmi di manutenzione sono integrati nel programma di produzione per evitare conflitti nella pianificazione.

RIDUZIONE DELLA MANUTENZIONE

Quando tutti i dati sono raccolti, le informazioni ottenute vengono integrate nella successiva generazione di progetti nell'ottica "design for maintenance". Il personale di manutenzione sviluppa anche piani e programmi per l'esecuzione di analisi periodiche (termografia, analisi olio, ecc.) Questa analisi dei dati è inoltre inserita nel database di manutenzione per sviluppare stime accurate delle performance e le esigenze di riparazione. L'integrazione è estesa alla gestione globale, in modo da evitare richieste ridondanti o conflittuali e ridurre al minimo lo sforzo richiesto per sostenere il TPM.

2.7.3.4.4 BARRIERE COMUNI RISCOstrate

Ciascuno dei programmi TPM sopra descritti ha avuto la sua parte di problemi e contrattempi. Sebbene alcuni di questi sono specifici per un sito particolare, molte delle barriere che sono state riscontrate sono comuni a molti dei programmi TPM.

DIREZIONE STRATEGICA

Forse la sfida più significativa per il successo del TPM è la mancanza di direzione strategica. La direzione decide di attuare un unico piano TPM. Di conseguenza deve o cercare una precedente installazione del TPM, o partire da zero per creare il suo piano di implementazione.

Uno degli svantaggi di questa situazione è che il programma TPM tende ad essere "*proprietà*" di uno o due individui all'interno dell'organizzazione. Se questi individui lasciano il gruppo, si riscontra un graduale declino della direzione e del supporto. Il risultato finale di questi programmi diversi è che le informazioni, gli strumenti e i dati non possono essere condivisi tra tutti i programmi separati.

PRIORITA' DATA AL TPM

La maggior parte delle cellule di produzione vede ancora il TPM come un problema di manutenzione, piuttosto che come una questione legata alla produzione. Questa osservazione è supportata dal fatto che la maggior parte degli addetti sono o di manutenzione TPM o di formazione del personale. Questa situazione può essere amplificata dal fatto che la manutenzione dell'organizzazione è completamente separata dalla struttura produttiva.

Questi due gruppi non si riferiscono alla stessa organizzazione, di conseguenza si elimina essenzialmente un incentivo per i dirigenti di entrambe le organizzazioni di unire le loro risorse per raggiungere un programma TPM di successo. La prova di questa barriera è fornita dalla notevole mancanza di obiettivi TPM e misure nei piani economici e produttivi.

PROCESSI IN CONFLITTO

In qualsiasi momento, quasi ogni cella di produzione è impegnata nell'attuare dei miglioramenti al nuovo processo di fabbricazione. Alla fine, alcuni dei progetti hanno successo, altri si annullano, e altri semplicemente vengono ignorati. A meno che tutte le attività all'interno dell'organizzazione siano documentate e ordinate per priorità, l'aggiunta di un altro processo, come il TPM semplicemente forzerà qualche altro progetto a "*cedere il suo posto*". Nessuna organizzazione ha budget illimitato, tempo, e persone per consentirle di attuare ogni buona idea che viene avanti. Siccome ci si aspetta che i responsabili della produzione e della manutenzione attuino processi aggiuntivi, questi devono sviluppare dei metodi di priorità. Un passo importante in questa priorità, che spesso viene trascurato, è una valutazione del processo di integrazione possibile, che può essere raggiunto. Piuttosto che forzare i processi a competere per le risorse, processi diversi possono essere combinati in un unico processo coeso che viene attuato nel corso di un arco di tempo più lungo.

DISPONIBILITA' DEI DATI

Molti degli sforzi per attuare il TPM sono stati frustrati dalla mancanza di dati affidabili da utilizzare nella pianificazione. Gli attuali metodi di raccolta dei dati non sottolineano i benefici che possono essere raggiunti dal monitorare con estrema precisione le prestazioni delle apparecchiature. Senza questi dati, è molto difficile determinare la relazione tra le prestazioni delle apparecchiature, la qualità del prodotto, e i costi di produzione. I dati che vengono raccolti spesso non sono utilizzati né verificati. Il risultato finale è che ci sono alcuni dati disponibili, ma possono essere di scarsa qualità, e non sono raccolti in un modo che ne permette una facile analisi. Senza dati affidabili, l'organizzazione non può sviluppare piani di priorità precisi e nemmeno quantificare i benefici ricevuti dal programma TPM.

2.7.3.4.5 FATTORI DI SUCCESSO E STRUMENTI

Come ci si può aspettare, molti dei fattori che hanno portato a programmi TPM di successo riguardano l'eliminazione delle barriere. Tuttavia, ci sono alcune attività aggiuntive che sembrano essere comuni ai programmi TPM di maggior successo. Per programmi di successo si intende quei programmi che hanno sviluppato piani di attuazione, seguito questi piani e ne hanno realizzato i benefici attesi. Alcuni di questi programmi puntano a obiettivi meno ambiziosi.

SUPPORTO PER LA GESTIONE

I piani di implementazione del TPM che si sono diffusi con successo in genere hanno avuto il beneficio di un team di supporto di grande aiuto. Ciò significa che il management ha fatto più che permettere al TPM di realizzarsi, era in realtà una parte della forza motrice dietro l'attuazione dello stesso. L'attività di gestione comprende premi di gruppo per la manutenzione proattiva, la revisione dei piani aziendali per includere gli obiettivi del TPM, consentendo ai lavoratori di produzione di frequentare corsi di formazione, e la comunicazione degli obiettivi TPM all'intera organizzazione. Avendo il pieno supporto del management, il programma TPM non deve morire, se il coordinatore del TPM si trasferisce in un'altra organizzazione.

APPROCCIO MIRATO

Un aspetto molto importante è elencare per priorità le varie attività da svolgere per poter attuare il TPM e riconoscere anche i limiti della propria azienda. Le organizzazioni che hanno sviluppato un master plan chiaro che indicasse tutti i passaggi per passare al TPM hanno fatto più progressi rispetto quelle aziende che non sono riuscite a tracciare un piano mirato. Non si devono seguire approcci casuali ed evitare che diverse sezioni vadano in conflitto.

CONSAPEVOLEZZA DELL'OPERATORE

Sebbene la gestione deve assumere un ruolo guida nella realizzazione del TPM, questa deve anche permettere agli operatori delle attrezzature di assumere un ruolo di primo piano nello sviluppo e nella realizzazione del TPM. Uno dei concetti fondamentali del TPM è incoraggiare gli operatori ad assumere maggiori responsabilità e autorità per le decisioni che incidono sulle loro attrezzature. Se l'operatore è staccato dal programma TPM, è estremamente difficile ottenere

un'ispezione proattiva. Il vantaggio di coinvolgere profondamente l'operatore è che la persona che gestisce ogni giorno le macchine può fornire un contributo alla pianificazione. Il raggiungimento della consapevolezza da parte dell'operatore richiede il suo coinvolgimento iniziale, in modo che possa sentire un senso di appartenenza alla realizzazione del team per il TPM.

ADDESTRAMENTO JUST-IN-TIME

Una formazione realizzata troppo in fretta è quasi inefficace quanto una formazione che viene realizzata troppo tardi. Se gli individui sono addestrati immediatamente prima della loro pratica sul campo si ha la possibilità di rafforzare l'apprendimento teorico e ottenere un feedback diretto e immediato. Questo approccio di formazione just in time (JIT) riduce anche l'impatto dell'intensa formazione richiesta dal TPM. Dal momento che la formazione è strutturata a piccole dosi per un lungo periodo di tempo, risulta compatibile con il programma di produzione.

PROCESSI INTEGRATI E ORARI

In un impianto si possono creare numerosi conflitti se non si riescono ad integrare le diverse attività. L'elemento che viene spesso trascurato è l'attività di pianificazione. Molte organizzazioni utilizzano sistemi di programmazione completamente isolati per il loro programma di produzione e il loro programma di manutenzione. In questa situazione, ogni attività di manutenzione preventiva deve essere programmata da due organizzazioni per raggiungere un compromesso su quando fermare le attrezzature per la manutenzione. Integrando tutte le entità che richiedono l'accesso alle apparecchiature di produzione, l'organizzazione può evitare i conflitti che sorgono su chi ha la massima priorità per le attrezzature. Infatti anche altri gruppi oltre la produzione e la manutenzione possono richiedere accesso al materiale per eseguire test (controllo qualità per esempio), o per eseguire prototipi (Ricerca e Sviluppo).

RAPPRESENTANZE SINDACALI

Ultimo, ma certamente non meno importante, è avere rappresentanti sindacali dei dipendenti coinvolti nella programmazione per l'implementazione del TPM. L'introduzione della manutenzione autonoma comporta quasi sempre la migrazione delle responsabilità dai tecnici di manutenzione agli operatori delle attrezzature. E' ridicolo aspettare finché un dipendente presenta una lamentela attraverso queste organizzazioni. Il sindacato non deve essere trattato come un avversario. La storia ha dimostrato che la collaborazione può supportare considerevolmente i concetti del TPM, dal momento che i dipendenti acquisiscono competenze aggiuntive che li rendono un valore aggiunto prezioso per l'azienda. Il TPM può essere efficacemente utilizzato per creare un ambiente di lavoro polivalente, che solitamente migliora la sicurezza dei dipendenti sul posto di lavoro.

2.7.3.4.6 RACCOMANDAZIONI PER IL MIGLIORAMENTO

Vengono di seguito riportati dei consigli per migliorare ulteriormente il TPM.

DECISIONI GUIDATE DAI DATI

Le attività di livello più basso hanno bisogno di sviluppare semplici metodi di raccolta dati per raccogliere informazioni che possono immediatamente essere utilizzate dai dipendenti della fabbrica. Questo include sia dati qualitativi che quantitativi. Inoltre, all'inizio di ogni attività di miglioramento dovrebbe essere istituito un piano di raccolta dati, prima di attuare qualsiasi cambiamento nei luoghi di lavoro, in modo che i risultati del cambiamento possibile possano essere quantificati successivamente.

IMPATTO SULLE ORGANIZZAZIONI

La maggior parte delle organizzazioni che implementano nuovi processi non riesce a identificare pienamente le modifiche necessarie nella cultura dell'organizzazione. Parte della pianificazione e dell'attuazione dovrebbe essere dedicata esplicitamente all'individuazione delle modifiche organizzative necessarie. Questo include i ruoli attuali e futuri e le responsabilità connesse alle modifiche di processo proposte. Al fine di rendere il cambiamento una morbida transizione, la direzione deve comunicare quali cambiamenti eseguire e fornire un'adeguata formazione a chi direttamente interessato.

COME VIENE CONSIDERATO IL TPM

In molte organizzazioni, il TPM è tuttora considerato un problema legato alla sola manutenzione degli impianti piuttosto che una questione inerente la produzione. La soluzione a questo dilemma è quella di legare insieme le due strutture organizzative, gli obiettivi e le ricompense. Ad esempio, la manutenzione di solito non ha obiettivi legati alla qualità del prodotto, e la produzione non ha obiettivi relativi alla performance degli impianti. Se entrambe le attività stanno lavorando per massimizzare l'efficienza globale degli impianti, dovrebbero essere incoraggiate a lavorare insieme e supportare i bisogni reciproci. Un'altra barriera che deve essere affrontata è la reazione dei dipendenti al cambiamento: di solito non lo amano. Questo è spesso il risultato di una scarsa comunicazione e formazione, che porta alla paura dell'ignoto, non necessariamente una resistenza al cambiamento

2.7.3.4.7 DESCRIZIONE DETTAGLIATA E OBIETTIVI DEL TPM

Gli obiettivi ideali del TPM sono il raggiungimento di:

- Zero fallimenti;
- Zero difetti;
- Zero incidenti;

Anche se questi obiettivi sono estremamente difficili da raggiungere, e in molti casi non può essere economicamente fattibile a causa di un alto costo per eliminare tutti i fallimenti, i difetti e gli incidenti, essi forniscono un obiettivo direzionale che l'organizzazione può perseguire. Per avvicinarsi a questi obiettivi, il TPM fornisce i mezzi per aumentare la quantità di tempo che un pezzo dell'impianto è disponibile e affidabile per l'utilizzo nella produzione. Questo richiede uno sforzo significativo per ridurre il degrado delle attrezzature che possono portare a guasti delle apparecchiature o ad una variazione nei pezzi prodotti.

Inoltre, il TPM fornisce all'operatore maggiore consapevolezza, senso di appartenenza, e responsabilità per gli impianti di produzione. L'attuazione del TPM non deve essere vista come una correzione per problemi di produzione a breve termine. La piena implementazione di un programma TPM richiede solitamente da 3 a 5 anni. Quindi la sua realizzazione richiede un'attenta analisi dei costi delle apparecchiature per l'intero ciclo di vita. I costi includono costi di acquisizione, costi operativi, costi di manutenzione e costi di trasformazione/demolizione. Ognuno di questi costi può essere ulteriormente suddiviso. Ad esempio, i costi di manutenzione contengono i costi delle riparazioni, il costo del lavoro di manutenzione, il costo del lavoro dell'operatore (in caso di problemi) e costi delle parti delle attrezzature nell'impianto.

ELIMINAZIONE DELLE PERDITE DI PROCESSO

Per aiutare a concentrare gli sforzi di miglioramento, è spesso utile classificare o raggruppare i problemi che l'impianto sta affrontando. Pensare in termini di produzione, sistema di perdite e raggruppamento dei problemi (basato sulla causa di queste perdite) aiuta a esternalizzare le fonti comuni di tali problemi. Tuttavia, per eliminare i problemi cronici che stanno riducendo le prestazioni delle apparecchiature bisogna seguire i problemi fino alla loro causa principale. Le perdite di processo sono così raggruppate:

- *Perdite dovute a down-time*

Le perdite del sistema di produzione che rientrano in questo gruppo sono il risultato della temporanea mancanza di disponibilità dei macchinari per la produzione. Queste perdite possono essere suddivise in due categorie: guasti e riattrezzaggi/migliorie. Guasti sporadici, che sono improvvisi o drammatici, di solito sono evidenti e facili da correggere. Tuttavia, piccoli guasti frequenti o cronici sono spesso ignorati o trascurati dopo ripetuti tentativi falliti per provare a risolverli. Per massimizzare l'efficacia delle macchine, bisogna ridurre il più possibile i guasti. Questo obiettivo può essere ottenuto mediante una sostituzione tempestiva delle parti usurate durante la manutenzione programmata. E' quasi sempre più conveniente sostituire una parte discutibile piuttosto che consentire la sua rottura e fermare l'impianto (la sostituzione comporterà dei down-time per la regolazione dei nuovi componenti).

Quando la produzione di un elemento finisce la macchina viene modificata per soddisfare i requisiti di un altro pezzo. Installazione può essere notevolmente ridotta facendo una chiara distinzione tra tempi di allestimento interno (operazioni che devono essere eseguite mentre la macchina è ferma) ed i tempi di set-up esterno (operazioni che possono essere eseguite mentre la macchina è ancora in esecuzione). Utilizzare macchine multi-utensili permette di effettuare diverse lavorazioni senza dover spostare i pezzi su diverse macchine o fermare la produzione per i set-up.

- *Perdite dovute per scarse prestazioni*

Questa categoria si concentra sull'utilizzo delle apparecchiature a velocità inferiore rispetto la velocità massima. Abbiamo due sottocategorie: velocità ridotta e "*minimo*" o fermate minori.

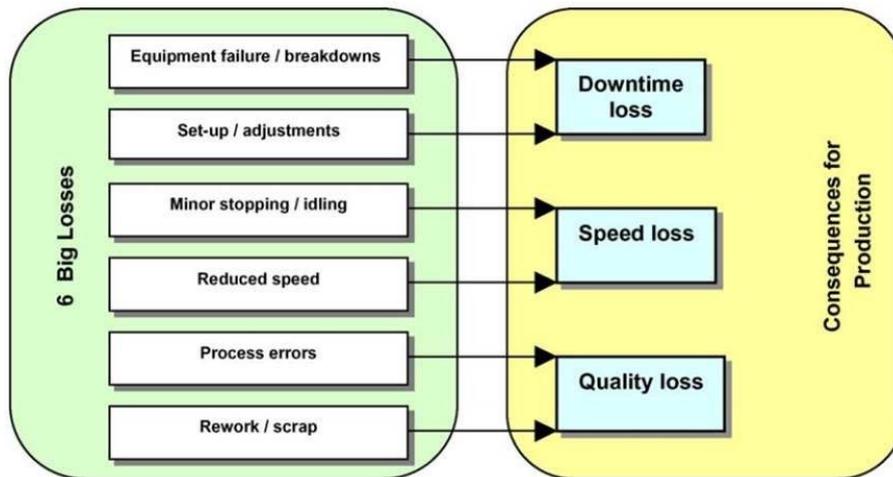
Se la velocità massima di esercizio di un apparecchio scende al di sotto della velocità di progetto originale, siamo in perdita, poiché non riusciamo a produrre la quantità di pezzi richiesta. Questo può verificarsi a causa di un utilizzo errato delle macchine o per operatori demotivati per perplessità riguardo al processo produttivo. Un impianto ben mantenuto e un processo di produzione affidabili aiutano a minimizzare entrambi questi problemi. "*Minimo*" e fermate minori si riferiscono a brevi interruzioni nella lavorazione. Queste interruzioni generalmente derivano dalla necessità di qualche piccolo aggiustamento, come stringere un bullone. La risoluzione di una fermata minore può richiedere la correzione di un piccolo problema, esempio se si inceppa una macchina. La differenza tra queste fermate minori e la rottura delle attrezzature è tipicamente una funzione del tempo e della gravità. Il "*minimo*" e le fermate minori possono essere corretti velocemente, spesso senza spegnere completamente l'apparecchio; le rotture sono associate a problemi di grandi dimensioni o addirittura catastrofici.

- *Perdite a causa di scarsa qualità*

Solo perché l'apparecchiatura è in esecuzione, e funzionante a pieno regime, non garantisce che stia producendo un prodotto soddisfacente. Se l'output non è utilizzabile, la macchina può anche essere spenta per risparmiare energia. Le perdite che derivano dalla produzione di prodotti di scarsa qualità sono separate in due classificazioni: difetti di produzione e perdite di avvio.

I difetti di produzione sono spesso generati da difetti nel processo relativo alle prestazioni delle macchine. Il modo per migliorare la qualità in questi casi è quello di eliminare la causa principale della perdita, migliorando le attrezzature. Questi difetti di processo includono problemi di produzione sia cronici sia sporadici, che si traducono in parti non accettabili e devono essere rielaborate.

Le perdite di avvio sono causate da una resa inferiore dovuta ad un periodo speso per stabilizzare la macchina. Più tempo impiega la macchina per stabilizzarsi, maggiore è la quantità di output inutilizzabile. Esempi di questa situazione includono la produzione di prodotti inaccettabili, o una riduzione della produzione, durante il tempo necessario per raggiungere la temperatura o la velocità di funzionamento. Riducendo il tempo necessario per raggiungere i parametri necessari si minimizza la quantità di perdite di avvio.



The sources of losses according to TPM method.

Figura n.72

2.7.3.4.8 VANTAGGI DEL TPM

Quando si affronta la decisione o meno di attuare un programma TPM, una buona domanda da porsi è:

Quali sono i vantaggi che ne ricavo?

La risposta è che il TPM aiuta a ridurre i costi di produzione!

Naturalmente, la quantità effettiva di riduzione dei costi dipenderà in larga misura dallo stato attuale del sistema produttivo e dal tipo di processo di produzione. Se l'attrezzatura sta già dando buoni risultati, l'organizzazione può essere messa meglio a fuoco su altre opportunità per migliorare il sistema di produzione (ad esempio, la riduzione delle scorte, le tipologie di formazione dei dipendenti, la riduzione dei tempi di ciclo, ecc..). Anche se il TPM ha dimostrato di produrre benefici straordinari per molte aziende, ogni impianto deve valutare attentamente la propria situazione attuale per determinare se il proprio sistema di produzione può essere idoneo. Infatti l'attuazione del TPM non è gratuita, ma richiede una formazione, nuove procedure di raccolta dati e un cambiamento dei ruoli e delle responsabilità; i vantaggi sono stati documentati in molte industrie. Questi vantaggi vengono raggiunti attraverso l'affidabilità dei macchinari e sul loro migliore utilizzo, riduzione dell'incertezza delle attrezzature a causa di usura, e meno manutenzione "a guasto". Inoltre, il maggiore disponibilità delle apparecchiature permette anche di rinviare l'acquisto di attrezzature supplementari per soddisfare un aumento della domanda di produzione. Molte aziende hanno dimostrato che l'incremento delle attività di manutenzione programmata (manutenzione preventiva) ridurrà drasticamente la manutenzione non programmata (riparazioni a guasto), e che i costi di manutenzione totale diminuiranno tanto quanto la manutenzione programmata sostituirà i guasti imprevisti. L'incentivo a ridurre questi costi di manutenzione è motivato dalla constatazione che i costi di manutenzione sono normalmente dal 15 al 40% del costo del venduto. L'organizzazione deve determinare i costi sostenuti per i guasti e bilanciarli contro i costi per evitare tali guasti al fine di identificare la quantità ottimale di manutenzione preventiva. Nel tentativo di identificare il giusto mix di manutenzione, alcune società hanno stimato che il costo medio di guasto delle apparecchiature è quattro volte maggiore del costo della riparazione. In questo caso, sarebbe più conveniente consentire all'attrezzatura di rompersi una volta che effettuare quattro volte una manutenzione preventiva

VARIABILITA' RIDOTTA

La variabilità in un sistema di produzione si presenta in molte forme: variabilità hardware, la variazione delle scorte, e così via. In molti casi il TPM può efficacemente ridurre le fonti di queste variazioni, la frequenza con cui si verificano e migliorare la robustezza del sistema produttivo.

Tracciare le relazioni tra caratteristiche del prodotto e parametri di processo non è un compito semplice. Il primo passo in questa attività è quello di determinare quali funzionalità del prodotto sono più importanti per soddisfare le esigenze del cliente. Da questo punto, le tecniche DOE (design of experiment) possono essere impiegate per identificare i parametri di processo che hanno il maggiore impatto su queste caratteristiche chiave e producono i prodotti migliori. Una volta che questi parametri sono stati determinati, possono essere monitorati dall'operatore utilizzando carte di controllo SPC (statistic process control). Se si osserva un'anomalia nei dati SPC, l'operatore sa che la parte di produzione che ne deriva non può essere accettabile e richiede ulteriori indagini. Inoltre, questi parametri di processo devono essere allineati con l'obiettivo della manutenzione che ha un impatto diretto sulla loro stabilità. Per esempio, se un utensile da taglio macchina non può raggiungere la velocità operativa ottimale, può essere causa di eccessiva usura dei cuscinetti a causa della scarsa lubrificazione. Migliorare l'affidabilità delle apparecchiature, mediante l'attuazione del TPM, riduce la variabilità dei dati prodotti. Guasti sporadici e riparazioni impreviste sono tra le principali cause di fluttuazioni nella velocità. L'implementazione del TPM ridurrà al minimo tali problemi di affidabilità nelle attrezzature. Un programma TPM efficace permette all'apparecchiatura di funzionare a piena velocità quando necessario, con il tempo di inattività per la sola manutenzione programmata. Tuttavia, è importante ricordare, solo perché l'impianto può funzionare a pieno regime 24 ore al giorno, non significa che debba lavorare così duramente. Avere tassi di utilizzo più elevati possibile significa che l'organizzazione non più ha bisogno di conservare scorte in eccesso, o di lavoro straordinario eccessivo, per coprire le fluttuazioni della domanda dei clienti. Le macchine produttive possono semplicemente salire ad un livello di lavoro più elevato quando è necessario. Questa extra capacità produttiva deriva dall'aver meno guasti e una manutenzione non programmata, rendendo le apparecchiature in grado di funzionare alla velocità massima di progetto. Le aziende che hanno implementato con successo il TPM hanno visto una riduzione dei guasti fino a un 80-90%, un calo dei difetti del 55% e un aumento della puntualità delle consegne dal 50 al 95%. Non si può pretendere che l'attuazione del TPM porti vantaggi di tali entità in tutti gli impianti in cui viene applicato. E' comunque indiscusso che ha delle potenzialità enormi.

AUMENTO DELLA PRODUTTIVITA'

Dato che i tempi di inattività sono ridotti, si può dedicare più tempo ad attività per dare un valore aggiunto ai prodotti. Il TPM stabilisce i processi e le metriche che focalizzano l'attenzione per ridurre al minimo le attività che non danno valore aggiunto. Il risultante aumento della produttività non vale solo per le attrezzature, ma per le persone che lavorano nel sistema di fabbricazione. Gli addetti alla produzione non sono più costretti ad aspettare mentre le loro macchine vengono riparate e il personale di manutenzione non deve più rimandare la manutenzione programmata e l'analisi delle attrezzature, mentre si opera per sistemare le attrezzature guaste. Un programma TPM efficace stabilisce anche i processi per la sostituzione delle attrezzature del set-up per consentire al prodotto successivo di trovare già equipaggiata la configurazione degli utensili, mentre la macchina è ancora in esecuzione sui prodotti esistenti.

La riduzione dei set-up è uno dei principali componenti per implementare un sistema di produzione trainante, come il “*just in time*”. I guadagni documentati dall’implementazione del TPM riportano un aumento della produttività delle apparecchiature tra il 50 e l’80%, il tempo delle lavorazioni per il valore aggiunto (a persona) in aumento del 100-150%, la produttività del lavoro aumentata fino al 150 %, e una riduzione dei tempi di set-up dal 50 al 70%.

COSTI DI MANUTENZIONE RIDOTTI

L'evoluzione dal ruolo riparazione a guasto al miglioramento proattivo permette un’organizzazione per ridurre i costi generali di manutenzione. Utilizzando la manutenzione programmata, l'organizzazione può distribuire il lavoro a tutti i membri dello staff. Inoltre, l'attuazione della manutenzione autonoma del TPM elimina molte delle attività tecnicamente meno impegnative del carico di lavoro del personale di manutenzione. Questo consente di liberare il personale di manutenzione per concentrarsi su miglioramenti proattivi, analisi delle prestazioni delle attrezzature e semplificazione delle attuali pratiche di manutenzione. Questa transizione di responsabilità richiede un team di gestione illuminato che si concentra sui potenziali guadagni derivanti da una migliore manutenzione, piuttosto che concentrarsi sulla riduzione dei costi semplicemente diminuendo il personale di manutenzione. Aumentare l’efficienza dell’impianto porta a costi energetici inferiori. L'apparecchiatura passa meno tempo al minimo e opera più intensamente con il TPM. I seguenti dati forniscono esempi dei benefici che le aziende di successo hanno ricevuto dal loro programma TPM: spese di manutenzione ridotte del 40%, energia conservata del 30% e lavoro di manutenzione ridotto del 60%

RIDUZIONE DELLE SCORTE

Qualsiasi organizzazione di produzione che utilizza apparecchiature inaffidabili deve mantenere inutilmente una grande quantità di prodotti finiti per soddisfare le esigenze dei clienti, mentre l'apparecchiatura non è operativa. Più le macchine sono inaffidabili, maggiore è lo stock necessario di prodotti finiti. Tutto questo inventario aggiuntivo è in grado di creare molti problemi: i cambiamenti nei requisiti dei clienti richiedono troppo tempo per essere incorporati, il nuovo tempo per realizzare un prodotto deve permettere di utilizzare i prodotti finiti, eventuali parti difettose che vengono prodotte rimangono in attesa di essere scartate perché ci si accorge solo allo step successivo di eventuali non conformità. L'inventario effettivamente nasconde questi problemi di produzione. L’implementazione di un programma TPM elimina buona parte delle incertezze nell’output e nel tempo di ciclo della produzione del sistema. I pezzi di ricambio per le attrezzature di produzione sono un'altra fonte di scorte inutili che producono costi. Attraverso l'ingegneria dell'affidabilità, la raccolta e l'analisi dei dati, il personale di manutenzione è in grado di sviluppare una stima accurata delle parti di ricambio necessarie e la frequenza del loro utilizzo. L’implementazione del TPM permetterà ai tecnici di manutenzione di eseguire le analisi necessarie a ottimizzare la politica di inventario delle loro parti di ricambio. Le aziende che hanno implementato il TPM sono state in grado di aumentare i tassi di rotazione delle scorte fino al 200%, tagliare i livelli di inventario del 35% e ridurre i costi di parti di ricambio dal 20 al 30%. Un ulteriore sforzo deve essere applicato alla riduzione delle scorte tramite migliorati sistemi di pianificazione e processi di produzione sincronizzati.

MAGGIORE SICUREZZA

I primi passi nella realizzazione delle attività di manutenzione autonoma del TPM creano un ambiente che potrebbe facilmente aumentare gli incidenti e ridurre la sicurezza. Questo è il risultato degli operatori che assumono ulteriori attività di manutenzione a loro sconosciute, per le quali non sono effettivamente formati. Dato che tali compiti sono nuovi per chi li esegue e spesso comprendono attività potenzialmente azzardate (rimozione dei detriti dalle apparecchiature, controllo di catene e ingranaggi, ecc..), essi rappresentano una nuova minaccia per la sicurezza. Pertanto, garantire la sicurezza degli operatori deve essere una funzione primaria del piano di attuazione del TPM. Ciò richiede una formazione completa, sviluppando una manutenzione infallibile e implementando delle procedure migliorate. Inoltre gli addetti devono sviluppare una migliore comprensione delle loro attrezzature, tramite le attività di manutenzione di routine. Questa nuova conoscenza aiuta l'operatore a prendere decisioni più intelligenti. La sicurezza di tutti gli individui coinvolti nell'impianto deve essere una priorità assoluta di qualsiasi buon programma TPM. I benefici della maggiore sicurezza hanno permesso ad alcune aziende di ridurre praticamente a zero i loro incidenti. Un altro vantaggio collaterale di tale programma è che l'inquinamento è spesso ridotto grazie ad apparecchiature più efficienti, che si estende ad avere un ambiente circostante più salutare.

MORALE MIGLIORATO

L'ultimo vantaggio analizzato è il morale dei dipendenti. Come ogni cambiamento sul luogo di lavoro, il TPM è causa di rottura con la consolidata situazione precedente. Tuttavia, questo non deve necessariamente essere del tutto negativo. Dal momento che il TPM utilizza squadre di dipendenti per sviluppare i piani di attuazione e applicarli, ciò permette agli operatori di essere "*al posto di comando*". Questa proprietà rende gli operatori più orgogliosi del loro equipaggiamento e capaci di prendere decisioni informate sul modo migliore per utilizzare l'apparecchiatura. Ovviamente, questo richiede il supporto della gestione, poiché gli operatori ora stanno assumendo autorità decisionale. Se i gestori non sono disposti a cedere il controllo di queste decisioni, l'orgoglio può diventare frustrazione. Ora i tecnici hanno il tempo per effettuare analisi delle attrezzature, lavorare con i progettisti delle apparecchiature, e lavorare su altri compiti impegnativi e tecnici.

2.7.3.4.9 IL FALLIMENTO DEL TPM

Il TPM è la politica che permette di sviluppare la produzione con un'ottica globale. Le aziende possono essere divise in tre gruppi:

- Aziende che hanno un sistema TPM efficiente e funzionante;
- Aziende che pensano di avere un sistema TPM, ma invece non hanno nemmeno gli aspetti basilari;
- Aziende che hanno implementato gli aspetti principali, ma li hanno poi lasciati degenerare;

Al giorno d'oggi non c'è spazio per l'improvvisazione quando si tratta di gestione della produzione o della manutenzione. Avere una strategia errata può portare a costi insostenibili, e quindi a una riduzione della redditività dell'impianto o peggio, al fallimento. Per ampliare la propria presenza- sopravvivenza sul mercato, la maggior parte delle aziende utilizza svariati software per monitorare l'andamento del processo produttivo al proprio interno.

Molte aziende pensano che sia sufficiente utilizzare gli indicatori per valutare le performances del TPM. Gli indicatori tipici sono: produttività, costi, fornitura, qualità, sicurezza e morale.

I fattori che portano al fallimento del TPM:

- Aumento del ritmo produttivo giornaliero, con la stessa squadra;
- Mancanza di tempo per la manutenzione autonoma;
- Più macchine gestite contemporaneamente da un unico operatore;
- Stress da lavoro (l'operatore da orgoglioso diventa frustrato, se viene richiesta una quantità eccessiva di lavoro, o i suoi suggerimenti non vengono presi in considerazione);
- Operatori che credono di dover solo produrre e non fare anche manutenzione;
- Implementazione del TPM in modo rapido omettendo alcuni passaggi di consolidamento;
- Mancanza di formazione del personale (non solo tecnico, ma anche gestionale);
- La mancanza di follow-up dello stato di avanzamento del programma e la sua valutazione;
- Obiettivi che non vengono raggiunti e vengono abbandonati senza spiegazione;
- Ignoranza da parte degli operatori riguardo l'evoluzione del programma TPM;
- Impegno insufficiente dei capi e dello staff superiore;
- Turn over della leadership;
- Tagliare gli investimenti senza criteri chiari per gli operatori e addetti alla manutenzione;

Non basta investire considerevoli risorse per avere un piano TPM efficiente e remunerativo, l'aspetto chiave è la collaborazione e la gestione dell'azienda come un tutt'uno.

Proprio perché il TPM è un progetto complesso, la sua piena realizzazione (ammesso che sia positiva) richiede un periodo di avvio di 1-3 anni. Oggi con un mercato volubile, in continua evoluzione e prodotti con un ciclo vita brevissimo questa attesa è inaccettabile. Per questo le aziende optano per altre forme di manutenzione.

2.7.3.5 MANUTENZIONE PREVENTIVA

La manutenzione preventiva è definita come la manutenzione eseguita a intervalli predeterminati o in accordo a criteri prescritti e volta a ridurre le probabilità di guasto o la degradazione del funzionamento di un'entità (norma UNI 9910).

La politica preventiva si basa quindi sulla sostituzione programmata di un determinato componente della macchina ancora perfettamente funzionante, con uno nuovo, in modo tale da prevenirne il cedimento incontrollato. La programmabilità dell'intervento consente una maggiore organizzazione del lavoro di manutenzione e garantisce la possibilità di gestire la fermata della macchina nella maniera più conveniente.

All'interno della manutenzione preventiva, in base alle modalità di determinazione degli intervalli di tempo predeterminati e alla definizione dei criteri prescritti, si possono distinguere almeno due tecniche manutentive:

- La manutenzione programmata statica;
- La manutenzione programmata dinamica;

LA MANUTENZIONE PROGRAMMATA STATICA

Nella programmata statica gli intervalli e i criteri prescritti di intervento sono generalmente fissati per tutta la vita utile del componente o della macchina. Un esempio pratico può essere la sostituzione delle candele di un'automobile la cui cadenza chilometrica è specificata dal costruttore ed è da ritenersi valida per tutta la vita dell'automobile.

LA MANUTENZIONE PROGRAMMATA DINAMICA

Nella manutenzione programmata dinamica gli intervalli sostitutivi sono determinati in genere in base alla storia della macchina stessa. La rilevazione di MTBF, tempo medio tra due guasti, che spesso è funzione delle modalità con cui la macchina viene utilizzata, consente di redigere dei calendari di intervento preventivo basati su una determinata probabilità che il guasto non si manifesti nell'arco di tempo che intercorre tra due sostituzioni successive.

Appare qui chiaro che la manutenzione preventiva-programmata è efficace sia in termini economici che di riduzione della indisponibilità della macchina quando il guasto presenta una certa regolarità di accadimento.

Tuttavia, per un guasto che sia difficile da prevedere non è conveniente applicare tecniche di manutenzione programmata in quanto si rischia realmente di sostituire un componente la cui vita utile è tutt'altro che terminata.

Una manutenzione basata sul monitoraggio può consentire quindi di:

- Ridurre i costi di manutenzione;
- Aumentare la disponibilità operativa delle macchine;
- Migliorare la sicurezza;
- Ridurre la quantità e la gravità dei guasti in esercizio;

I sistemi generalmente adottati per il monitoraggio in ambiente industriale possono essere distinti in:

- *Sistemi continui*, nei quali i dati relativi a svariati parametri di funzionamento, che potrebbero convogliare segnali deboli premonitori di guasto della macchina (temperatura, stato di usura, assorbimento elettrico, ecc.), vengono acquisiti a intervalli regolari e piuttosto brevi. Questi sistemi sono costosi ma offrono il più alto grado di copertura nei confronti del guasto;
- *Sistemi di sorveglianza*, nei quali i dati sono rilevati a intervalli di tempo più lunghi;
- *Sistemi di acquisizione distribuiti*, nei quali i dati sono forniti da strumenti e apparecchiature portatili posizionati in punti di misura definiti a priori;
- *Sistemi di acquisizione manuali*, in cui i dati vengono manualmente raccolti dagli operatori durante percorsi (routes) pianificati attraverso il parco macchine senza coinvolgere strumenti posizionati in modo stabile sulla macchina;

Il monitoraggio delle condizioni può essere definito come un metodo che indica lo stato di "*salute*" della macchina utilizzando parametri che evidenziano i cambiamenti avvenuti nel tempo nella macchina stessa. I criteri principali utilizzati sono: analisi acustica, analisi di temperatura, analisi dei fluidi interni (lubrificanti, refrigeranti, ecc.), analisi dei parametri di processo quali ad esempio il rispetto delle tolleranze di lavorazione, le velocità di movimento, analisi di corrosione, analisi di vibrazione dinamica (su cuscinetti, ecc.) e termografia (puntiforme o distribuita).

La manutenzione preventiva, di cui fanno parte la programmata e la manutenzione su condizione, svolge quindi un ruolo determinante nel contenere il tasso di guasto. I componenti vengono ispezionati e/o revisionati prima che avvenga il cedimento, pertanto il tasso di guasto tende a scendere sotto a quello ottenibile con la manutenzione correttiva attestandosi teoricamente ai livelli standard.

La strategia della manutenzione adottata per un determinato sistema identifica quindi il tipo e le modalità del servizio applicato. Il bilancio finale va fatto tra:

- La spesa per sostenere la manutenzione, sia sotto il profilo dei materiali che della mancata produzione derivante dai fermi macchina per revisione;
- Il guadagno economico in termini di disponibilità e quindi di produzione che ne deriva;

2.7.3.6 MANUTENZIONE PREDITTIVA

La manutenzione predittiva è un tipo di manutenzione preventiva che viene effettuata a seguito dell'individuazione di uno o più parametri misurati ed estrapolati utilizzando appropriati modelli matematici allo scopo di individuare il tempo residuo prima del guasto. A tale fine si utilizzano svariate metodologie, come ad esempio le analisi tribologiche sui lubrificanti, la misura delle vibrazioni, la termografia, l'analisi delle correnti assorbite. Una variazione delle misure effettuate rispetto allo stato di normale funzionamento indicherà l'aumentare del degrado e, in definitiva, permetterà di prevedere il momento del guasto.

Esempi di tale metodo sono:

- Le parti soggette a usura, aumentando l'attrito, producono calore, questo aumento di temperatura è evidenziato appunto dalla termografia;
- Il motore lascia nell'olio particolato metallico che indica un principio di usura. Prendendo piccole quantità di olio se ne può effettuare l'analisi chimica e verificare la salute della macchina;
- Un cuscinetto danneggiato, un disallineamento, uno squilibrio provocheranno un aumento di vibrazioni;
- Lo stesso sistema è usato per il controllo manutentivo del serraggio dei morsetti dei cavi elettrici che se lenti, provocano calore per effetto Joule;

E' più corretto parlare di "*manutenzione predittiva*" quando esiste una relazione diretta tra il valore di un segnale e la vita residua del pezzo che emette tale segnale. Si può così determinare il tempo residuo prima di un guasto e pianificare quindi l'intervento.

Si parla di "*manutenzione su condizione*" quando non esiste o non si riesce a determinare questa relazione e quindi si assume un limite entro il quale intervenire.

Lo scopo della manutenzione predittiva è quello di minimizzare, attraverso lo sviluppo di metodologie flessibili e affidabili di rilevamento della condizione, il numero di ispezioni o di revisioni che potrebbero a loro volta dare luogo a guasti o deterioramenti. Questo porta ad un notevole risparmio economico, in quanto i componenti vengono sfruttati fino all'inizio della loro usura.

Cosa serve nella manutenzione predittiva?

- Serve un personale qualificato che sia in grado di agire velocemente, e che sappia osservare e individuare (grazie ad addestramento ed esperienza) eventuali segnali di anomalia o usura;
- Bisogna definire con attenzione lo stato dei parametri più critici, ed avere sistemi sempre aggiornati e tarati (costi aggiuntivi);

Capitolo 3: SOFTWARE DI MANUTENZIONE

3.1 SISTEMA INFORMATIVO DI MANUTENZIONE (SIM)

La norma UNI 10584 recita infatti che il Sistema Informativo di Manutenzione ... "è un insieme di norme e procedure" ... "e può essere supportato in diverse forme" ... a partire da quella cartacea che fino a trent'anni fa era la più diffusa, per passare ai prodotti Office e per finire con le applicazioni dedicate dette CMMS (in inglese) o GMAO (in francese), che oggi rappresentano lo strumento più diffuso per supportare il Sistema Informativo di Manutenzione.

Il sistema informativo nasce con lo scopo di progettare, organizzare e gestire la manutenzione interna di aziende che non si occupano primariamente di manutenzione, o la manutenzione offerta da aziende specializzate, che fanno della manutenzione il loro Core business.

L'applicazione software diventa quindi il principale strumento a supporto dei servizi di manutenzione, i quali se realizzeranno all'interno di essa un sistema informativo coerente con i fabbisogni espressi dai sistemi mantenuti e con l'organizzazione del servizio di manutenzione, potranno realizzare i seguenti obiettivi:

- Miglioramenti nella prestazione impiantistica;
- Riduzione dei costi propri di manutenzione;
- Miglioramenti nella progettazione del sistema di manutenzione;
- Miglioramenti di efficienza/efficacia delle azioni manutentive;
- Miglioramenti nella definizione e nella gestione dei piani di manutenzione, delle politiche di manutenzione preventiva delle attività diagnostiche;
- Miglioramenti nella gestione dei ricambi e nella definizione dei corretti livelli di scorta;

3.1.1 COMPONENTI

Il sistema prevede essenzialmente le seguenti aree di interesse:

- Progettazione delle azioni manutentive, con particolare riguardo ai piani di manutenzione;
- Strutture fisiche;
- Collegamenti fra elementi fisici ed i principali ricambi consumati;
- Controllo della prestazione dei sistemi;
- Gestione delle risorse di manutenzione;
- Pianificazione degli interventi manutentivi e gestione delle azioni preventive;
- Gestione dei lavori di manutenzione su richiesta;
- Gestione delle imprese esterne e delle subforniture;
- Gestione dei magazzini;
- Approvvigionamento delle risorse (acquisti e procurement in genere);
- Statistiche sull'impiego del sistema informativo e sui principali indicatori di manutenzione;

3.1.2 PROGETTAZIONE DELLE AZIONI MANUTENTIVE

La progettazione si occupa di analizzare a priori e sulla base di dati storici, il comportamento al guasto dei sistemi e dei loro componenti, ricavandone informazioni per la prevenzione dei guasti, delle avarie e dei degradi e/o il miglioramento delle prestazioni. In quest'area si progettano anche i Piani di Manutenzione.

3.1.3 STRUTTURE FISICHE

Comprendono l'anagrafica dei sistemi (impianti, linee produttive, edifici, verde, opere civili, infrastrutture, mezzi di trasporto, beni culturali e ambientali, beni archeologici, ecc..) e attraverso la scomposizione degli elementi che li compongono fino ad arrivare ai componenti più elementari, ma di interesse per la manutenzione. La logica seguita nella scomposizione è simile ma persegue obiettivi diversi rispetto alla scomposizione che si effettua per produrli (Distinta base).

3.1.4 COLLEGAMENTI CON I PRINCIPALI RICAMBI

Ciascun assieme o componente che costituisce il sistema, è collegato ad una lista dei principali ricambi (in genere solo i ricambi specifici) utilizzati nelle azioni manutentive, allo scopo di facilitarne il reperimento, nel momento in cui se ne rileva la necessità.

3.1.5 CONTROLLO DELLE PRESTAZIONI

Le azioni manutentive sono operate principalmente allo scopo di mantenere un certo livello di prestazione nei sistemi mantenuti. L'elevato assortimento e le differenti modalità di collegamento (in serie, in parallelo) dei sistemi comporta un controllo costante e continuo della prestazione sia per verificare se sono stati raggiunti gli obiettivi, sia per individuare precocemente eventuali derive rispetto al tasso di guasto previsto.

3.1.6 GESTIONE DELLE RISORSE

In manutenzione si utilizzano un gran numero di risorse facenti capo in linea di massima alle seguenti categorie: materiali, manodopera, servizi. L'articolazione di queste categorie va tenuta sotto controllo così come le informazioni anagrafiche associate alle diverse risorse. Specie per i materiali che, fra tutte, sono in genere le risorse più numerose. È importante definire una classificazione delle risorse sia per scopi di reperimento, sia per facilitare il confronto per gruppi di risorse relativamente a consumi e costi.

3.1.7 PIANIFICAZIONE DEGLI INTERVENTI

Una parte delle azioni manutentive non sono effettuate su richiesta, ma eseguite sulla base di un piano, a scadenze e periodicità prefissati. I criteri di reiterazione degli elementi di piano cosiffatti sono numerosi, ma rispondono tutti al problema: cosa devo fare oggi?

Il piano di manutenzione conserva queste scadenze e ne permette facilmente la loro esecuzione senza perdere di vista le azioni da svolgere. Il piano di manutenzione è una delle principali ragioni che portano ad utilizzare una applicazione software per supportare il SIM. Generalmente infatti si tratta di numerosissimi interventi molto piccoli (anche inferiori al quarto d'ora) che a valore non vanno oltre il 20-25% del totale delle azioni manutentive, ma spesso rappresentano il 95-98% di esse.

3.1.8 LAVORI SU RICHIESTA

Contrariamente agli interventi contenuti nel piano, i lavori di manutenzione su richiesta sono meno numerosi, ma di molto maggiore dimensione (si va da un minimo di 2-4 ore di manodopera per i lavori elettrici, ad un minimo di 8-10 ore di manodopera per i lavori meccanici, ma facilmente si trovano lavori che superano il centinaio di ore di manodopera per il loro completamento).

Le logiche di gestione sono pertanto molto diverse. La programmazione dei lavori su richiesta, non si basa semplicemente sulle date, ma è multicriterio, ossia si basa anche sulla priorità, su chi ne ha fatto richiesta, su eventuali precedenza, sull'attuale stato del lavoro.

3.1.9 IMPRESE ESTERNE

La gestione delle imprese esterne e dei servizi da loro offerti richiede una attenzione particolare rispetto alla gestione della manodopera sociale. Ciò perché le aziende definiscono con i loro fornitori una miriade di differenti azioni contrattuali: si va dai contratti in economia, ai contratti a misura, a forfait, in service, in full-service e in global-service, questo per citare solo le tipologie. All'interno di ciascuna tipologia vi sono poi diverse regole contrattuali che definiscono quando, come, e a che costo sono utilizzabili le risorse o i servizi offerti, nonché le modalità per effettuare il pagamento delle prestazioni.

3.1.10 MAGAZZINI MATERIALI TECNICI

La gestione dei magazzini è uno dei più classici processi di manutenzione, la cui importanza si vede quando non funziona. Ossia quando per eseguire una certa azione manutentiva occorre un certo ricambio e invece tale ricambio non è a scorta o è terminato. Di per sé la gestione dei magazzini è consolidata da almeno una cinquantina d'anni di esperienze, in cui raramente si propone qualcosa di nuovo. Quindi è abbastanza semplice realizzare un magazzino di materiali tecnici che funzioni adeguatamente.

Spesso la tentazione di risparmiare gli elevati costi di immobilizzo che la gestione di un magazzino comporta, spinge i tecnici a tenere in catalogo numerosi ricambi a "scorta zero", da approvvigionare al momento del fabbisogno. Errori nella definizione di questi materiali e più in generale nella valutazione dei livelli minimi di scorta portano ad un rapido degrado del magazzino con i problemi citati di rotture di stock che a loro volta provocano ritardi nella esecuzione delle azioni manutentive.

Un errore piuttosto comune, in tal senso, è di basare le previsioni di consumo su un modello storicistico (ossia valutando i consumi nei periodi precedenti). Tale approccio che funziona piuttosto bene con i materiali di consumo e con i materiali non tecnici, se usato con i ricambi da risultati veramente disastrosi. Con i ricambi, per prevedere i loro consumi, il modello migliore è basato sull'affidabilità e la criticità dei sistemi o dei componenti che li utilizzano. Se si segue tale modello si riducono al minimo le probabilità di rotture di stock, pur mantenendo la possibilità di ottenere importanti economie, gestendo una parte di essi a fabbisogno (ossia a scorta zero).

3.1.11 APPROVVIGIONAMENTO E PROCUREMENT

In genere per le modeste interfacce che ha l'approvvigionamento di beni e servizi con i processi manutentivi, viene gestito dal sistema informativo aziendale e non fa quindi parte del SIM. In altri casi, dove invece è necessaria una forte interazione, l'approvvigionamento è una parte importante del SIM, specie per districarsi nelle numerosissime varianti delle tipologie contrattuali (vedi paragrafo più sopra).

3.1.12 STATISTICHE

Una parte delle statistiche di un SIM riguardano proprio la verifica di un suo corretto utilizzo, nei diversi processi. Un'altra parte è dedicata a valutare in base a numerosi indicatori in gran parte normalizzati dall'UNI (norme UNI 10147 e 10388), da un lato la prestazione del servizio di manutenzione, dal lato opposto le prestazioni dei sistemi da esso mantenuti.

3.2 COMPUTERIZED MAINTENANCE MANAGEMENT SYSTEM (CMMS):

CMMS (acronimo inglese di Computerized Maintenance Management System - "Sistema computerizzato della gestione della manutenzione") è il termine con il quale si identifica una applicazione software che supporta il sistema informativo per la gestione della manutenzione spesso integrata con l'Enterprise Resources Planning (ERP) aziendale.

La presenza di un sistema informativo di manutenzione e il suo grado di complessità sono spesso funzione delle dimensioni di una azienda. Un elevato numero di interventi giornalieri, la presenza di un ampio magazzino ricambi e la quantificazione dei costi presentano spesso notevoli problemi di gestione. Vista la caratteristica peculiare di un generico stabilimento, si è subito palesata la necessità di raccogliere in maniera sistematica in modo da rendere fruibile all'occorrenza le informazioni relative alle risorse disponibili, ai tempi di occupazione di tali risorse, all'analisi del budget di manutenzione.

Il livello di complessità e di integrazione di tale sistema all'interno di un sistema generale d'impresa dipende sia dalle esigenze di quantificazione delle spese sia dal tipo di politica e di strategia manutentiva applicata. La manutenzione programmata attiva richiede una gestione informatizzata.

Nell'ambito dei sistemi locali di manutenzione operativa, le aree maggiormente caratterizzanti sono:

- Report degli interventi di manutenzione;
- Pianificazione, emissione documenti di lavoro;
- Gestione del magazzino;

In particolare:

- 1 Ogni apparecchiatura o impianto viene identificata con un codice alfanumerico all'interno dell'azienda, sono associate una serie di informazioni quali:
 - a. Descrizione, caratteristiche tecniche;

- 2 Per ogni intervento si cerca di raccogliere dati circa:
 - a. Condizione dell'apparecchiatura;
 - b. Diagnosi del guasto;
 - c. Azioni manutentive;
 - d. Tempo di intervento;
 - e. Materiali impiegati (sia di consumo che di ricambio);
 - f. Manutentori impiegati (sia interni che esterni);

3.2.1 IL SOFTWARE COSWIN DI SIVECO GROUP PER LA GESTIONE DELLA MANUTENZIONE

CosWin 7i di Siveco group è una soluzione articolata e il più possibile automatizzata per la gestione delle Manutenzioni e delle Commesse mediante l'informatizzazione delle procedure di lavoro principali dei Servizi Tecnici Aziendali (Sistemi Informativi, Servizio Tecnico, ecc.) aventi quali scopo l'efficienza e l'implementazione dei diversi impianti, sistemi ed apparati componenti il patrimonio aziendale.

Il software predispone percorsi di lavoro sui quali è possibile, in maniera modulare, creare una tracciabilità delle operazioni realizzando un vero e proprio sistema di gestione delle manutenzioni e commesse per i servizi aziendali.

La versione COSWIN7i per la gestione della manutenzione e degli asset è totalmente basata su tecnologie Internet; essa va al di là dell'ambito della manutenzione permettendo agli utenti di aumentare la produttività dell'impresa. COSWIN 7i migliora, in particolare, la durata e l'affidabilità degli asset, la gestione dei subfornitori e dei servizi interni tramite un'ottimizzazione dei costi di manutenzione e della produttività della mano d'opera; potenzia e semplifica le capacità di gestione delle attività dei servizi aziendali.

3.2.2 GESTIONE TECNICA DEGLI IMPIANTI

La navigazione all'interno di una struttura può essere effettuata sia verso l'alto, sia verso il basso. La struttura grafica ad albero, quando è sviluppata, contiene l'informazione dettagliata che l'utilizzatore ricerca.

Non ci sono limiti per un impianto al numero di figli legati. Invece, il figlio avrà un solo padre.

L'impianto di livello 1 è l'impianto sistema.

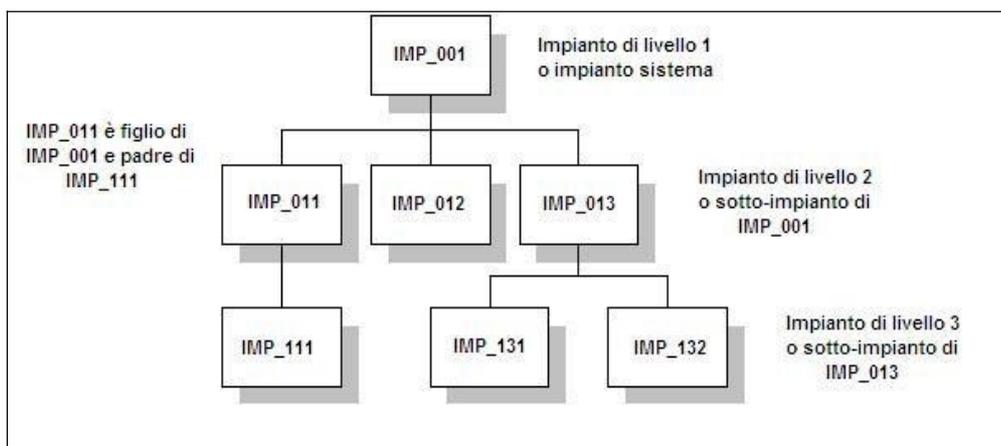


Figura n.73: Gerarchia Impianti in CosWIN

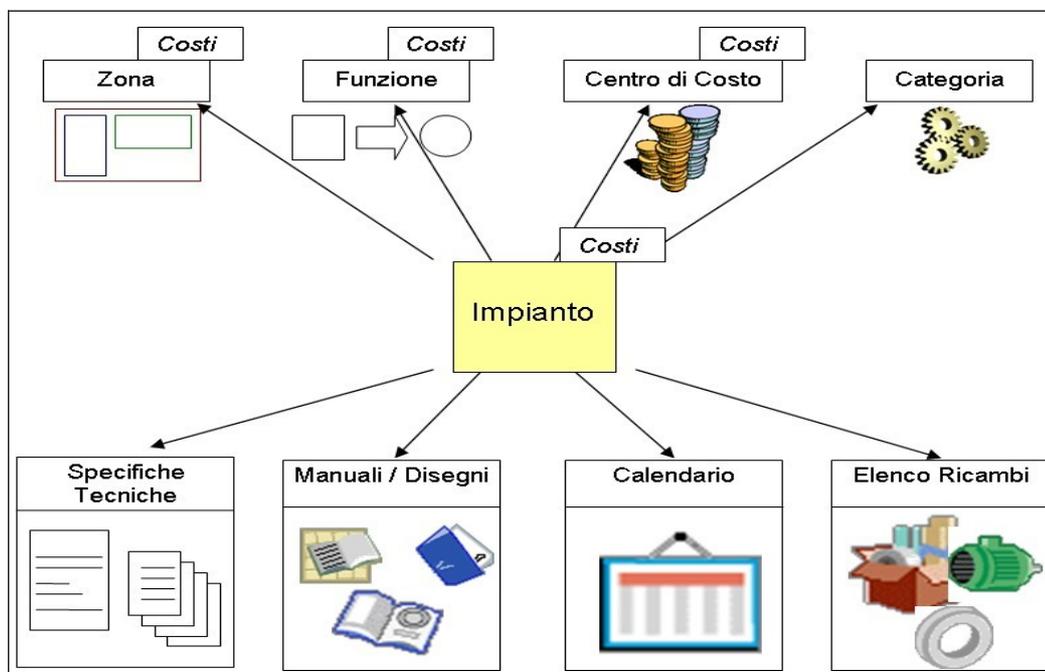


Figura n.74: Attributi agli Impianti

3.2.3 TIPOLOGIE STRUTTURE

Esistono due tipologie di strutture impiantistiche da poter sviluppare:

- Geografica;
- Tecnica;

Sono possibili legami solo tra impianti tecnici e impianti geografici, inoltre, impianti della stessa struttura devono essere dello stesso tipo:

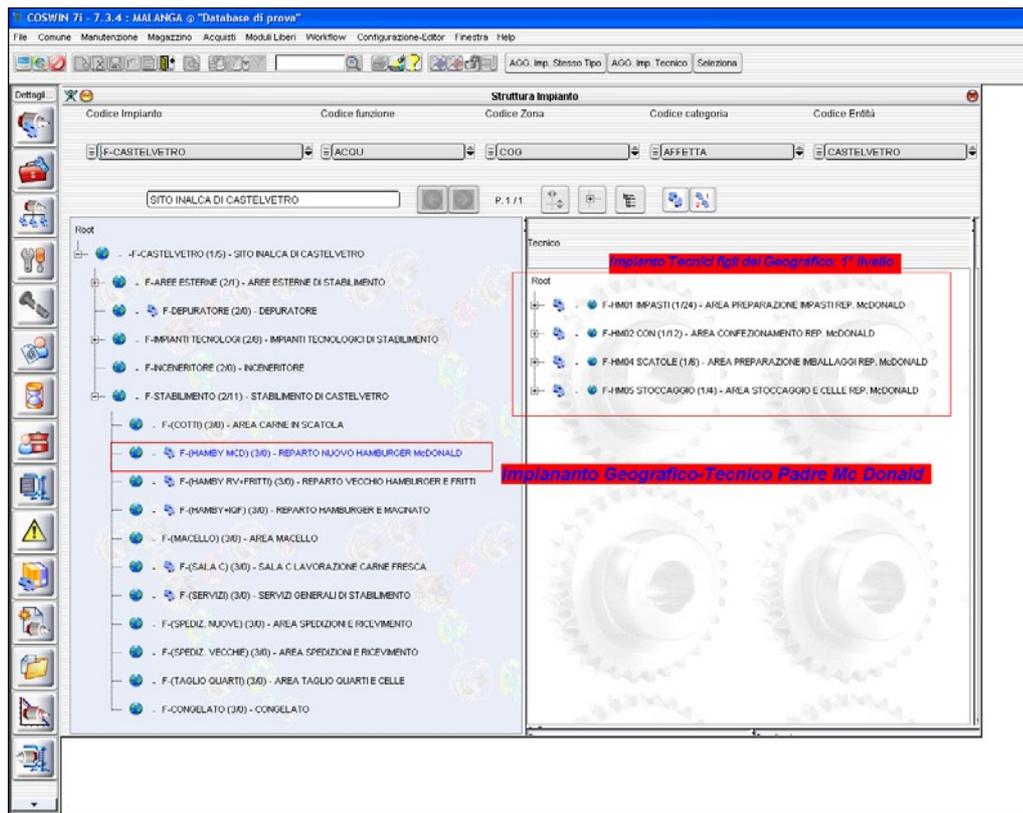


Figura n.75: interfaccia CosWIN per la gestione impianti Padre-Figlio

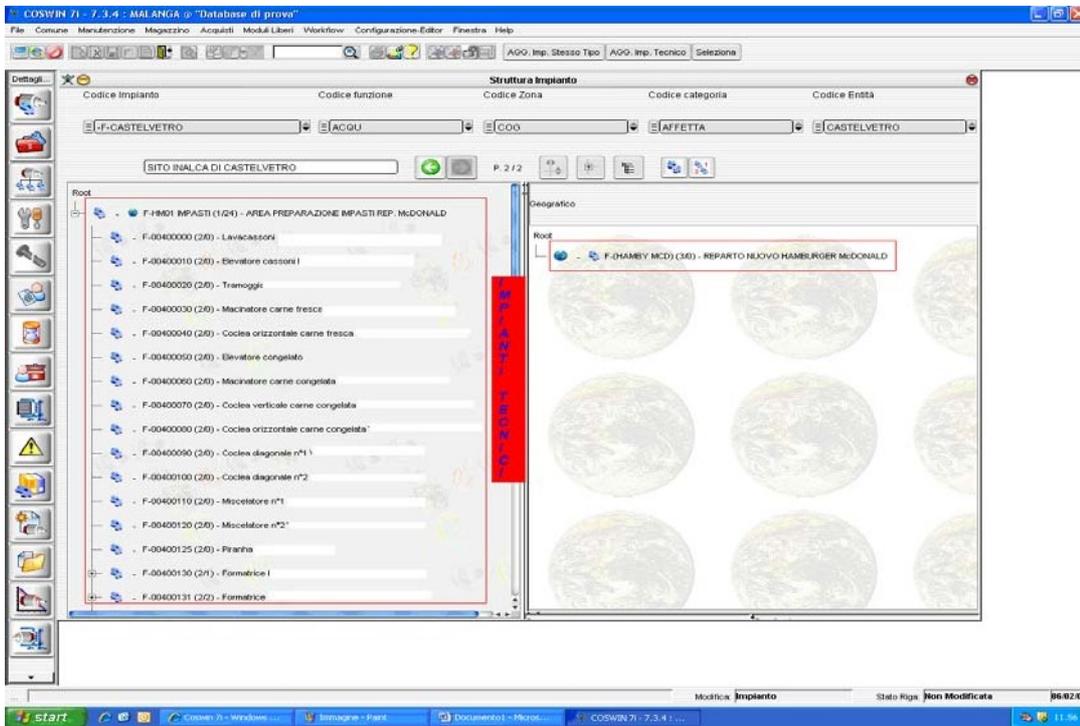


Figura n.76: Legame tra Aree Geografiche di Impianto e Impianti Tecnici

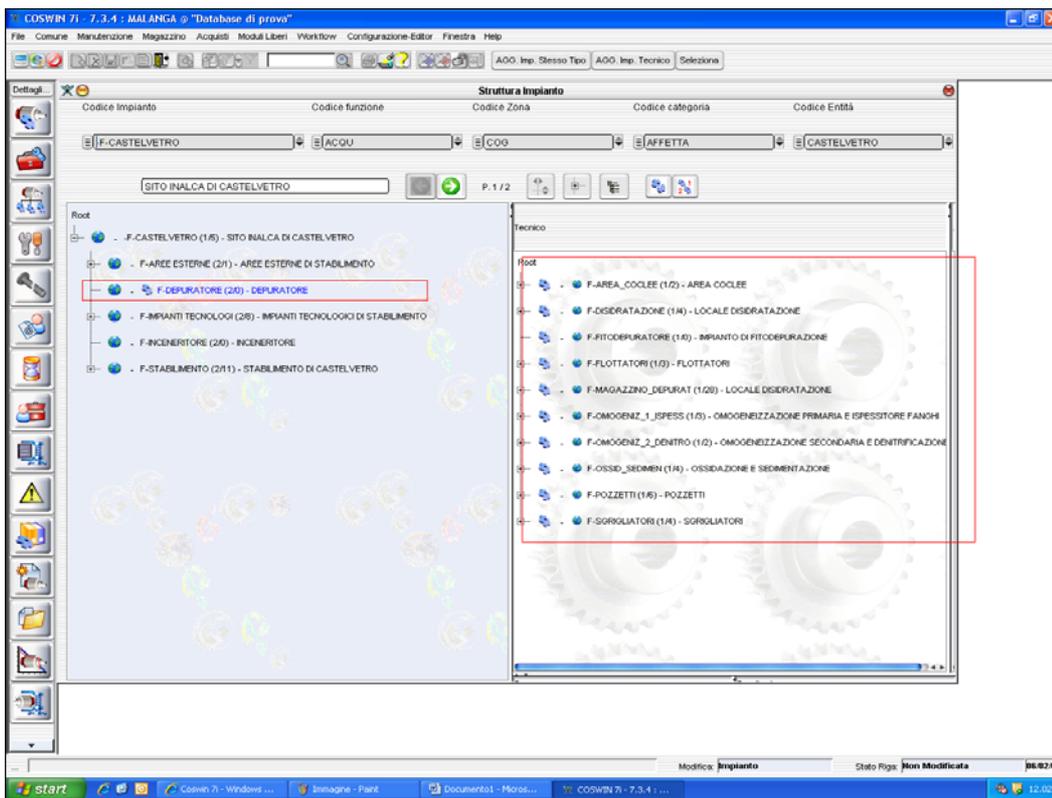


Figura n.77: Gestione e configurazione Impianti Tecnici

3.2.4 GESTIONE FINANZIARIA DEGLI IMPIANTI

Il programma permette anche la gestione degli impianti dal punto di vista finanziario considerando informazioni circa l'ordine e la consegna di un impianto o attrezzatura. Il calcolo dell'ammortamento tiene conto del coefficiente di ammortamento lineare, decrescente o definito dall'utilizzatore. Tale calcolo tiene conto dei miglioramenti apportati all'impianto e di un eventuale prolungamento della sua vita operativa.

In ambito di gestione integrata dell'attività manutentiva il controllo dei costi è di fondamentale importanza; tutto deve essere profittevole, impianti compresi. Il software incorpora degli strumenti finanziari e di budget che consentono un controllo finanziario rigoroso:

- Centro di costo per ogni impianto e gestione dei costi in tempo reale;
- Possibilità di avere più centri di costo per ogni impianto, in funzione degli interventi effettuati;
- I costi sono valorizzati in tempo reale, in una matrice 4x3: manutenzione pianificata, non pianificata, progetti, contratti per risorse, materiali e diversi;
- Grafici e report permettono di analizzare dettagliatamente le prestazioni;
- I costi, in matrice 4x3, sono cumulati a tutti i livelli, dal componente ultimo della struttura fino all'impianto principale, filtrati per funzione e per zona;

3.2.5 RISORSE, ADDETTI, SUPERVISORI, IMPIANTI E CALENDARI

Le risorse, cioè le figure professionali, possono essere ripartite ed assegnate ad un supervisore; il numero delle risorse è illimitato, e per ogni risorsa il numero degli addetti è libero.

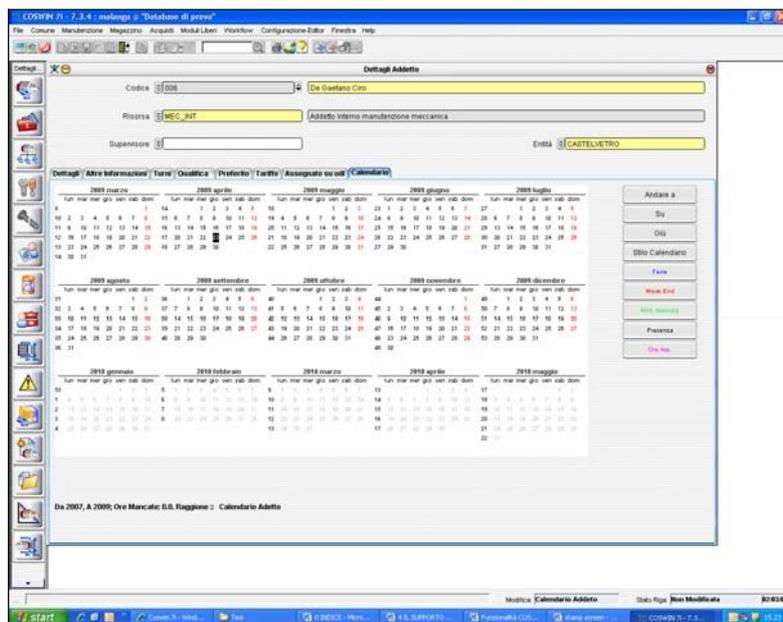


Figura n.78: Calendario di Impianto

L'organizzazione del lavoro viene effettuata a cura dei supervisori (responsabili di impianto) che lavorano con un numero di addetti ovviamente limitato. L'associazione degli addetti al loro supervisore

è molto semplice ed immediata. Per ogni addetto un calendario indica le ore di presenza e di assenza, i permessi di lavoro, ecc.

In fase di pianificazione si può tener conto della percentuale delle ore lavorative degli addetti che eseguono operazioni ed interventi non pianificati.

I costi possono essere calcolati secondo 9 diverse tariffe definibili dall'operatore.

La gestione delle squadre e dei turni permette di assegnare un addetto particolare al momento della pianificazione dei lavori. Per un lavoro è possibile definire il tipo di squadra richiesta (es: turno di giorno, di notte), la sua composizione (elettricisti, meccanici, ecc..) ed il numero delle persone necessarie.

Utile al momento della creazione delle squadre di manutenzione, la gestione delle competenze permette di registrare le attitudini e le competenze degli addetti. È, quindi, possibile ottimizzare le destinazioni delle risorse, aumentandone, in definitiva, la disponibilità.

Il carico di lavoro

- Permette di conoscere la disponibilità degli addetti di manutenzione;
- Consente di ottimizzare l'assegnazione delle attività agli addetti di manutenzione;

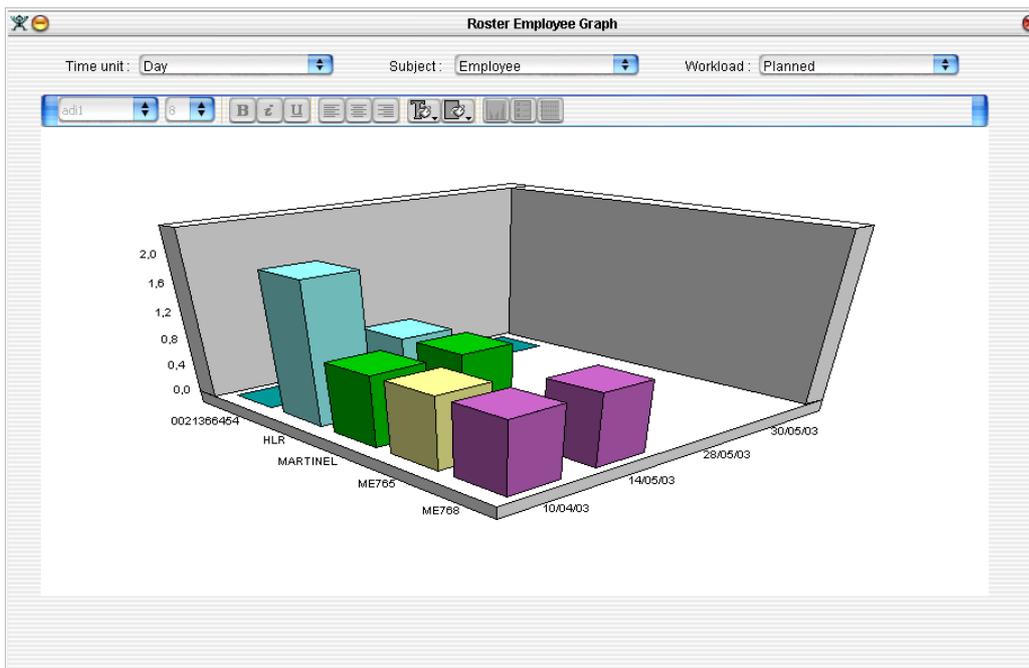


Figura n.79: Grafico carico lavoro addetti manutenzione

3.2.6 PIANIFICAZIONE ED ORGANIZZAZIONE DEI LAVORI

Il software dispone di tutti gli accorgimenti e di tutti gli strumenti che permettono di creare e tenere aggiornate le tipologie d'intervento più adatte, per la manutenzione degli impianti e delle infrastrutture; inoltre permette anche di preparare automaticamente i piani di lavoro, e di tener conto dei cambiamenti richiesti "giorno per giorno".

3.2.7 LAVORI

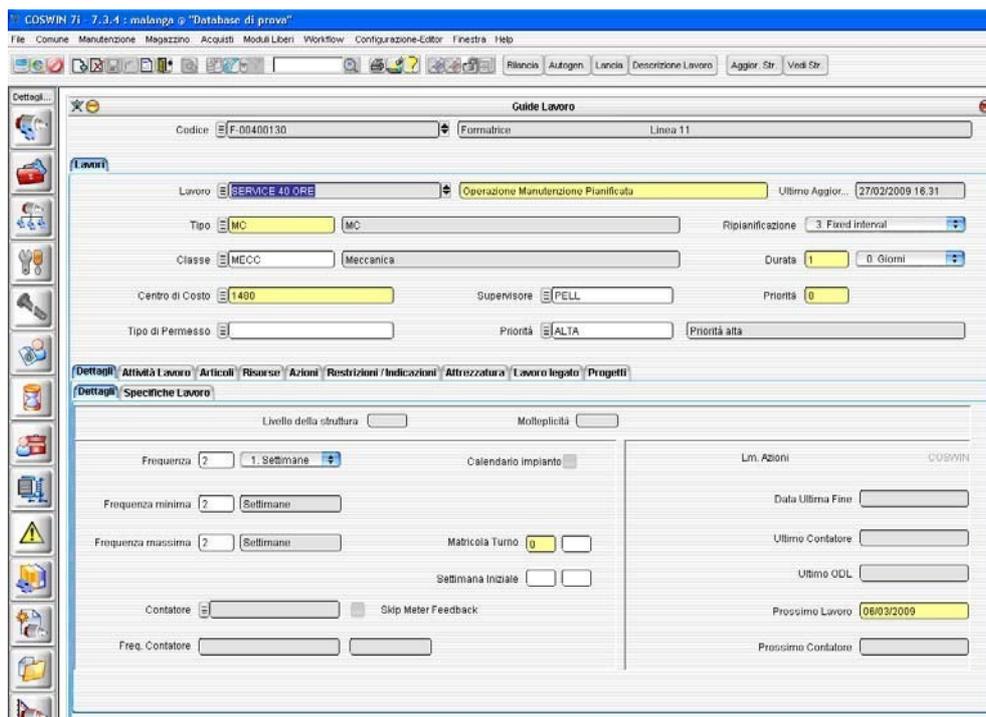


Figura n.80: Definizione, Guida, Lavoro per manutenzione pianificata

Quali che siano le informazioni desiderate, è questo il modulo che permette di definire gli interventi, ripetitivi o unici:

- I lavori ripetitivi possono essere settimanali, mensili, annuali o a data fissa; la periodicità è definita come si vuole, in giorni o in settimane;
- Il numero di lavori per ogni infrastruttura, impianto, sotto- impianto, è illimitato. Uno stesso lavoro può essere associato a più impianti. Al momento della creazione di un certo lavoro, è possibile consultare e selezionare interventi o lavori, già definiti per quella categoria d'impianto;
- Un intervento o un lavoro può essere assegnato ad un supervisore e ad una squadra, per una certa data;

- I lavori possono essere pianificati sulla base delle letture di un contatore, sulla base di una periodicità temporale, o secondo le due metodologie, con dei valori massimi e minimi. Anche periodi stagionali possono essere presi in considerazione;
- La descrizione di un intervento può essere una semplice linea di testo, così come può contenere una descrizione completa dei lavori da effettuare, ed avere allegati disegni, schemi, piani e documenti. È possibile attivare dei parametri che permettono di selezionare altre informazioni e di stamparle con l'OdL; ad esempio: i ricambi, le disposizioni di sicurezza, le annotazioni sull'impianto;
- E' possibile stabilire dei concatenamenti fra le attività, per la realizzazione di lavori sequenziali in cascata. È altrettanto possibile strutturare i lavori con un'architettura Sistema / Padre / Figlio;
- Si possono assegnare le risorse necessarie per un intervento. Il numero di addetti per risorsa o figura professionale, è illimitato. È pure possibile indicare la data d'inizio dell'utilizzazione di ogni risorsa;
- E' possibile decomporre un lavoro in azioni elementari. Le azioni possono essere ordinate in sequenza, e possono anche vedersi assegnate risorse e ricambi;
- La gestione delle parti di ricambio necessarie è agevolata dall'uso dei kit e dalla possibilità di consultare gli elenchi dei ricambi di competenza per ogni impianto. Esiste anche la possibilità di definire la durata prevista dell'intervento e gli utensili da usare;
- Per default, i costi dell'intervento vengono imputati al centro di costo dell'impianto, ma è ben inteso che essi possono essere caricati su qualunque altro centro di costo;

3.2.8 PIANIFICAZIONE E LANCI

COSWIN permette la creazione di più piani di lavoro, ognuno contraddistinto da un numero e da un codice del pianificatore. Opzionalmente, gestisce la sovrapposizione dei piani e richiamerà automaticamente i lavori che sono stati rimandati.

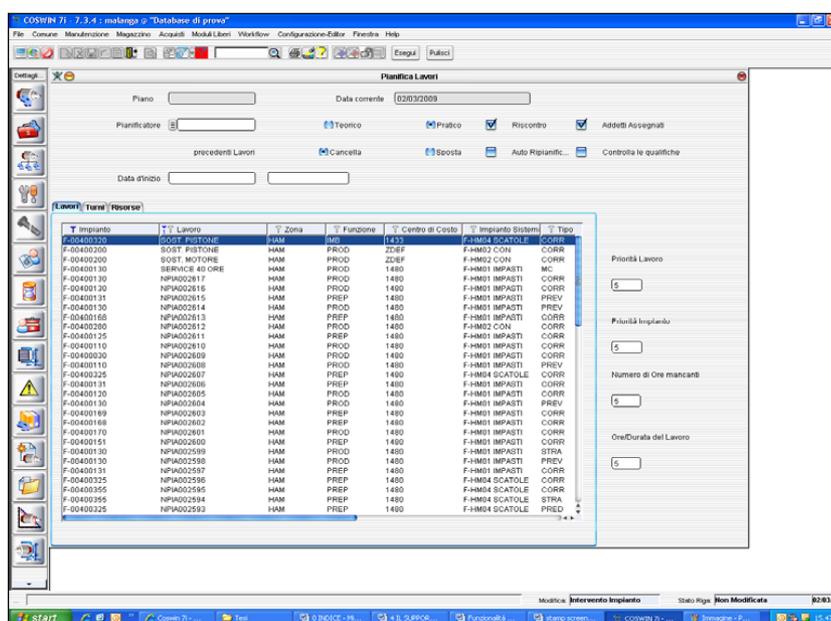


Figura n.81: Modulo lavori pianificati e non pianificati

- Possibilità di disporre di un numero elevato quanto si vuole di pianificatori, ognuno dei quali può creare tanti piani di lavoro quanti desidera;
- Funzioni speciali gestiscono le eventuali collisioni ed i doppioni dei differenti piani;
- I piani possono essere simulati a breve ed a lungo termine - le simulazioni, finalizzate ad aspetti finanziari, logistici e di budget, si riferiscono ad un qualsiasi periodo temporale e non influenzano i piani in esecuzione;
- Un piano è compilato a partire da una selezione che può essere attuata su più criteri; la selezione permette di identificare i lavori che soddisfano a tutte le condizioni definite.
- I lavori da effettuare sono trasferiti nell'elenco dei lavori in corso, là dove è possibile stampare un Ordine di Lavoro;

COSWIN segnala i lavori ridondanti, cioè quelli che ripropongono lavori già in esecuzione.

- I lavori possono essere inseriti nell'elenco dei lavori in corso, per un qualunque periodo di tempo e per qualsiasi piano;
- L'elenco generale dei piani di lavoro mostra tutti i piani suddivisi per pianificatore ed indica i lavori pianificati e quelli che sono già in esecuzione;
- Le richieste d'acquisto possono essere generate automaticamente, dopo il calcolo della disponibilità dei ricambi e delle parti richieste per i lavori pianificati;

3.2.9 DIAGRAMMA LAVORI

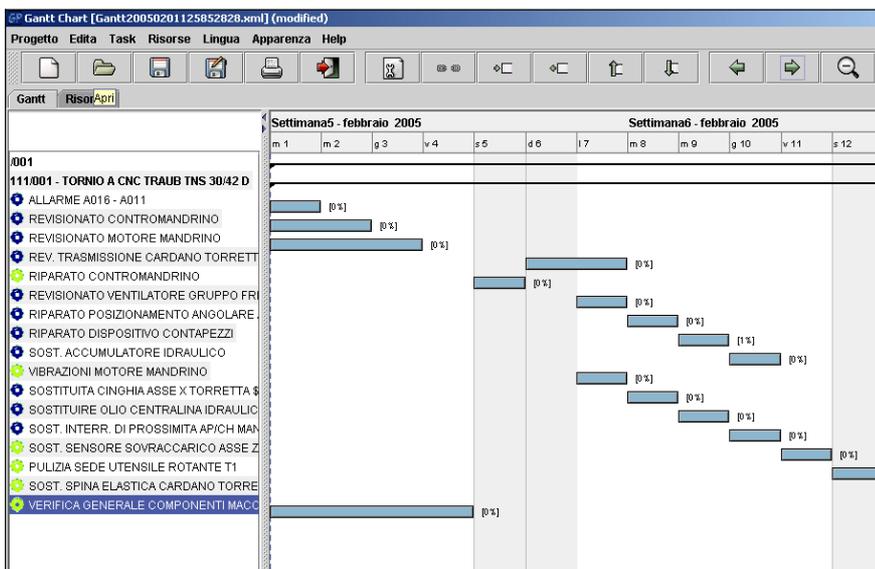


Figura n.82: Generazione diagramma di Gantt da software CosWIN

Lo scadenziario di COSWIN probabilmente assomiglia molto a quello attualmente in uso in numerose aziende; esso è molto intuitivo e ricco di possibilità. E' uno strumento dinamico ed interattivo di supporto alle decisioni, che semplifica notevolmente l'attività di gestione della manutenzione:

- Rappresenta tutti i lavori pianificati per un componente, un impianto o un'intera struttura;
- Gli Ordini di Lavoro sono identificati con dei simboli in diverso colore, che permettono di distinguere immediatamente i lavori pianificati, quelli in corso e quelli completati. Il diagramma include anche i lavori non pianificati, cioè quegli interventi correttivi per i quali sono stati creati degli ordini di lavoro, non urgenti, ma inseriti in un piano di manutenzione;
- E' possibile avere accesso ai lavori eseguiti e da eseguire, per qualunque periodo del piano, ed anche ai lavori che compongono intere strutture;
- Aprendo delle finestre associate al diagramma, è possibile ottenere informazioni su contratti, sulle ore di lavoro pianificate, sui fermi macchina oltre che i dettagli dell'intervento;
- E' estremamente facile adeguare e spostare i lavori in conseguenza di modifiche ai piani, a variazioni di produzione...
- Pertanto, i lavori di manutenzione possono essere anticipati o posticipati. Automaticamente, COSWIN cancellerà gli interventi superati;
- La pianificazione può essere esportata verso MSPProject, ed essere reimportata, dopo un'elaborazione;

3.2.10 DISPONIBILITÀ RISORSE E PEZZI DI RICAMBIO

La scelta della pianificazione migliore dei lavori sulla base delle risorse disponibili rappresenta una situazione di non sempre facile definizione. I software forniscono un utile strumento di supporto in quanto mediante elaborazioni con algoritmi complessi forniscono suggerimenti circa i lavori da effettuare e quando effettuarli. COSWIN tiene conto dei seguenti elementi:

- Ore a disposizione di tutti gli addetti, secondo il calendario ed il tipo di risorsa professionale;
- Ore necessarie per completare i lavori pianificati;
- Ore disponibili per l'esecuzione degli Ordini di Lavoro;
- Priorità dei lavori pianificati, calcolati con COSWIN (è possibile modificare l'algoritmo utilizzando dei coefficienti d'influenza o pesi diversi);

Elenco dei lavori ordinati per priorità e per data nella quale le risorse saranno disponibili.

Grafici e report sono utilizzabili ad ogni fase dell'analisi. La disponibilità delle risorse può essere valutata tenendo conto anche della presenza dei ricambi, in modo che, in assenza delle parti necessarie, non si tengano bloccate inutilmente delle risorse professionali e viceversa.

La disponibilità dei pezzi di ricambio è attiva solamente se anche il programma magazzino è configurato: è uno strumento efficace per verificare che i ricambi necessari per un intervento siano effettivamente disponibili.

- La disponibilità dello stock può essere limitata a degli articoli critici, definendo limiti inferiori / superiori per gruppi di articoli, categorie e classi ABC;
- Gli articoli contenuti negli ordini d'acquisto ed in corso di consegna possono essere, eventualmente, conteggiati per il calcolo delle quantità disponibili;
- I lavori pianificati sono definiti in funzione della data prevista d'esecuzione e della priorità;

- In caso di più piani di manutenzione, i lavori pianificati per un dato periodo sono trattati assieme;
- La disponibilità delle parti di magazzino può anche tenere conto della disponibilità delle risorse professionali. Anzi, i lavori pianificati che non possono essere eseguiti a causa della mancanza di risorse, non bloccano inutilmente dei ricambi;
- Possibilità di generare delle richieste d'acquisto, previa analisi della disponibilità delle parti;

3.2.11 AVANZAMENTO LAVORI

Per il Servizio Manutenzione, rispondere alle richieste di lavoro e gestirle, è un problema non banale. Questo modulo consente ad ogni richiedente di inserire una richiesta di lavoro. La pianificazione, grazie alle sue potenti funzionalità, permette le seguenti operazioni:

- Gestire con COSWIN la priorità degli interventi;
- Digitare la richiesta da una stazione di lavoro. L'unico dato obbligatorio è il codice del richiedente, mentre il numero della richiesta è attribuito automaticamente;
- Elaborare testi, elenchi, finestre secondarie associate... tutte le funzionalità davvero intuitive di COSWIN sono presenti in questo modulo;
- Più richieste possono essere raggruppate in un solo intervento. Le richieste di lavoro possono anche essere trasferite, inserite in un piano o trasformate in un lavoro urgente;
- Le funzioni associate ad un lavoro, indicato nella richiesta, permettono di assegnare ad una RdL un supervisore e delle risorse. Di più, è possibile specificare le necessità in termini di risorse professionali e ricambi, così come indicare l'elenco delle attività da eseguire o la descrizione dell'intervento stesso;

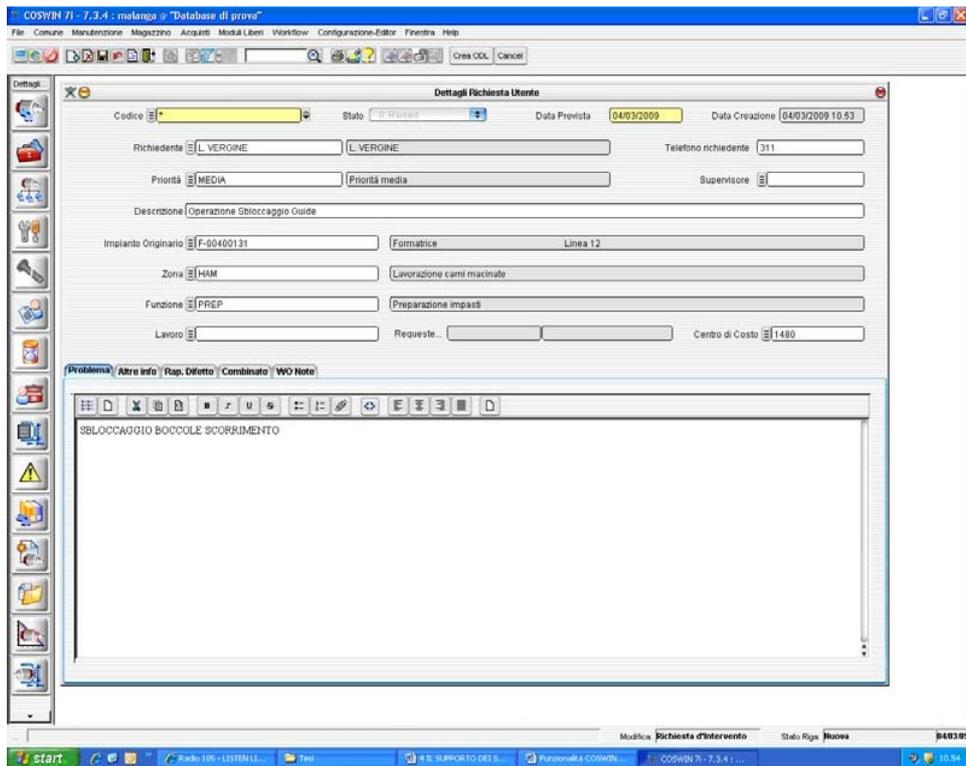


Figura n.83: Scheda-Modulo richiesta intervento

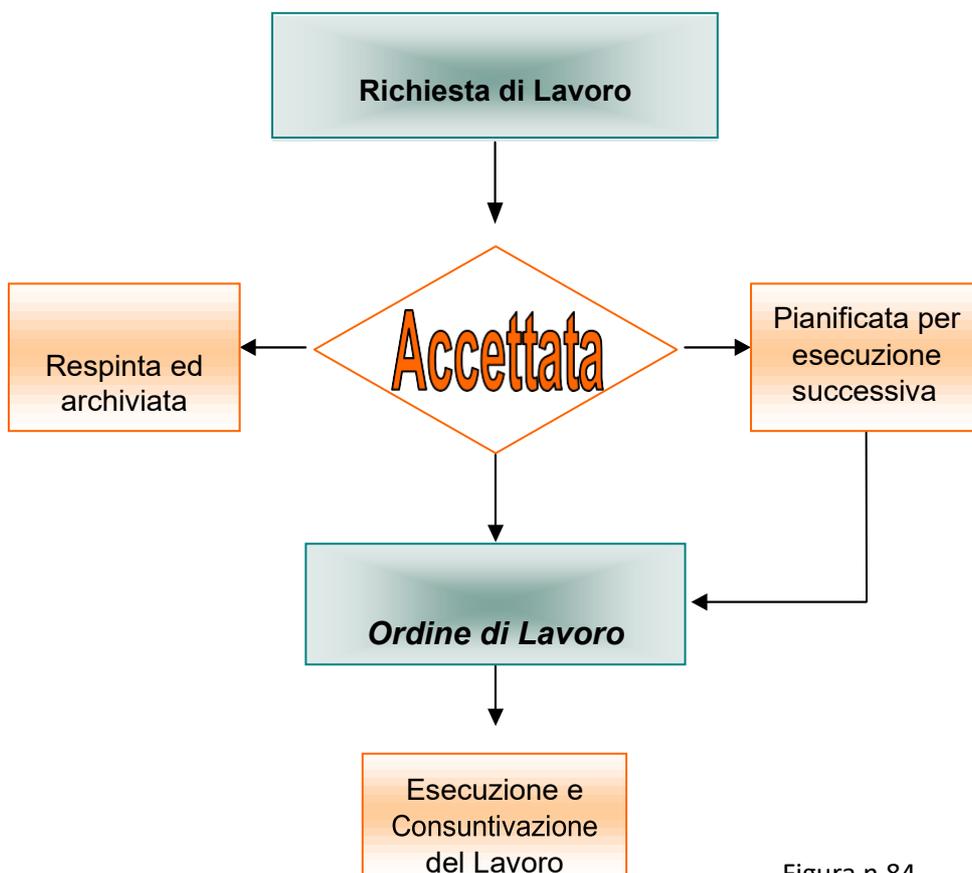


Figura n.84

3.2.12 CREAZIONE E CONSUNTIVAZIONE ORDINI DI LAVORO (ODL)

Questo modulo permette di creare e di stampare rapidamente ordini di lavoro secondo differenti criteri. COSWIN rende semplice il compito grazie a liste di selezione e finestre che permettono di raccogliere e di visualizzare tutte le informazioni utili:

- La creazione di un Ordine di Lavoro è reso semplice dalle finestre e liste di selezione che permettono di consultare e di prelevare informazioni contenute in altri moduli, come la descrizione dell'impianto, i lavori già definiti e documentati, i centri di costo;
- Per ogni Ordine di Lavoro, può essere realizzata una consuntivazione (feedback) completa o parziale (in funzione della configurazione scelta): ore effettive, ricambi e materiali / utensili utilizzati, acquisti diretti, articoli di magazzino, eventi e difetti constatati, commenti;
- COSWIN propone l'albero dei difetti: sintomi, cause, difetti ed azioni correttive;
- Risultati di ricerche complete attraverso filtri, ad esempio, sulla zona, sul centro di costo, sull'impianto... Tutte le informazioni contenute sull'ordine di lavoro possono essere consultate.
- Calcoli delle ore impiegate e dei costi dovuti a materiali. Il totale dei costi effettivi può essere consultato in qualunque momento;
- La stampa su carta normale o su moduli pre-stampati si realizza utilizzando il generatore di report;
- La selezione degli Ordini di Lavoro si effettua attraverso liste di ricerca e finestre, secondo differenti criteri, per esempio: per zona, per supervisore, per centro di costo...

Sullo schermo è possibile ordinare i lavori secondo diversi campi, in modo crescente o decrescente.

- La stampa individuale o raggruppata (secondo differenti criteri) di più Ordini di Lavoro. E' possibile anche stampare gli Ordini di Lavoro filtrati per tipo di lavoro o risorsa(e);
- Possibilità di stampare le attività di un lavoro di manutenzione, i commenti sull'impianto, le consegne/disposizioni di sicurezza, le richieste di risorse professionali e di parti di ricambio;
- La stampa di un codice a barre permette una consuntivazione veloce;
- La possibile creazione di OdL figli e di richieste di lavoro figlie a partire da un OdL padre;
- La funzionalità completa di gestione dei riparabili;
- La possibilità di attuare un'uscita di una parte da magazzino direttamente su di un Ordine di Lavoro;

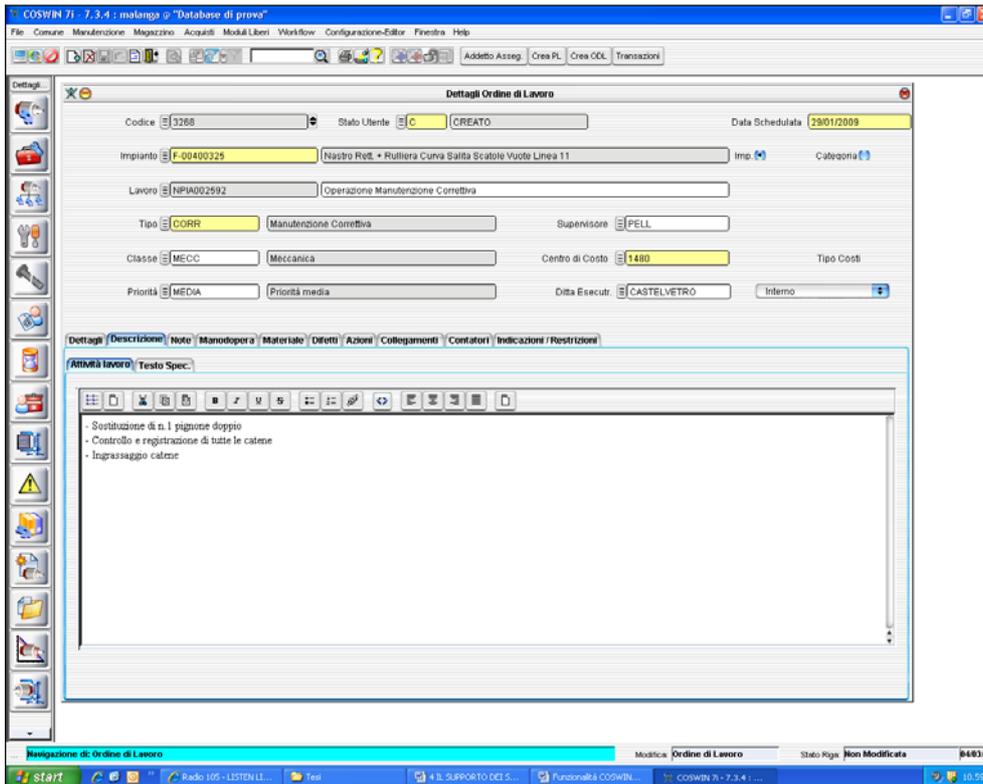


Figura n.85: Descrizione dettagliata ordine di lavoro (OdL)

La consuntivazione delle ore lavorate da ciascun addetto e la creazione delle tabelle ore impiegate e dello stato dell'ordine sono gestite mediante un altro modulo dal quale è possibile:

- Inserire, per ciascun addetto, le ore lavorate su di un OdL, con indicazione di ora inizio/fine attività;
- Cumulare i tempi di lavoro per OdL, addetto oppure giorno lavorativo.

In questa fase iniziale del progetto si prevede di utilizzare una modulistica compilata manualmente che riguarda la richiesta di intervento, per cui si procede direttamente alla creazione dell'OdL.

Questa creazione può essere fatta in due diversi tempi:

- Creazione dell'OdL e consegna al manutentore prima dell'esecuzione dell'intervento.
- Creazione dell'OdL praticamente alla chiusura dell'OdL (consuntivazione) dato che il manutentore ha eseguito l'intervento con la sola documentazione cartacea iniziale e riferirà i dati di consuntivazione che verranno inseriti direttamente nella fase di creazione dell'OdL stesso.

Insieme al responsabile dell'ufficio tecnico abbiamo approntato un modulo molto semplice per la consuntivazione delle operazioni di manutenzione

PROSPETTO LAVORI MANUTENZIONE ESEGUITI

Data: ___ / ___ / ___ Redatto da: _____

REPARTO **IMPIANTO:** **COD. IMP.**

DESCRIZIONE LAVORO ESEGUITO:

NOTE:

RISORSE IMPIEGATE:

ADDETTO	ORE
_____	_____
_____	_____
_____	_____
_____	_____

MATERIALE	CODICE	Q.TA'
_____	_____	_____
_____	_____	_____
_____	_____	_____
_____	_____	_____
_____	_____	_____

Figura n.86: Modulo per consuntivazione provvisoria operazioni di manutenzione

3.2.13 MANUTENZIONE CONDIZIONALE

La manutenzione condizionale è il punto d'arrivo ideale di tutti i Servizi Manutenzione: effettuare gli interventi necessari in funzione dello stato dell'impianto. Dal momento che i contatori, i sensori e gli altri strumenti di misurazione sono sempre più diffusi, la manutenzione condizionale diventa sempre più un'applicazione reale. Le apparecchiature sono diventate molto sofisticate e la produttività deve aumentare continuamente; perciò si rende indispensabile disporre di metodi moderni di acquisizione dati che permettano di effettuare unicamente la manutenzione ... davvero indispensabile. Sulla base di dati raccolti e registrati, COSWIN può interpretare dati derivanti da: temperature, vibrazioni, pressioni, misurate su impianti, macchine ed apparati ed attivare azioni predefinite.

- Definizione delle grandezze da misurare (temperatura, vibrazione...) e dei punti di misurazione per ciascun impianto. Il numero dei punti di misurazione è illimitato.
- Definizione delle norme per ciascun punto di misurazione. COSWIN gestisce 7 norme di base e permette di indicare le fluttuazioni autorizzate e la tolleranza in rapporto alla normativa, piuttosto che i livelli d'allarme.
- Le misurazioni (letture contatori, calibrazioni...) sono prese nel corso di lavori di misurazione.
- Il numero di tali lavori di misurazione è definito a cura dell'utilizzatore, ma COSWIN reagisce "*intelligentemente*" o dinamicamente alle letture e può modificare la frequenza di questi interventi; essa sarà aumentata, per esempio, nel momento in cui un impianto incomincia a manifestare segnali di fragilità.
- Diverse funzioni permettono di gestire gli allarmi; fra di esse, una mostra la lista degli impianti, ordinata per priorità, e la data presumibile dell'eventuale avaria. E' anche possibile aggiornare gli allarmi e modificare le norme sulla base delle precedenti esperienze.

I lavori creati per gli impianti più problematici sono trattati con gli altri tipi di lavoro (pianificati, correttivi...). E' possibile anche gestire le risorse professionali ed i pezzi di ricambio.

3.2.14 FLUSSO MAGAZZINO-ACQUISTI

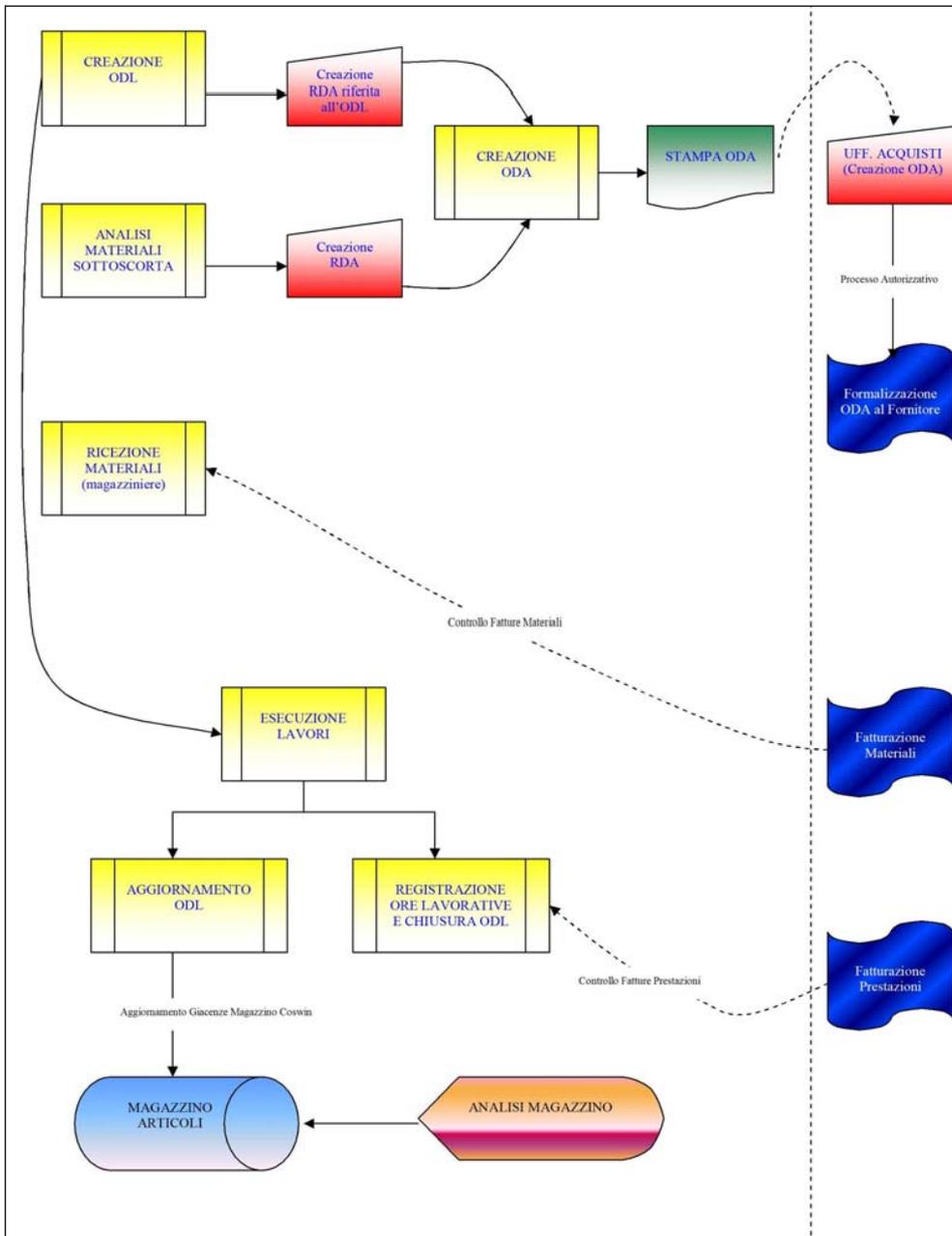


Figura n.87: Diagramma flusso Magazzino-Acquisti

3.3 SISTEMA INFORMATIVO DELLA MANUTENZIONE “MAINSIM ENTERPRISE PROGETTO ARTE”

3.3.1 MAINSIM

Il sistema proposto è basato sul framework Mainsim - Enterprise Asset Management (EAM) and Computerized Maintenance Management Systems (CMMS).

Tale Sistema verrà opportunamente configurato per adattarlo alle specifiche esigenze.

Basandosi su un'unica piattaforma software, completamente web-based, fornisce una visione olistica di tutte gli asset aziendali.

Questo approccio permette alle aziende di avere una visione delle risorse nel loro insieme ed identificare i potenziali inutilizzati, ottenendo le informazioni necessarie a far convergere tutti gli obiettivi ed i piani strategici in ogni settore del business. I costi operativi possono essere ridotti, i rischi portati al minimo e la reattività e le entrate incrementate, questo è come acquisire i mezzi per ottenere il massimo dai propri assets aziendali.

Lo strumento sarà quindi opportunamente configurato per gestire tutti i requisiti elencati nelle specifiche tecniche.

3.3.2 UN PROGETTO CHE NASCE DALL'ESPERIENZA

Mainsim è un marchio di Mainsim srl, società che da più di quindici anni svolge attività di assistenza e supporto alle attività di manutenzione. Prodotto unico nel suo genere per facilità di implementazione, configurazione e utilizzo.

Mainsim è utilizzato ogni giorno da migliaia di utenti nei più diversi settori tra cui:

- Saipem / ENI
- Ospedale San Raffaele Milano
- Fincantieri
- Cofely
- Ing Direct
- Forte Village Resort Sardegna

Mainsim è stato progettato e realizzato per tutte quelle strutture e imprese che impegnate a soddisfare esigenze di operatività in regime di controllo qualità e standard si trovano ad affrontare attività di pianificazione, realizzazione, controllo e miglioramento in un numero elevato di ambiti.

Censimenti del patrimonio, valutazioni dello stato e dell'efficienza degli impianti, programmazione delle manutenzioni, gestione del call-center e delle richieste di intervento, approvvigionamento dei ricambi, individuazione e coordinamento delle risorse interne ed esterne, registrazione degli interventi, monitoraggio dell'avanzamento dei lavori, addebito dei lavori straordinari, analisi dei costi, analisi degli indici di performance, etc. sono tutte attività che necessitano di essere organizzate e monitorate con il nostro strumento.

Mainsim trova riscontro in un prodotto unico nel suo genere per:

- Facilità di configurazione, installazione (web based system) ed utilizzo;
- Completezza dei moduli;
- Personalizzazione, secondo qualunque esigenza del cliente;
- Interfacciabilità totale con qualsiasi sistema di gestione dati;
- Competitività dell'offerta;

3.3.3 UN SISTEMA MODULARE

Mainsim è un sistema modulare composto da diversi componenti ognuno dei quali è in grado di risolvere esigenze specifiche nell'ambito della manutenzione e dell'asset management. Ogni modulo appartiene ad una delle quattro aree principali di Mainsim secondo lo schema illustrato.

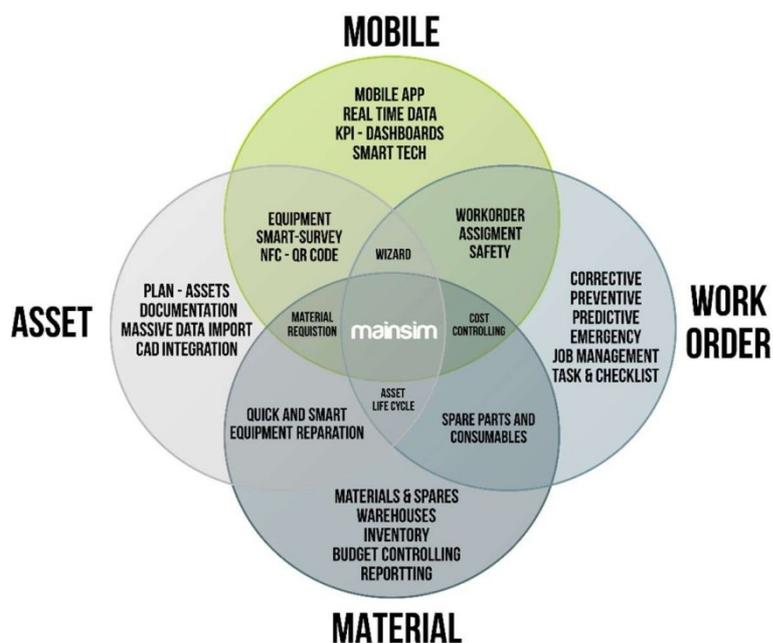


Figura n.88

Ogni installazione comprende nativamente tutte le funzionalità elencate. L'attivazione dei moduli secondo i tre livelli di gestione configurazione, ampliamenti e personalizzazioni sarà effettuata in base alle esigenze e alle indicazioni contenute nel Capitolato tecnico.



Mainsim Work Order Management

Figura n.89

Rappresenta il cuore del sistema, consente di inserire, modificare e tracciare le richieste di lavoro associate all'anagrafica. Creare e pianificare ordini di lavoro significa organizzare la manutenzione secondo una determinata anagrafica, un work-flow e la conseguente creazione di utenti.

In sintesi:

- Storizzare le richieste nel sistema;
- Gestire facilmente il processo delle richieste;
- Notificare via e-mail;
- Assegnare le richieste ad uno più dipendenti o ad un fornitore;
- Definire le cause di guasto e gestire le analisi dei guasti (Failure mode and effects analysis, FMEA);
- Inserire e gestire istruzioni di lavoro, i pezzi di ricambio e materiali;
- Tracciare i tempi di lavoro e i fermo macchina;

Mainsim Asset Data Management

Applicazione per gestire e definire tutti i gli asset (attrezzature, impianti, macchinari, etc.), le location (spazi, aree, edifici, etc.) e le relative informazioni quali il numero ID univoco, valorizzazioni, relazione genitore-figlio e la gerarchia, la priorità per indicare la criticità, i pezzi di ricambio consigliati, attrezzature ausiliarie, dei costi per materiali, manodopera, garanzie, etc.

Mainsim Maintenance Management

Con Maintenance Management è possibile creare ordini di lavoro per manutenzioni in base ad una frequenza temporale o in base a letture di contatori (manutenzione su condizione). Gli ordini di lavoro preventivi possono essere applicati a singoli oggetti (asset) oppure alle liste di oggetti.

In sintesi:

- Pianificare le manutenzioni giornaliere, settimanale, mensili, etc;
- Allegare istruzioni di lavoro o procedere di sicurezza;
- Assegnare la manutenzione a dipendenti o fornitori;

Mainsim Supply Management

Con Supply Management è possibile inserire, modificare e tracciare le richieste di forniture. Creare e pianificare richieste di fornitura significa organizzare la struttura secondo una determinata anagrafica di beni fornibili, un work-flow e la conseguente creazione di utenti. Modulo indicato per il Facility MGT e il Global Service comunque dove è compresa la richiesta di fornitura di materiale di consumo (es. cancelleria, materiale igienico, etc.)

Mainsim Material Management

Con "magazzino e ricambi" è possibile gestire, modificare e tracciare l'inventario dei materiali on-line. Prelevare, prenotare materiali, eseguire inventari, gestire punti di scorta minima. Gestire l'intero work-flow di acquisto, approvazione e ricevimento dei pezzi.

In sintesi:

- Mantenere e gestire magazzini;
- Gestire fornitori;
- Gestire i processi di acquisto;

Mainsim Job Management

Con Job Management è possibile gestire, modificare e tracciare la disponibilità dei dipendenti o dei fornitori.

In sintesi:

- Ripartire la forza lavoro in squadre e specializzazioni;
- Gestire i turni e le eccezioni (ferie, assenze, malattie, etc.);
- Pianificare le disponibilità;

Mainsim Wizard

Particolarmente indicato per coloro che hanno a che fare con numerosi utenti in grado di produrre delle segnalazioni di richieste di lavoro. È un modulo semplificato per l'apertura di ordini di lavoro da parte delle utenze diffuse. In pochi passi consente di instradare richieste di manutenzione suddivise per tipologia secondo un menù facilmente configurabile. L'utente finale sarà in grado di inviare una segnalazione limitandosi all'inserimento delle informazioni essenziali, quali tipologia del guasto e location. Le richieste di lavoro generate confluiranno istantaneamente nel Work Order Management.

Mainsim Document

Il modulo Document consente di gestire documenti collegati a qualsiasi altro elemento gestino in mainsim, quali pdf, immagini, documenti di testo, etc.

Mainsim Planimetrie

Genera e gestisce informazioni accurate sugli spazi, complete di dati sull'occupazione delle aree e relativi costi, in formato alfanumerico e CAD archiviati in un repository centrale.

Mainsim Reception Management

Con Reception Management è possibile controllare il flusso degli ospiti in azienda in maniera semplice ed intuitiva. Tramite l'interfaccia chiara e semplice da usare potrete registrare i vostri ospiti, creare e stampare badge in diversi formati, creare un'anagrafica degli ospiti e creare report delle entrate e delle uscite.

Mainsim Reservation Management

Con "reservation" è possibile gestire le sale riunione con caratteristiche complete e opzioni richiedibili dall'utente, prenotare le sale riunione, cercare le prossime disponibilità delle sale riunione interessate e stampare il calendario prenotazioni delle sale riunione

Mainsim Feedback

Il modulo Feedback è un semplice strumento per creare schede feedback e audit dei livelli di servizio. Particolarmente indicato per strutture ricettive. Questo modulo si integra anche con le richieste di lavoro.

3.3.4 MOBILE

Gli stessi moduli e funzionalità che il sistema offre da postazione fissa per la gestione di un ordine di lavoro, sia di natura correttiva che periodica, vengono gestiti anche da dispositivi mobile quali smartphone e tablet.

Il manutentore dotato di un dispositivo mobile potrà sia inoltrare nuovi ticket che prenderli in carico ottimizzando il flusso e rendendo il processo paperless. Un altro vantaggio è la possibilità di allegare foto, leggere codici parlanti come QRcode, BarCode e NFC.

A supporto alle attività di sopralluogo e rilievo, il personale sul campo autorizzato potrà confrontare le informazioni riportate sul dispositivo con il locale effettivo e in mancanza di corrispondenza tra i dati (Categoria locale, Tipo, Divisione o Reparto o altro) potrà eseguire l'aggiornamento.

Di seguito alcuni print–screen ad evidenziare l'immediatezza dell'interfaccia mobile per l'utente finale.



Figura n.90: login mobile



Figura n.91: il wizard su mobile



Figura n.92: elenco ordini di lavoro su mobile

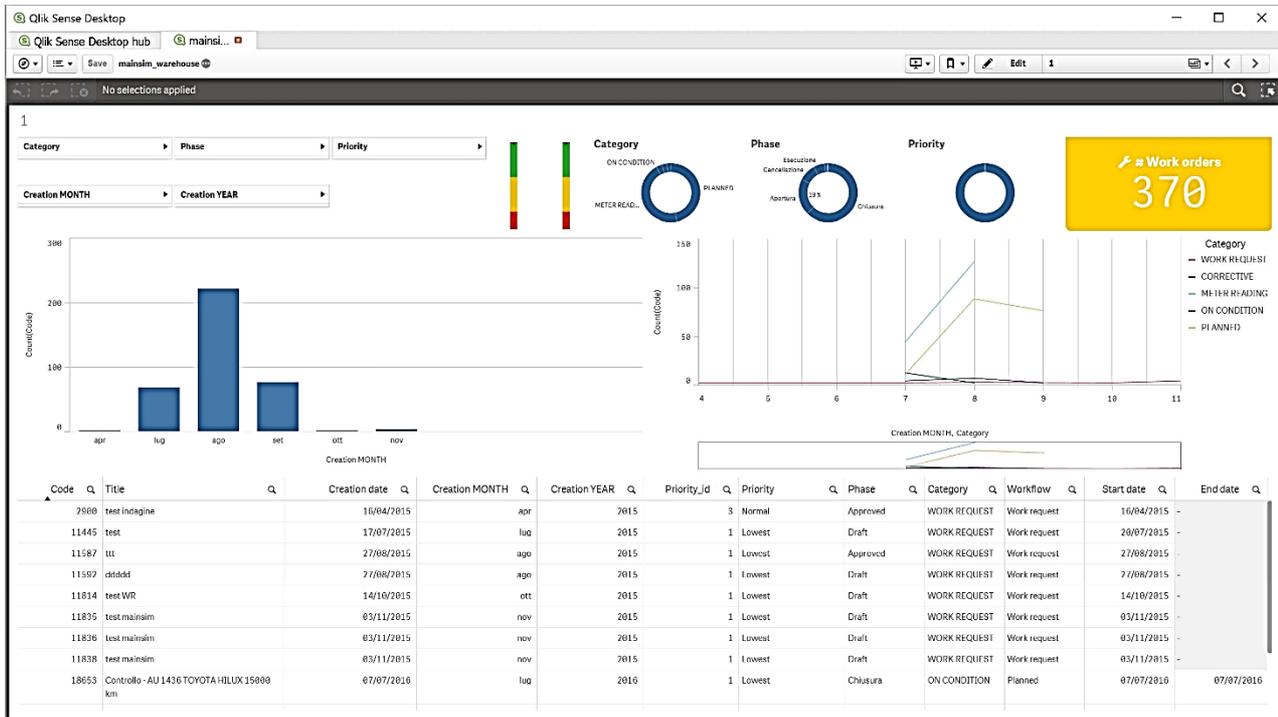


Figura n.93: dettaglio di un ordine di lavoro su mobile

✓ *le funzionalità di controllo e di supporto alle prestazioni erogate*

Il pannello di controllo di Mainsim permette di impostare grafici e indicatori per il controllo del servizio e degli SLA sugli interventi.

Figura n.94



✓ *la gestione dei documenti contrattuali e reportistica*

Documenti contrattuali

I documenti vengono gestiti all'interno del modulo "Mainsim Document" con diritti di lettura/scrittura secondo i permessi degli utenti definiti nel processo.



Inoltre:

- **Indicatori di performance**
- **Reportistica**
- **Calendario attività**
- **Manutenzioni programmate**
- **Documentazione**

Figura n.95

Reporting

Per Report si intende in questo contesto un'uscita formattata, contenente dati provenienti da una tabella o da una query opportuna.

Sulla base delle vostre indicazioni saranno fornite tre diverse soluzioni di reportistica:

- Estrazione dati da interfaccia all'interno del modulo;
- Exporter tool;
- Tool di reportistica Jasper Reports;

Estrazione dati da interfaccia all'interno del modulo

Ogni modulo in Mainsim è caratterizzato da una funzione export in formato .xls. Questa opportunità associata alla possibilità di comporre l'estrazione desiderata attraverso la funzione "Inspection" (query e layout) consente di creare una prima opportunità di estrazione dati destinata a tutti gli utenti finali.

Ogni utilizzatore avrà la possibilità di creare delle viste su dati secondo le proprie esigenze, renderle pubbliche o private, visualizzarle all'interno di Mainsim o estrarle in .xls.

Tool di reportistica Jasper Reports

Il tool permette l'esportazione su file XLSX di dati contenuti in un database mediante un file di configurazione XML. In prima istanza lo script PHP legge dal file XML le informazioni relative ai dati da esportare ad esempio le tabelle del database e la struttura del file EXCEL di output (fogli, stili, etc.)

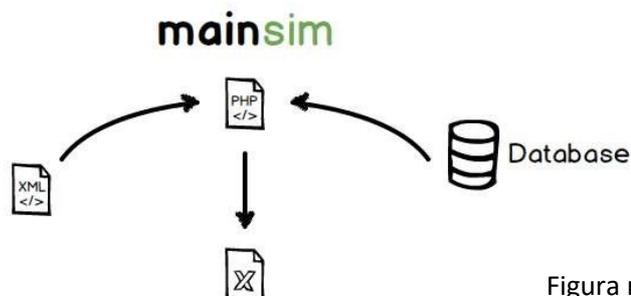


Figura n.96

Una volta letto il file XML parte lo streaming dei dati recuperati dal database sul file EXCEL.

Questo tool può essere utilizzato per esportazioni di dati massivi o esportazioni dedicate verso altri sistemi.

✓ *la gestione degli aggiornamenti, accesso ed esportazione dei dati*

Come indicato nella voce precedente ogni modulo in Mainsim è caratterizzato da una funzione export in formato .xls.

Questa opportunità associata alla possibilità di comporre l'estrazione desiderata attraverso la funzione "Inspection" (query e layout) consente di creare una prima opportunità di estrazione dati destinata a tutti gli utenti finali.

Ogni utilizzatore avrà la possibilità di creare delle viste su dati secondo le proprie esigenze, renderle pubbliche o private, visualizzarle all'interno di mainsim o estrarle in .xls.

Tecniche per il caricamento dei dati (avviamento)

Il sistema è in grado di importare dati massivi da file .xls e .xlsx. L'utente abilitato alla funzione di importazione avrà la possibilità di utilizzare il file di importazione nativo di Mainsim. Questo template consente di caricare dati relativi a tutti i moduli presenti nell'installazione (Projects, Assets, Users, Documents, Selectors, Periodic Maintenances, On condition Maintenances, Inventories, Tasks, Resources). Ogni foglio del file serve per il caricamento di un modulo.

Mediante questa procedura l'utente sarà anche in grado di creare i campi custom definendone le regole secondo la naming convention stabilita. Durante l'importazione il sistema verificherà la consistenza dei dati in base alle regole adottate e in caso di errori interromperà la procedura di importazione restituendo un output di log della procedura.

Buona parte della configurazione avviene proprio in questa fase di caricamento dati. Per ogni modulo vengono definiti quali sono i campi custom da visualizzare nel sistema.

L'utente che compila il template deve semplicemente aggiungere nei diversi fogli tante colonne quanti sono i custom che vuole inserire. Il sistema in fase di importazione crea direttamente la user interface con i campi inseriti.

Si riportano alcune immagini del file di importazione.

Figura n.97

Sheet name	workorders	wares_asset	workorders_periodic_maint	wares_tasks	wares_inventory	workorders_purchaseorders	wares_labor	wares_tools	wares_contracts	wares_failurecodes	wares_versions
workorders	X										
wares_asset		X									
workorders_periodic_maint			X								
wares_tasks				X							
wares_inventory					X						
workorders_purchaseorders						X					
wares_labor							X				
wares_tools								X			
wares_contracts									X		
wares_failurecodes										X	
wares_versions											X

Loading template – relazione tra i moduli

3.3.5 MODALITA' DI UTILIZZO DEL SISTEMA INFORMATIVO E DI ACCESSO ALLE INFORMAZIONI

PREMESSA

Ogni richiesta è caratterizzata dall'appartenere ad una fase del workflow.

Il workflow è il modello del flusso di lavoro che segue il processo manutentivo. In ambito manutentivo, ogni azienda avrà ben definito il proprio workflow composto dalle fasi che caratterizzano la procedura che segue il processo manutentivo.

A seconda dell'ambito in cui opera l'azienda e del relativo processo aziendale, il workflow può prevedere più fasi.

Ogni tipologia di richieste può essere legata ad un determinato workflow. Una richiesta correttiva potrebbe seguire un processo differente rispetto ad una richiesta periodica o predittiva.

Un'ulteriore differenziazione può essere fatta nella gestione dei fornitori, a ciascun fornitore può essere associato un workflow differente. Nell'ambito dei Global Service, ad esempio, possono essere presenti diversi sub-fornitori gestiti con contratti differenti possiamo raggruppare le fasi del workflow in 5 gruppi: apertura, approvazione, esecuzioni lavori, chiusura e cancellazione.

Ogni gruppo può prevedere più fasi ed ogni fase è caratterizzata da un livello di visibilità e modificabilità da parte dell'utente. Ciò significa che solo gli utenti abilitati possono visualizzare la richiesta in quella specifica fase o procedere nell'avanzamento dello stato alla fase successiva. Ad esempio, si potrebbe definire da workflow che tutti gli utenti possono visualizzare la richiesta in tutte le sue fasi, ma solo quelli abilitati possono compiere delle azioni su di essa, per esempio procedere con l'avanzamento di fase.

I vantaggi legati alla gestione del workflow sono quindi molteplici:

- Possibilità di associare workflow differenti ad ogni tipologia di richiesta;
- Possibilità di gestire diversi fornitori;
- Possibilità di definire diritti di visibilità e modificabilità sul livello utente;
- Possibilità di conoscere in qualsiasi momento lo stato della richiesta;

Ogni richiesta di manutenzione viene gestita dalla fase di apertura fino alla fase di chiusura o all'eventuale fase di cancellazione.

Ad ogni fase del workflow è possibile associare eventi quali ad esempio invio email o SMS al responsabile della manutenzione in fase di apertura, invio di una mail al richiedente informandolo della chiusura del problema ecc..

Esempio di workflow

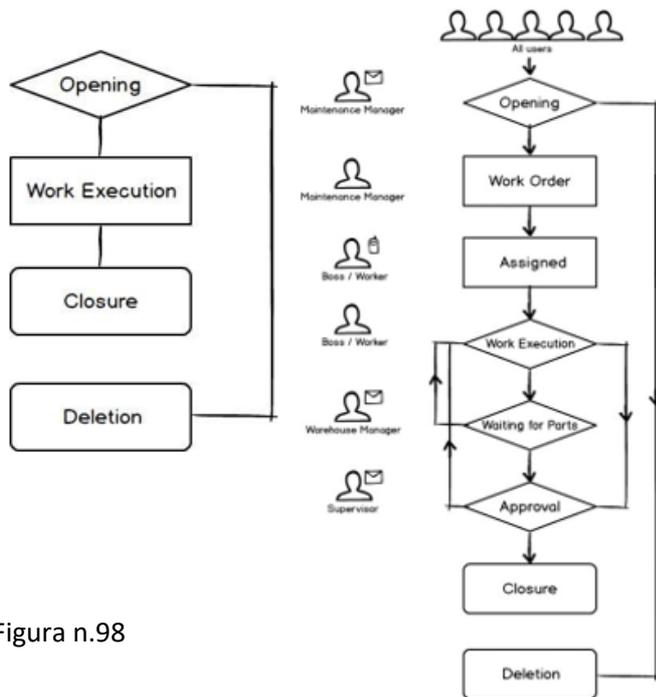


Figura n.98

Esempio di workflow standard.

Esempio di workflow configurato e ampliato.

Viene riportato a titolo esemplificativo un workflow di tipo standard e uno più articolato. La richiesta viene aperta e viene presa in carico da un responsabile che la inserisce in fase di Esecuzione Lavori. Il tecnico manutentore esegue il lavoro e lo notifica al responsabile che la manda in chiusura.

Sulla base di questa premessa le informazioni accessibili alla stazione appaltante saranno resi disponibili in base al processo condiviso in fase di analisi. Di seguito un esempio di segnalazione richiesta da un utente con il modulo "Mainsim Wizard".

Richiesta di Intervento

Il personale segnala un problema in modo semplice attraverso il wizard

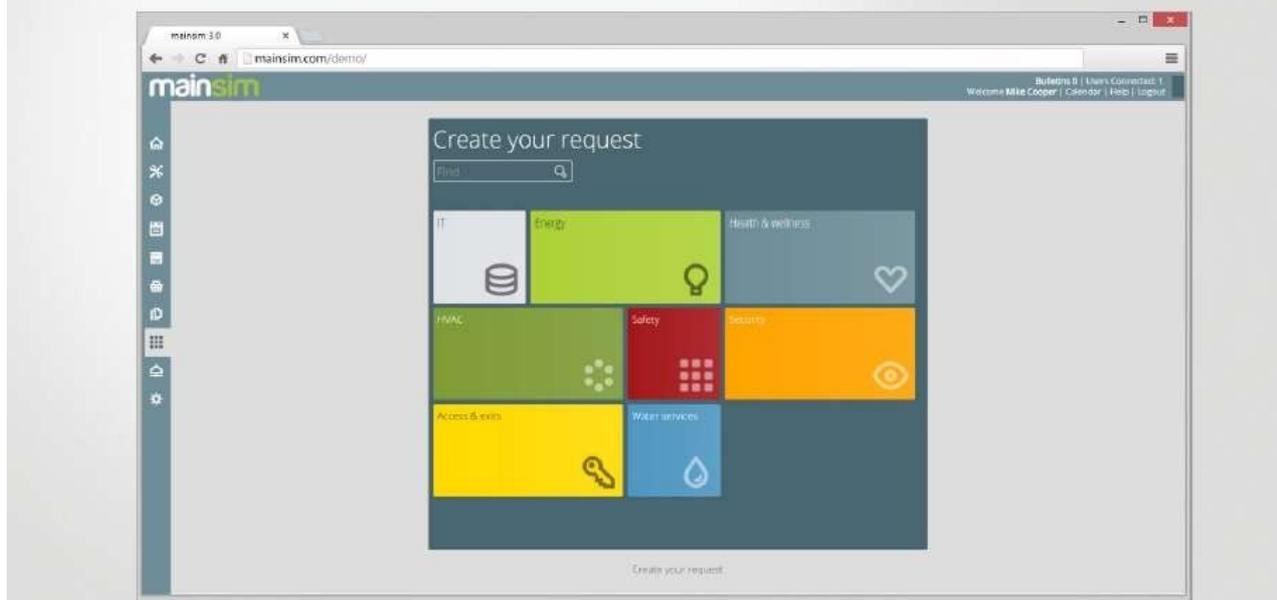


Figura n.99

A. Creazione del ticket a guasto attraverso modulo Wizard user-friendly

Il Wizard è uno strumento per la creazione semplificata delle richieste da parte delle utenze diffuse, infatti presenta un'interfaccia intuitiva e user-friendly. Con pochi click la richiesta di guasto viene inviata al sistema centrale. Posizionandosi sulla scheda Wizard viene visualizzato il menù generale per la creazione della richiesta.

La struttura del Wizard è solitamente configurata in due parti: una parte iniziale di definizione della causale della richiesta e una parte dinamica che si collega direttamente alla struttura anagrafica degli asset per poter individuare la localizzazione del problema.

Questo motore permette di poter selezionare il luogo dell'intervento in maniera grafica da una planimetria a schermo, riportante la zona di pertinenza dell'utente (es. reparto di appartenenza) con la possibilità di spostarsi in altre aree tramite una navigazione facile e immediata. La manutenzione a guasto è gestita da un modulo core del sistema, ossia il modulo Ordini di Lavoro.

B. Distribuzione della richiesta

Il sistema raccoglie tutte le chiamate nel modulo Ordini di Lavoro e può smistarle o in maniera automatica secondo delle regole che verranno definite (es: interventi elettrici a elettricisti, attività meccaniche in un determinato edificio ad un particolare operatore) o manualmente da un operatore. Il modulo permette inoltre gestire le chiamate secondo priorità.

C. Presenza in carico ed esecuzione della richiesta

Le richieste verranno assegnate al tecnico che potrà accedere al sistema tramite un dispositivo portatile oppure ricevere una stampa dei Workorders da eseguire in giornata.

Se dotato di dispositivo mobile al momento di presa in carico della richiesta il sistema registra la data e l'orario e procede con l'esecuzione. In caso di sospensione dell'attività, il manutentore registra l'evento tramite dispositivo, riportandone la causa (es. mancanza materiale, accesso area non consentito..). L'attività ritorna tra le richieste in lavorazione con la possibilità di essere assegnata anche a un altro manutentore. Tutto questo è configurabile a seconda del workflow che verrà definito.

D. Chiusura della richiesta

Una volta eseguita l'attività, l'operatore chiude la chiamata e il sistema registra data e ora di chiusura dell'intervento. È possibile ad ogni step del flusso di lavoro manutentivo associare delle mail.

Una volta che il ticket è chiuso può essere consultato in qualsiasi momento...

Figura n.100



Figura n.101

Dati dettagliati dell'asset installato presso la struttura (ciclo di vita, garanzia, parti di ricambio, etc.)

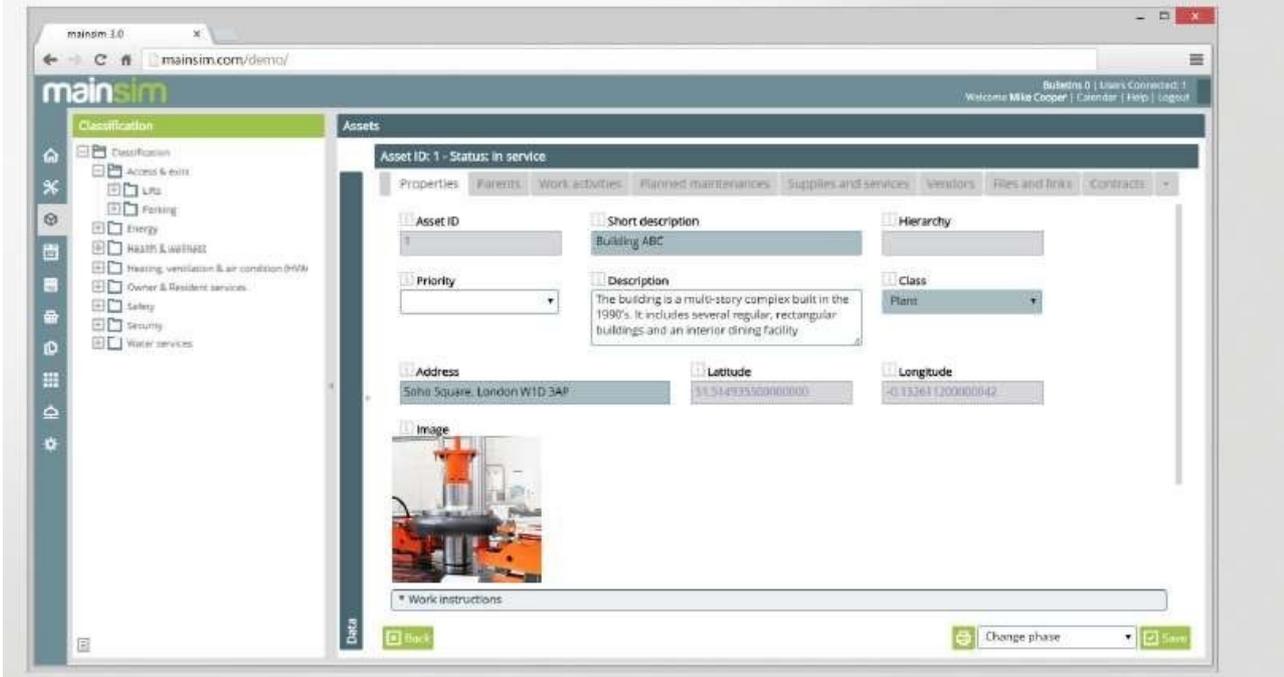
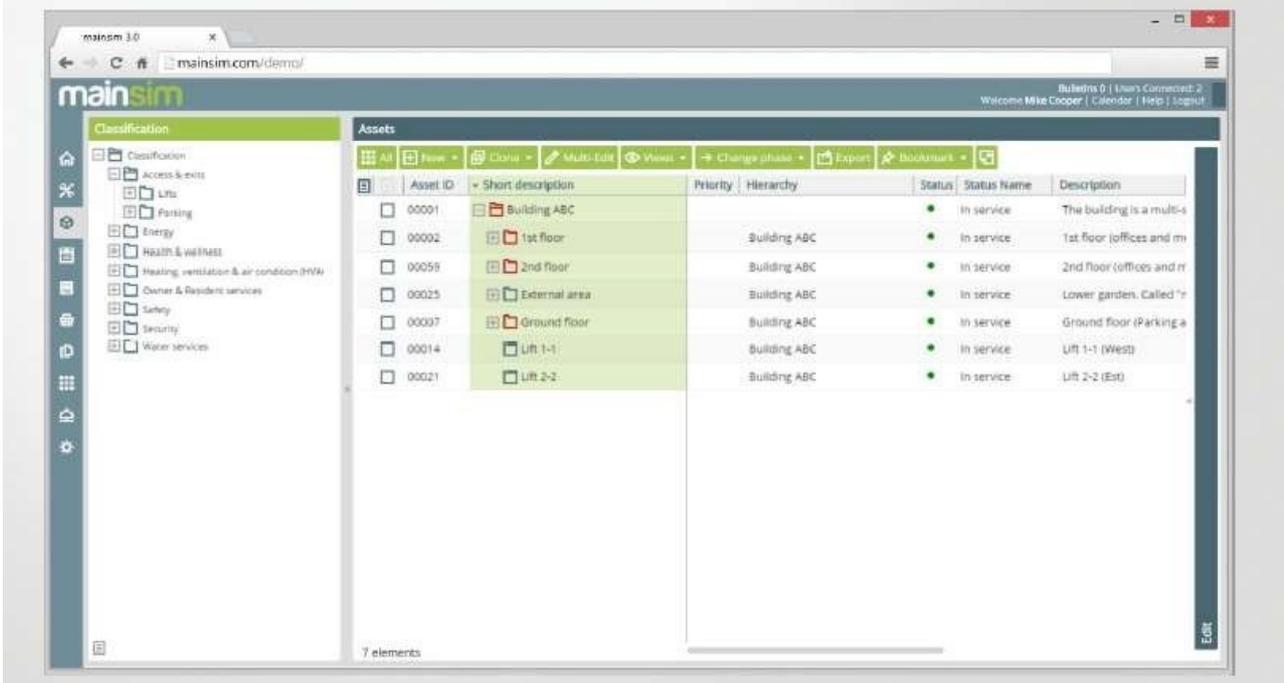


Figura n.102

Elenco Apparecchi e impianti installati presso la struttura



INDICE TABELLE

Tabella 1: cosa sottoporre a controllo e manutenzione.....	Pag.8
Tabella 2: come effettuare i controlli e manutenzioni.....	Pag.9
Tabella 3: esempio piano di controllo e manutenzione.....	Pag.11
Tabella 4: esempio scheda di controllo e manutenzione macchina.....	Pag.12
Tabella 5: esempio check list.....	Pag.13
Tabella 6: piano di controllo e manutenzione.....	Pag.14
Tabella 7: scheda di controllo e manutenzione macchina.....	Pag.14
Tabella 8: check list.....	Pag.15
Tabella 9: componenti valvola di sicurezza “Armak”	Pag.27
Tabella 10: disturbi, cause possibili, eliminazione valvola di sicurezza “Armak”	Pag.29
Tabella 11: macchine operatrici per fluido incomprimibile.....	Pag.33
Tabella 12: componenti “pompa ad ingranaggi Serie B – MG CUCCHI gear pump range B5- B40”	Pag.48
Tabella 13: componenti “pompa ad ingranaggi Serie B – MG CUCCHI gear pump range B50- B150”	Pag.49
Tabella 14: componenti “pompa ad ingranaggi Serie B – MG CUCCHI gear pump range B200- B600”.....	Pag.50
Tabella 15: guasto, natura, causa, rimedio “pompa ad ingranaggi Serie B – MG CUCCHI”.....	Pag.56
Tabella 16: inconvenienti, cause, rimedi “pompa a pistoni ad alta pressione “ANNOVI REVERBERI”	Pag.57
Tabella 17: portate teoriche con pressioni in bar, portate l/min e diametro foro equivalente in mm di una “pompa a pistoni ad alta pressione “ANNOVI REVERBERI”	Pag.62
Tabella 18: periodicità interventi previsti sistemi idraulici.....	Pag.64
Tabella 19: scheda manutenzione tubazioni.....	Pag.64
Tabella 20: scheda manutenzione canalizzazioni.....	Pag.65
Tabella 21: scheda manutenzione sistemi di pompaggio e sollevamento liquidi.....	Pag.65
Tabella 22: scheda manutenzione valvolame, raccordi e staffaggi.....	Pag.66
Tabella 23: scheda manutenzione apparecchiature in campo per la regolazione.....	Pag.66

INDICE FIGURE

Figura 1: valvole a saracinesca – intercettazione.....	Pag.17
Figura 2: valvole a sfera – intercettazione.....	Pag.17
Figura 3: valvola a globo – intercettazione.....	Pag.18
Figura 4: valvola a farfalla – intercettazione.....	Pag.19
Figura 5: valvola di non ritorno a tappo.....	Pag.19
Figura 6: valvola di non ritorno a clapet.....	Pag.20
Figura 7: valvola di sicurezza.....	Pag.20
Figura 8: valvola di sicurezza a peso diretto.....	Pag.21
Figura 9: valvola di sicurezza a molla.....	Pag.21
Figura 10: valvola di sicurezza a leva con contrappeso.....	Pag.21
Figura 11: valvola di regolazione manuale.....	Pag.22
Figura 12: valvola di regolazione con sistemi di controllo pneumatici.....	Pag.22
Figura 13: valvola di regolazione sezionata.....	Pag.22
Figura 14: valvola di regolazione – anello di regolazione.....	Pag.22
Figura 15: Simbologia di valvola con attuatore pneumatico.....	Pag.23
Figura 16: Simbologia di valvola con attuatore elettrico.....	Pag.23
Figura 17: valvole miscelatrici e deviatrici.....	Pag.23
Figura 18: valvola autoservoazionata.....	Pag.24
Figura 19: valvola termostatica.....	Pag.24
Figura 20: esplosivo valvola di sicurezza “ARMAK”	Pag.26
Figura 21: sezione valvola di sicurezza “ARMAK”	Pag.26
Figura 22: targhetta valvola di sicurezza “ARMAK”	Pag.26
Figura 23: installazione valvola di sicurezza “ARMAK”	Pag.27
Figura 24: componenti valvola di sicurezza “ARMAK”	Pag.27
Figura 25: simbologia pompa.....	Pag.33
Figura 26: girante aperta e chiusa pompa centrifuga.....	Pag.34
Figura 27: sezione longitudinale di una pompa centrifuga.....	Pag.34
Figura 28: triangoli di velocità girante pompa centrifuga.....	Pag.35
Figura 29: diffusore a camera libera e palettato pompa centrifuga.....	Pag.35

Figura 30: girante di una pompa assiale.....	Pag.35
Figura 31: sezione pompa assiale.....	Pag.36
Figura 32: pompa alternativa.....	Pag.37
Figura 33: pompa ad ingranaggi esterni ed elicoidali.....	Pag.37
Figura 34: pompa a vite singola e doppia.....	Pag.38
Figura 35: pompa a pale scorrevoli e deformabili.....	Pag.38
Figura 36: pompa a lobi.....	Pag.39
Figura 37: sezione “pompa a ingranaggi serie B – MG CUCCHI”	Pag.47
Figura 38: montaggio “pompa a ingranaggi serie B – MG CUCCHI”	Pag.47
Figura 39: disegno tecnico “pompa ad ingranaggi Serie B – MG CUCCHI gear pump range B5- B40”	Pag.48
Figura 40: disegno tecnico “pompa ad ingranaggi Serie B – MG CUCCHI gear pump range B50-B150”	Pag.49
Figura 41: disegno tecnico “pompa ad ingranaggi Serie B – MG CUCCHI gear pump range B200-B600”	Pag.50
Figura 42: pompa a pistoni ad alta pressione “ANNOVI REVERBERI”	Pag.57
Figura 43: targhetta pompa a pistoni ad alta pressione “ANNOVI REVERBERI”	Pag.57
Figura 44: montaggio - smontaggio testa pompa a pistoni ad alta pressione “ANNOVI REVERBERI”	Pag.58
Figura 45: montaggio - smontaggio testa pompa a pistoni ad alta pressione “ANNOVI REVERBERI”	Pag.58
Figura 46: ispezione valvole aspirazione/mandata pompa a pistoni ad alta pressione “ANNOVI REVERBERI”	Pag.58
Figura 47: sostituzione tenute pompanti e di tenute di recupero pompa a pistoni ad alta pressione “ANNOVI REVERBERI”	Pag.58
Figura 48: sostituzione pistoni pompa a pistoni ad alta pressione “ANNOVI REVERBERI”	Pag.59
Figura 49: sostituzione scarico olio lubrificante pompa a pistoni ad alta pressione “ANNOVI REVERBERI”	Pag.59
Figura 50: sostituzione tenute olio pompa a pistoni ad alta pressione “ANNOVI REVERBERI”	Pag.59
Figura 51: manutenzione manovellismi pompa a pistoni ad alta pressione “ANNOVI REVERBERI”	Pag.60
Figura 52: manutenzione manovellismi pompa, smontaggio testa pompa a pistoni ad alta pressione “ANNOVI REVERBERI”	Pag.60

Figura 53: manutenzione manovellismi pompa montaggio testa pompa a pistoni ad alta pressione “ANNOVI REVERBERI”	Pag.60
Figura 54: montaggio riduttore pompa a pistoni ad alta pressione “ANNOVI REVERBERI”	Pag.60
Figura 55: montaggio di viti, rondelle, flange, rabboccare olio e serraggio viti pompa a pistoni ad alta pressione “ANNOVI REVERBERI”	Pag.61
Figura 56: rabboccatura olio e serraggio viti pompa a pistoni ad alta pressione “ANNOVI REVERBERI”	Pag.62
Figura 57: curva affidabilità disponibilità.....	Pag.69
Figura 58: grafico disponibilità in funzione dell’MTBF e MTTR.....	Pag.74
Figura 59: curva tasso di guasto – tempo di funzionamento.....	Pag.75
Figura 60: accesso alla macchina per manutenzione.....	Pag.76
Figura 61: relazione tra le grandezze Affidabilità (R), MTBF, MTTR, Manutenibilità (M) e Disponibilità (A).....	Pag.77
Figura 62: diagramma interventi di manutenzione.....	Pag.80
Figura 63: costi di manutenzione.....	Pag.81
Figura 64: costi diretti e indiretti di manutenzione.....	Pag.83
Figura 65: curva tipica vita di un macchinario.....	Pag.84
Figura 66: grafico della scelta della frequenza dei guasti.....	Pag.85
Figura 67: modello a blocchi per scegliere il tipo di manutenzione.....	Pag.85
Figura 68: pilastri del TPM.....	Pag.90
Figura 69: scambio tra manutenzione programmata e non.....	Pag.91
Figura 70: requisiti critici principali di un prodotto correlati fino ai parametri del processo di produzione.....	Pag.92
Figura 71: attività di implementazione al TPM.....	Pag.97
Figura 72: fonti di perdita del TPM.....	Pag.104
Figura 73: gerarchia impianti CosWIN.....	Pag.116
Figura 74: attributi agli impianti.....	Pag.116
Figura 75: interfaccia CosWIN per la gestione impianti Padre-Figlio.....	Pag.117
Figura 76: legame tra Aree Geografiche di Impianto e Impianti Tecnici.....	Pag.118
Figura 77: gestione e configurazione Impianti Tecnici.....	Pag.118
Figura 78: calendario di Impianto.....	Pag.119

Figura 79: grafico carico lavoro addetti manutenzione.....	Pag.120
Figura 80: definizione Guida Lavoro per manutenzione Pianificata.....	Pag.121
Figura 81: modulo lavori pianificati e non pianificati.....	Pag.122
Figura 82: generazione diagramma di Gantt da software CosWIN.....	Pag.123
Figura 83: scheda-Modulo richiesta intervento.....	Pag.126
Figura 84: diagramma richiesta / ordine di lavoro.....	Pag.126
Figura 85: descrizione dettagliata ordine di lavoro (OdL).....	Pag.128
Figura 86: modulo per consuntivazione provvisoria operazioni di manutenzione.....	Pag.129
Figura 87: Diagramma flusso Magazzino-Acquisti.....	Pag.131
Figura 88: moduli principali appartenenti a Mainsim.....	Pag. 133
Figura 89: gestione della manutenzione con Mainsim.....	Pag.134
Figura 90: login mobile.....	Pag.137
Figura 91: il wizard su mobile.....	Pag.137
Figura 92: elenco ordini di lavoro su mobile.....	Pag.137
Figura 93: dettaglio di un ordine di lavoro su mobile.....	Pag.137
Figura 94: Il pannello di controllo di Mainsim.....	Pag.138
Figura 95: altre funzioni Mainsim.....	Pag.139
Figura 96: tool di reportistica Mainsim.....	Pag.140
Figura 97: loading template – relazione tra I moduli.....	Pag.141
Figura 98: esempio di workflow standard e workflow configurato e ampliato.....	Pag.142
Figura 99: richiesta di intervento Mainsim.....	Pag.143
Figura 100: gestione dei processi manutentivi da qualsiasi dispositivo connesso.....	Pag.144
Figura 101: dati dettagliati dell’asset installato presso la struttura.....	Pag.145
Figura 102: elenco apparecchi e impianti installati presso la struttura.....	Pag.145

BIBLIOGRAFIA E SITOGRAFIA

- Slide corso di “Impianti meccanici” prof. Filippo Emanuele Ciarapica
- Furlanetto, Garetti, Macchi. Ingegneria della manutenzione. Milano, Franco Angeli, 2007
- Wikipedia, <https://www.wikipedia.org/>
- Meccanica tecnica
<https://meccanicatecnica.altervista.org/?s=manutenzione&submit.x=0&submit.y=>
- Seiichi Nakajima - “TPM Total Productive Maintenance”, productivity Italia
- JIPM - Japan Institute of Plant Maintenance - “Applichiamo il TPM, Guida operative alla realizzazione del Total Productive Maintenance”
- A.I.MAN. Associazione Italiana Manutenzione, <http://www.aiman.com/>
- Manutenzione tecnica e management, <https://www.manutenzione-online.com/>
- La Manta srl, <http://www.lamantiaimpianti.it/manutenzione-della-pompa/>
- Il software Coswin di Siveco Group per la gestione della manutenzione
<https://www.siveco.com/it>

FILES

- Manuale uso e manutenzione Valvole di sicurezza “Armak” di Zetkama Group
- Manuale uso e manutenzione Pompa ad ingranaggi “Cucchi Serie B-MG”
- Manuale uso e manutenzione Pompe a pistoni ad alta pressione “Annovi Reverberi”
- Sistema informativo della manutenzione “Mainsim enterprise progetto ARTE”
- Progettare e attuare un piano di controllo e manutenzione delle attrezzature di lavoro, Confimi Apindustria Bergamo

ARTICOLI

- Marcelo Rodrigues, Kazuo Hatakeyama, “Analysis of the fall of TPM in companies”, Journal of Materials Processing Technology 179 (2006) 276–279

RINGRAZIAMENTI

Dopo tre lunghi ed intensi anni, finalmente il giorno è arrivato: scrivere queste frasi di ringraziamento è il tocco finale della mia tesi. E' stato un periodo di profondo apprendimento, non solo a livello scientifico, ma anche personale. Scrivere questa tesi ha avuto un forte impatto sulla mia personalità. Vorrei spendere due parole di ringraziamento nei confronti di tutte le persone che mi hanno sostenuto e aiutato durante questo periodo.

Prima di tutto vorrei ringraziare il professore Filippo Emanuele Ciarapica, relatore di questa tesi, per avermi dato la possibilità di svolgere in maniera telematica questo tirocinio. Mi ha seguito costantemente ed è sempre stato disponibile a rispondere alle mie domande e dubbi fornendomi indicazioni e correzioni.

Un grande ringraziamento va ai miei genitori, in parte per il finanziamento degli studi, e quindi senza i loro sacrifici non potrei certamente essere qui, un po' per avermi sempre sostenuto, anche nei momenti di difficoltà e non mi hanno mai fatto mancare il loro appoggio durante l'intero percorso di studi.

Tengo a ringraziare anche i miei colleghi con cui ho condiviso questa incredibile esperienza.

Ringrazio infinitamente anche i miei colleghi con cui ho lavorato prima di riprendere i studi, che mi hanno fatto capire cosa significa lavorare in una linea di produzione e l'importanza di formare e investire sul mio futuro.

Un ultimo ringraziamento, ma non per importanza, va a tutti i miei amici che mi hanno sempre incoraggiato e con cui ho scherzato.

