

POLITECNICO DI TORINO

Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria Gestionale

Classe LM-31 (DM270)

Tesi di Laurea Magistrale

Applicazione del World Class Manufacturing e
dell'Autonomous Maintenance in azienda automotive



Relatori

Prof.re Agostino Villa

Prof.sa Teresa Taurino

Tutor aziendale

Ing. Vincenzo Cipolla

Candidato

Christian Mandalà

INDICE

INTRODUZIONE (Obiettivi e attività svolte)	Pag.5
1) LA METODOLOGIA WORLD CLASS MANUFACTURING	Pag.7
1.1 STORIA E MOTIVI DEL SUCCESSO	Pag.7
1.2 INTRODUZIONE AL METODO	Pag.10
1.3 I 10 PILASTRI DEL WCM	Pag.15
1.3.1 SAFETY	Pag.17
1.3.2 COST DEPLOYMENT	Pag.21
1.3.3 FOCUSED IMPROVEMENT	Pag.24
1.3.4 AUTONOMOUS ACTIVITY	Pag.26
WORKPLACE ORGANIZATION	Pag.26
AUTONOMOUS MAINTENANCE	Pag.27
1.3.5 PROFESSIONAL MAINTENANCE	Pag.28
1.3.6 QUALITY CONTROL	Pag.30
1.3.7 LOGISTICS	Pag.33
1.3.8 EARLY EQUIPMENT MANAGEMENT	Pag.37
1.3.9 PEOPLE DEVELOPMENT	Pag.38
1.3.10 ENVIRONMENT	Pag.41
2) TEORIA DELLA MANUTENZIONE	Pag.43
2.1 INTRODUZIONE	Pag.43
2.2 KPI DELLA MANUTENZIONE	Pag.46
2.3 I COSTI	Pag.55
2.4 I TEMPI	Pag.57
2.5 STRATEGIE MANUTENTIVE	Pag.58
2.5.1 MANUTENZIONE CORRETTIVA (A GUASTO)	Pag.59
2.5.2 MANUTENZIONE PREVENTIVA PROGRAMMATA	Pag.60
2.5.3 MANUTENZIONE PREVENTIVA SU CONDIZIONE (PREDITTIVA)	Pag.62
2.5.4 MANUTENZIONE MIGLIORATIVA	Pag.63
2.6 AUTONOMOUS MAINTENANCE	Pag.65
2.6.1 STEP0 (PRELIMINARY ACTIVITIES)	Pag.70
2.6.2 STEP1 (INITIAL CLEANING)	Pag.75
2.6.3 STEP2 (COUNTERMEASURES AGAINST SORCES)	Pag.80
2.6.4 STEP3 (TENTATIVE STANDARDS)	Pag.83
3) APPLICAZIONE DELL'AM IN AZIENDA	Pag.87
3.1 INTRODUZIONE E CONTESTO	Pag.87
3.2 STRATEGIA AZIENDALE E SCELTA AREA MODELLO	Pag.91
3.3 STEP0 IN AZIENDA STEP0 (PRELIMINARY ACTIVITIES)	Pag.97
3.4 STEP1 IN AZIENDA (INITIAL CLEANING)	Pag.104
3.5 STEP2 IN AZIENDA (COUNTERMEASURES AGAINST SORCES)	Pag.109
3.6 STEP3 IN AZIENDA (TENTATIVE STANDARDS)	Pag.114
4) CONCLUSIONI	Pag.129
4.1 INDICATORI KPI E KAI	Pag.129
4.2 CONSIDERAZIONI ED ESTENSIONI	Pag.142
BIBLIOGRAFIA E SITOGRAFIA	Pag.149
RINGRAZIAMENTI	Pag.151

Introduzione

Il seguente lavoro di tesi prende spunto dall'esperienza maturata durante il tirocinio svolto in Azienda* Powertrain di Campiglione (TO), nella quale ho avuto modo di far parte del team che lavora nell'introduzione e applicazione di nuovi progetti volti al miglioramento continuo.

Il progetto ha l'obiettivo di introdurre nella realtà aziendale un'evoluzione della produzione Lean: la metodologia World Class Manufacturing (WCM).

Indichiamo con il termine Lean production, una "filosofia" industriale che nasce dal sistema produttivo Toyota diffusosi in Giappone a partire dal 1950.

L'obiettivo è quello di riprogrammare la produzione, riorganizzare gli spazi aziendali, ridurre gli sprechi fino ad annullarli e di migliorare la qualità per un aumento complessivo della produttività.

Tale "filosofia" si è diffusa in Italia soltanto dagli anni 90'. Questa attesa rispetto alle imprese giapponesi, è dovuta principalmente alla dinamicità che ha avuto il mercato automobilistico orientale e ad una loro maggiore attenzione sulla riduzione degli sprechi attuata fin dagli anni 50', ma soprattutto da una marcata differenza culturale.

Altro aspetto considerevole è la ricerca del miglioramento continuo e l'attitudine alla collaborazione insita nel loro modo di essere. Tale fattore rappresenta il motivo fondamentale del loro successo e un vantaggio competitivo difficilmente imitabile all'interno delle aziende occidentali.

Basandosi sugli ottimi risultati derivanti da tale implementazione, il mercato prima americano e poi europeo, attraverso l'ausilio di diversi studiosi tra cui il "sensei"¹ giapponese Yamashima e poi Schonberger, svilupparono questa nuova metodologia (WCM).

Il World Class Manufacturing è un sistema focalizzato sul coinvolgimento delle persone, un nuovo modo di lavorare che prevede l'eliminazione degli sprechi o perdite di ogni tipo attraverso il coinvolgimento di tutto il personale, impegno rigoroso e standard.

Il termine WCM (acronimo di World Class Manufacturing) fu utilizzato inizialmente nel 1986 da R. Schonberger, ma ripreso poi da molti altri studiosi. Oggi non è possibile parlare di WCM se non associandolo a chi ne ha dato una sua interpretazione individuale.

Schonberger esaminò tale argomento, proponendo una sua visione di riferimento integrata ad alcune tecniche già note da tempo come il Just in Time² e il Total Quality Control³. Si tratta di tecniche di ingegneria industriale in cui l'innovazione tecnologica indirizza verso l'obiettivo della lotta allo spreco e del miglioramento continuo.

Secondo lui bisogna considerare la componente umana come pilastro fondamentale e considerare l'uomo come una risorsa preziosa, non come un problema da rimpiazzare con i macchinari.

Il focus deve essere sui bisogni del cliente e internamente l'organizzazione dove sviluppare e mantenere una propensione verso il miglioramento continuo.

* Per motivi di regolamentazione aziendale sulla privacy non è permesso esplicitare il nome, per tale motivo verrà chiamata Azienda (nome fittizio).

1 "Sensei" termine giapponese che indica l'accezione di "maestro" o "insegnante".

2 "Just in Time" letteralmente significa "appena in tempo", è una filosofia industriale che ha invertito il "vecchio metodo" di produrre prodotti finiti per il magazzino in attesa di essere venduti (detta logica push). Con questo metodo si vuole produrre solo ciò che è stato già venduto o che si prevede di vendere in tempi brevi.

3 "Total Quality Control" è un modello organizzativo adottato da tutti i leader mondiali e rappresenta una tecnica che mira alla gestione della qualità (intesa nei suoi molteplici aspetti).

Per la stesura dell'elaborato si è pensato di cominciare con una breve presentazione della metodologia World Class Manufacturing, i motivi che hanno portato al successo questa tecnica e la sua evoluzione nel tempo.

Il secondo capitolo seleziona e spiega invece nel dettaglio la teoria manutentiva e come essa è cambiata nel tempo fino ad arrivare alle attività di Autonomous Maintenance; vengono evidenziati gli obiettivi proposti, le attività eseguite, gli strumenti iniziali, la formazione e gli indicatori di performance e di monitoraggio KPI (Key Performance Index) e KAI (Key Activity Index).

Il terzo capitolo riprenderà i concetti della teoria illustrata nel capitolo secondo e ne mostrerà l'applicazione reale in azienda. Viene fatta una breve presentazione dell'azienda e illustrata la linea di produzione scelta come area modello. Successivamente, si mostrano le strategie aziendali che hanno portato a prediligere alcuni aspetti piuttosto che altri, sulla base delle quali sono state ritagliate e modellate sul proprio fit aziendale alcune delle fasi teoriche del pilastro Autonomous Maintenance del World Class Manufacturing.

Infine, nel quarto capitolo, vengono delineati i risultati che sono stati ottenuti nell'area modello in termini di efficienza, efficacia, andamento dei tempi di pulizia e tempo di fermo macchina dovuti alla mancanza di condizione di base, oltre che gli indicatori KPI e KAI.

Inoltre viene fatto un resoconto, dal quale verranno formulate alcune considerazioni sulle fasi di maggior difficoltà, sul gradimento e l'integrazione nella mentalità dei dipendenti che devono accettare ed abituarsi al cambiamento e infine sui risultati ottenuti.

Sulla base dei buoni risultati ottenuti nell'area modello, viene illustrata l'estensione del metodo in altre aree dell'azienda e le possibili future evoluzioni.

Capitolo1. La metodologia World Class Manufacturing (WCM)

1.1 La storia e i motivi del successo

Il maestro giapponese del World Class Manufacturing è Hajime Yamashina. Egli passò gran parte della sua vita viaggiando per il mondo in modo da adattare i precetti del “toyotismo” alle diverse visioni dei suoi clienti; prima alle grandi aziende dell’auto americana, dove ha preso proprio il nome di WCM, e conseguentemente in Europa.

Il World Class Manufacturing, fin dagli anni ’80, era conosciuto come un modo per incrementare la competitività di un’azienda, infatti, gran parte delle aziende mondiali vennero avvicinate a questo tipo di filosofia in modo da produrre dei prodotti di alta qualità e delle prestazioni innovative che potessero portare a miglioramenti tali da poter crescere a livello globale nonostante le condizioni di forte concorrenza.

Negli anni successivi questa teoria venne maggiormente perfezionata da molti studiosi, alcuni dei quali svilupparono nozioni e metodiche da adottare per arrivare all’eccellenza, i così detti 10 pilastri.

Gli esperti sentirono inoltre, il bisogno di creare una modalità di gestione differente; si cercò di responsabilizzare maggiormente i lavoratori per aumentare il loro coinvolgimento.

Un ulteriore aiuto nella definizione di questa filosofia volta al miglioramento continuo, venne dato da R. Schonberger, che intese il WCM come un modello specifico in grado di migliorare la qualità, costi e flessibilità, considerati punti molto importanti per la competitività sul piano mondiale.

In Italia, questa filosofia prese piede nel 2004 quando Sergio Marchionne invitò Stefan Ketter, capo della qualità di Fiat Group Automobiles, a dedicarsi allo sviluppo del WCM. Egli diventò responsabile di questo progetto insieme a Luciano Massone, così chiamarono l’esperto Hajime Yamashina che spiegò ai lavoratori un programma rivolto alla formazione e alla teoria dei “Muda⁴” e del “kaizen⁵”.

Fu proprio questa la tecnica di Yamashina: arrivare in un paese, coglierne i tratti della cultura industriale e modulare su essi i principi del toyotismo. In base a ciò furono scelti due stabilimenti modello, in Italia Melfi e in Polonia Tychy, dove venne applicata la teoria del WCM grazie alla quale si ottennero grandi risultati derivanti dal riconoscimento e dall’eliminazione di circa il 60% delle operazioni che non portavano a nessun valore aggiunto.

Con il passare del tempo il WCM si espanse anche in altri stabilimenti come ad esempio quello di Pomigliano, Mirafiori, in Polonia, per poi passare alle strutture americane e infine espandersi anche ai maggiori fornitori.

⁴ “Muda” è un termine giapponese usato per indicare tutte quelle attività che non portano valore aggiunto, nella Lean production con questo termine si intende lo spreco.

⁵ “Kaizen” altra terminologia giapponese usata per indicare interventi di miglioramento continuo, letteralmente vuol dire “cambiare in meglio”.

In seguito alla crisi mondiale, il contesto economico fu lo scenario principale che agevolò la diffusione di questa nuova filosofia, la quale interessò inizialmente le aziende americane, soprattutto General Motors, Chrysler e Ford e successivamente molte altre nel Mondo.

L'azienda Fiat colse così l'occasione di avvicinarsi al mercato americano in modo da poter conseguire maggiori dimensioni.

L'entrata fu resa favorevole dall'Accordo con il sindacato dei lavoratori Chrysler. Per la rinascita si decise di puntare sul WCM creando addirittura un'Academy. Questa collaborazione ebbe molto successo e portò il Gruppo FCA, appena sorto, tra i maggiori produttori mondiali di auto.

Un esempio della riuscita del WCM è quello della fabbrica di Pomigliano, ex Alfa Romeo Sud, che venne riqualificata attraverso l'introduzione del nuovo metodo collaudato prima in altre fabbriche. Mediante l'assunzione di questa nuova filosofia, lo stabilimento di Pomigliano passò, da essere uno degli stabilimenti meno produttivi di Fiat in Italia, ad una delle migliori a livello europeo. In questo modo Chrysler non solo evitò la bancarotta ma si riprese con slancio.



Figura 1.1.1 Hajime Yamashina, guru del World Class Manufacturing.

	Taylorismo “estremo” fino agli anni '70		Taylorismo “partecipativo” anni '80-'90		Lean dagli anni '00	
Focus della produzione	Qualità Costi Tempo	Costi	Qualità Costi Tempo	Qualità	Qualità Costi Tempo	Valore
Mercato	Insaturo		In saturazione		Saturo	
Domanda	>Offerta		Di sostituzione		<Offerta	
Concorrenza	Scarsa		Elevata		“Selvaggia”	
Gamma	Limitata		Estesa		“Infinita”	
Prodotto	Standard		Standard + Optionals		Moltissime configurazioni	
Cliente	Elementare		Esigente		Molto esigente	
Volumi	Alti		Medi		Bassi	
Tecnologia	Semplice e dominante (meccanica e chimica)		Alta e dominante (elettronica e automazione)		Alta e adattiva (tutte le tecnologie)	
Flessibilità	Bassa		Crescente		Elevata	
Tempi	Lunghi		Brevi		Brevissimi	
Make or Buy	Make		Buy		Make	

Figura 1.1.2 Evoluzione storica dei modelli produttivi.

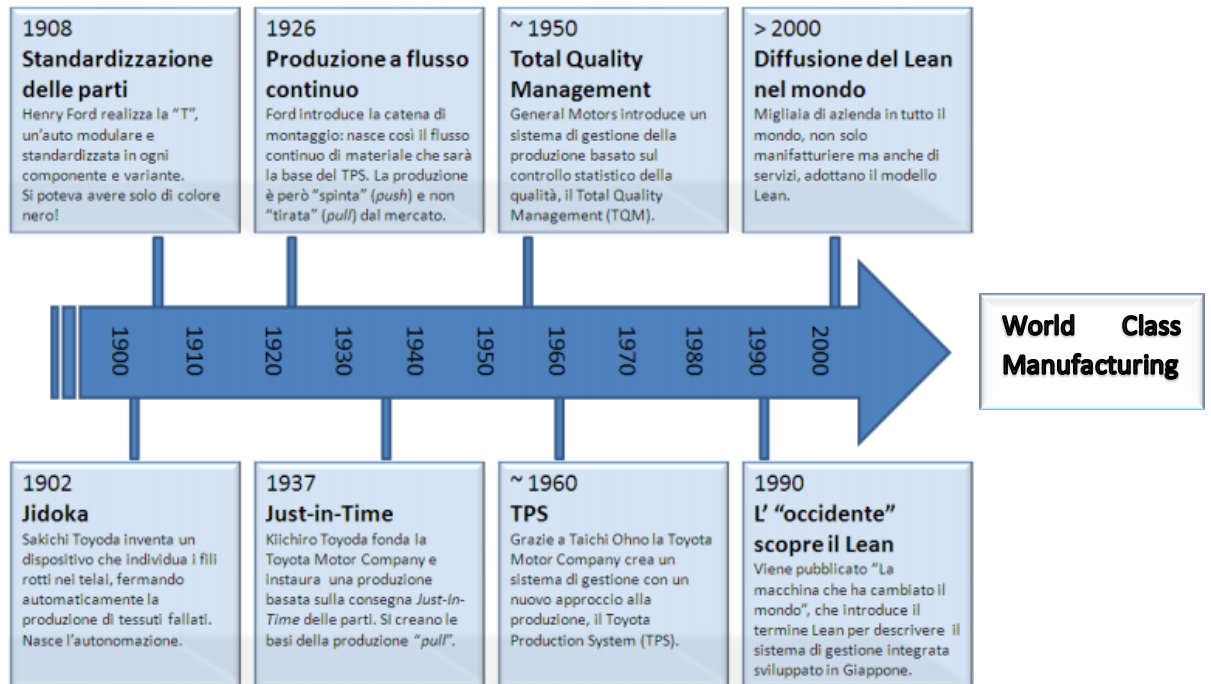


Figura 1.1.3 Tappe fondamentali della Lean production.

1.2 Introduzione al metodo

La filosofia World Class Manufacturing si propone di realizzare attività che mirano all'implementazione di prospetti "Kaizen", facendo collaborare tutti i settori dell'azienda. L'attuazione di questo modello si prefigge come obbiettivo una riduzione dei costi dello stabilimento e a puntare ad avere un ruolo sempre più importante in un contesto di mercato mondiale agonistico.

Questo nuovo progetto nasce per riuscire ad annullare gli sprechi e produrre maggiormente, con un consumo minore delle risorse.

Il WCM è basato sulla realizzazione di un sistema nel quale:

- Il caposaldo di Performance è la Sicurezza
- Vengono utilizzati degli standard tipici del WCM
- Il cliente può dar voce ai suoi pensieri all'interno dell'azienda
- Si cerca di eliminare del tutto le perdite
- Vi è un'applicazione rigorosa del metodo
- Qualsiasi problema viene immediatamente riconosciuto
- L'applicazione del modello avviene direttamente sul posto di lavoro
- Applicando le tecniche, si impara maggiormente
- Vengono coinvolti tutti i lavoratori
- Si cerca di mirare al successo continuo

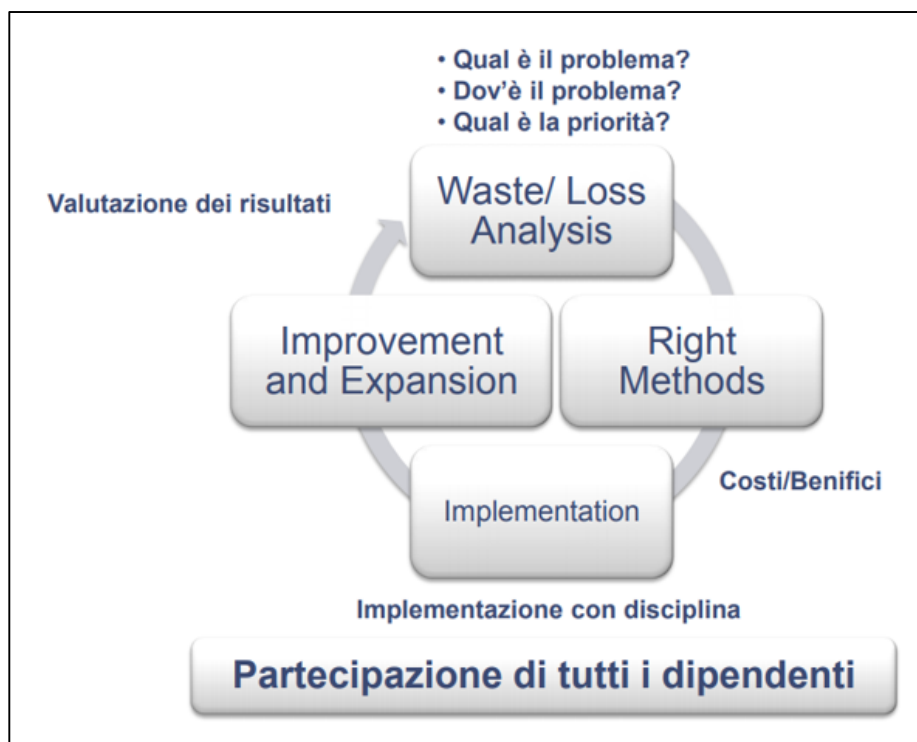


Figura 1.2.1 Approccio al problema del World Class Manufacturing.

Parlando di WCM, che tradotto significa “produzione a livello mondiale”, ci si riferisce ad un sistema in cui vengono introdotti rigidi metodi standardizzati, che hanno come fine quello di limitare gli sprechi e le perdite attraverso un progetto di avanzamento continuo.

La riorganizzazione aziendale viene attuata mediante un piano di lavoro coordinato che comprende particolari aree, tra di esse in primo luogo risulta importante la gestione della salute e la sicurezza sul posto di lavoro, ma possono comprendere inoltre lo studio dei costi, la qualità, la manutenzione. A livello globale questa filosofia viene elaborata da numerose imprese di prestigio.

Per poter puntare al massimo risultato nel World Class Manufacturing bisogna seguire alcune fasi:

- *Coinvolgimento totale*

Il compito dei dirigenti è quello di collaborare assieme al personale, in modo che assieme si possa applicare al meglio il metodo WCM.

- *Scomposizione dei problemi*

Realizzare soluzioni accessibili per i compiti complessi, dove si andrebbe ad analizzare principalmente le perdite e gli sprechi.

- *Analisi dei costi*

Si crea una classifica di priorità per ogni pilastro tenendo in considerazione le perdite misurate durante la fabbricazione.

- *Ritorno dell'investimento (B/C)*

Le attività sono progettate attraverso un rapporto costi/benefici che dovranno essere favorevoli per la Società.

- *Approccio graduale*

In un primo momento il WCM viene applicato all'area più critica dove i suoi metodi e strumenti vengono utilizzati per annullare le perdite; successivamente il modello viene ampliato ad altre aree.

- *Standardizzazione*

Ogni azione è frutto di una serie di dati e di fatti.

Vengono identificati degli standard di basi, si eliminano le cause della perdita continua e per finire si sviluppano e consolidano i processi.

Quando si utilizzano delle risorse per un processo di trasformazione o produzione di un qualsiasi oggetto o servizio, il percorso può incontrare anomalie o problemi, ai quali sono associati i concetti di efficacia ed efficienza.

$$Efficacia = \frac{Output}{Input}$$

Dove parità di Input si misura la quantità di Output. L'utilizzo non efficace di input è perdita.

$$Efficienza = \frac{Output}{Input}$$

Questa volta a parità di Output si misura la quantità di Input. L'eccesso di input è uno spreco.

Gli sprechi e le perdite rappresentano la differenza tra il processo ideale e quello reale. Inoltre a sprechi e perdite vengono associati dei costi, ma i costi di per sé sono essenziali per poter produrre. Il problema è che tali entità non portano nessun valore aggiunto.

Il WCM è un modello di produzione che mira al miglioramento, mediante la precisazione e individuazione degli sprechi e delle perdite. Per realizzare ciò, il sistema deve avere alcune caratteristiche come per esempio la semplicità, il rigore, il coinvolgimento delle persone e la flessibilità.

Nonostante la filosofia WCM sia progredita molto, alcuni dei suoi aspetti sono rimasti fedeli nel tempo quali:

- Mirare sempre al miglioramento
- Ottenere risultati concreti
- Massimo impegno a tutti i livelli

La realizzazione totale dei pilastri avviene in sette Step che prevedono determinate attività. Tali Step sono poi raggruppabili ulteriormente in tre fasi che sono reattiva, preventiva e proattiva.

In primo luogo il WCM prescrive una valutazione accurata dei rapporti costi/benefici per la realizzazione di miglioramenti. Nel momento stesso in cui si analizza l'innovazione, questa va trasposta in un progetto di sviluppo, il quale deve essere costantemente monitorato facendo riferimento a due concetti che sono la profondità dell'azione e la sua estendibilità.

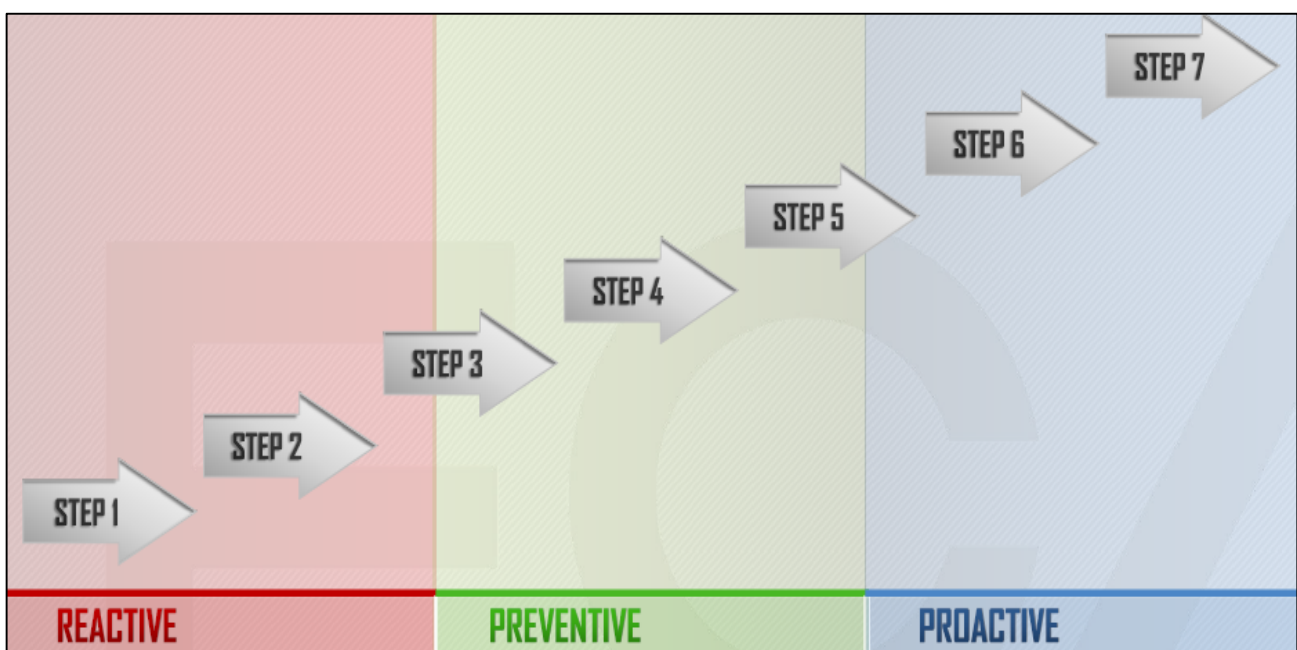


Figura 1.2.2 I sette Step che caratterizzano l'evoluzione di ognuno dei pilastri.

Step	Descrizione	Azioni	Obiettivi
1	Quantificare i costi totali di trasformazione. Assegnare obiettivi di riduzione dei costi. Assegnare i costi totali di trasformazione per processo	Base	Analisi ed avviamento del progetto
2	Identificare qualitativamente perdite e sprechi. Quantificare le perdite e gli sprechi in base alle precedenti misure (step 1)	Base	Analisi ed avviamento del progetto
3	Separare le perdite causali da quelle risultanti	Base	Analisi ed avviamento del progetto
4	Calcolare i costi di perdite e sprechi	Preventive	Attività del miglioramento continuo con metodo PDCA ⁺
5	Identificare i metodi per il recupero di perdite e sprechi	Preventive	Attività del miglioramento continuo con metodo PDCA
6	Stimare i costi del miglioramento e delle riduzioni corrispondenti di perdite e sprechi	Proattive	Attività del miglioramento continuo con metodo PDCA
7	Implementare il piano di miglioramento	Proattive	Attività del miglioramento continuo con metodo PDCA

Figura 1.2.3 Descrizione e obiettivi dei sette Step.

⁺ *PDCA è una logica di applicazione illustrata in seguito.*

In quanto **profondità** dell'azione, il WCM prevede che:

- 1) Preliminarmente si individui in fabbrica un'area limitata su cui iniziare a sperimentare il WCM;
- 2) Passo dopo passo vengano applicati i sette Step previsti, che vanno dall'individuazione del problema e dei costi da sostenere fino al piano delle azioni per il miglioramento;
- 3) Solo una volta completati i sette Step si può pensare ad una estensione del progetto che preveda l'apertura di altri cantieri in aree giudicate critiche dall'analisi preliminare dei costi.

I risultati, delle varie aree sottoposte al WCM, devono essere convalidati da un ente esterno o interno nominato dalla direzione: il processo di validazione (audit), oltre a verificare oggettivamente i risultati raggiunti, serve a mettere in competizione le varie iniziative ed innescare nuovi miglioramenti (estendibilità).

L'implementazione della metodologia e dei pilastri tecnici avviene secondo un processo di Espansione. Si parte dalle aree e dalle macchine più critiche sulla base della prioritizzazione indicata dalla teoria, per poi estendere il modello alle altre aree, seguendo la logica, fino ad arrivare all'estensione totale su tutto lo stabilimento.



Figura 1.2.4 Logica di espansione metodologia.

Per quanto riguarda la profondità dell'azione si presume che: identificata una zona sulla quale si possa cominciare a sperimentare il nuovo metodo; si cominci a mettere in atto i sette Step e, una volta portati a termine, procedere con l'ideare l'estensione del modello in altre zone considerate critiche.

Una volta arrivati ai risultati, la direzione deve eleggere un ente che convalidi i dati a cui si è arrivati, questo processo ha come scopo l'estendibilità cioè promuovere ulteriori miglioramenti. Come detto in precedenza il modello WCM viene, inizialmente, applicato alle zone considerate più critiche fino ad estenderlo su tutta l'azienda.

Durante tutto lo svolgimento del metodo, per ogni pilastro si stilano delle Check-list per poterne stimare il miglioramento o il mantenimento.

In base a questo documento, ad ogni Step viene assegnato un punteggio risultante dalle valutazioni di diversi criteri, con punteggio che può variare da 0 (assenza del metodo) a 5 (massimo livello), questo valore rappresenterà il livello di realizzazione del metodo.

Per fare in modo che venga assicurata l'oggettività e il giusto grado di enfasi, vengono stilate numerose Check list di verifica e con diversi tipi di enti, infatti la WCM Association identifica in maniera distinta delle figure in grado di compilare gli audit.

Queste figure sono chiamate auditor e sono suddivisi in tipologie: Junior, Regular Senior e Master.

Questi audit considerano il livello di applicazione e determinano un punteggio finale sul quale le aziende possono competere fino al raggiungimento di quattro livelli di certificazione mondiale: bronzo, argento, oro e world class, in base alla percentuale di realizzazione.



Figura 1.2.5 Livelli di riconoscimento WCM

1.3 I 10 Pilastri del WCM

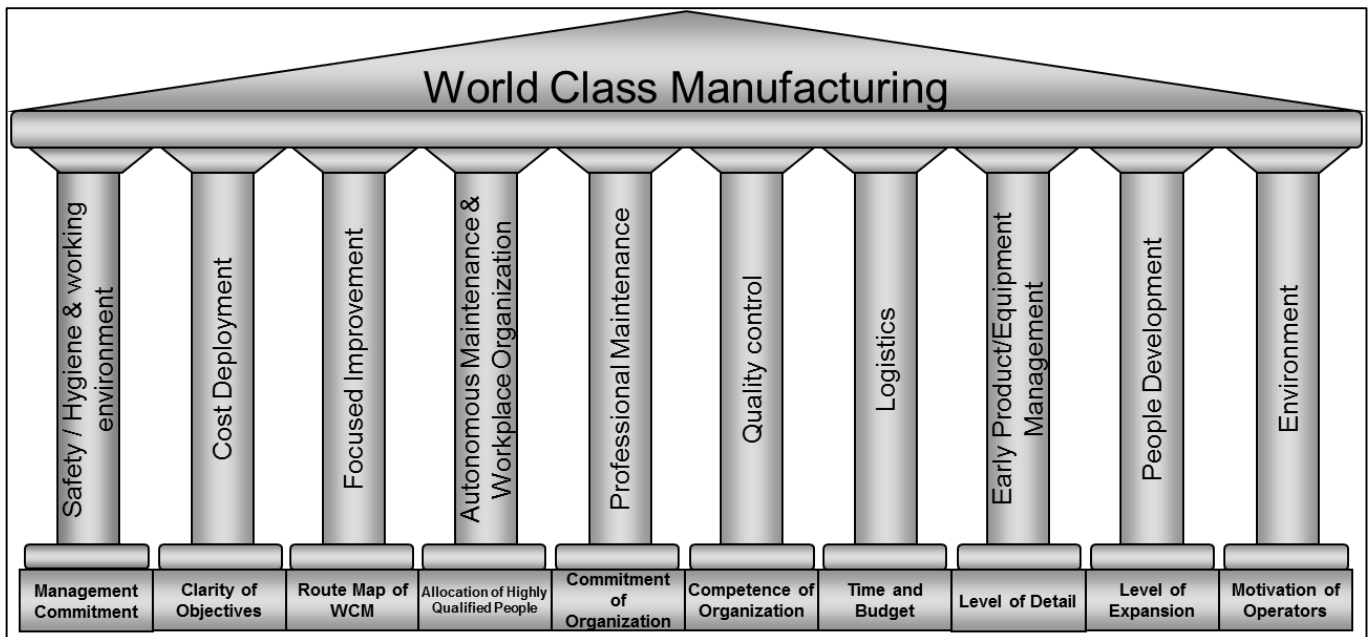


Figura 1.3 I pilastri del World Class Manufacturing.

Come precedentemente anticipato, nell'uso di questa metodologia ci si basa sulla scomposizione delle problematiche aziendali su dieci macro aree rappresentabili, in maniera simbolica, con 10 pilastri tecnici e manageriali su cui poggia il WCM.

Tutti i pilastri utilizzano metodologia e strumenti standard in modo da ottenere gli obiettivi principali, cioè: Zero scarti, Zero difetti, Zero errori, Zero stoccaggio.

Le attività di miglioramento vengono svolte attraverso dieci **pilastri tecnici**:

- Safety
- Cost Deployment
- Focused Improvement
- Autonomous Activity:
Workplace Organization
&
Autonomous Maintenance
- Professional Maintenance
- Logistics
- Early Product/Equipment Management
- People Development
- Environment

E manageriali:

- Management Commitment
- Clarity Objectives
- Route Map of WCM
- Allocation of highly Qualified People
- Commitment of Organization
- Competence of Organization
- Time and Budget
- Level of Detail
- Level of Expansion
- Motivation of Operators

I dieci pilastri manageriali, che hanno lo stesso peso dei pilastri tecnici, guidano il management dell'impresa verso il giusto processo decisionale al fine di incrementare i risultati ed ottimizzare i processi di miglioramento ed integrazione tra i pilastri tecnici.

Segue una breve presentazione per ogni pilastro tecnico della metodologia i quali, come chiaramente illustrato nella figura, sono totalmente integrati ai pilastri manageriali alla base.

1.3.1 Safety

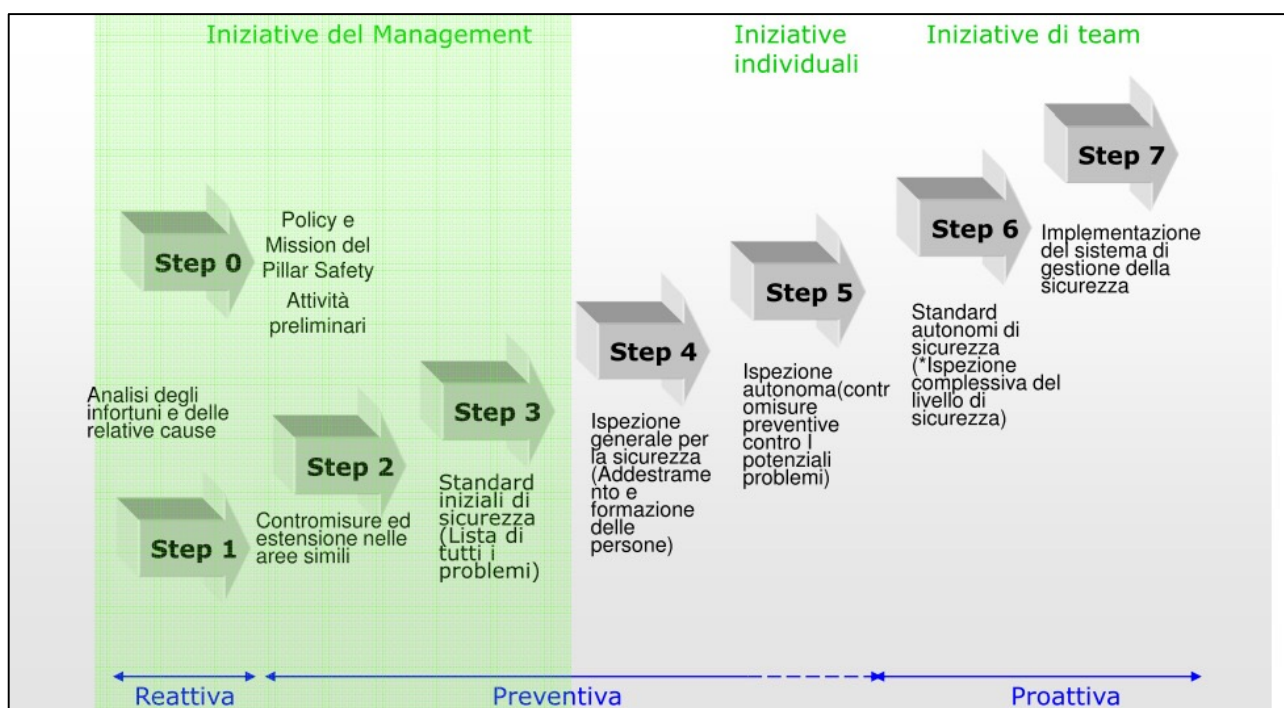


Figura 1.3.1.1 I sette Step del pilastro sicurezza.

La colonna tecnica della sicurezza propone il miglioramento continuo dell'ambiente di lavoro e l'eliminazione delle condizioni che potrebbero essere rischiose per tutti i lavoratori.

Tali obiettivi possono essere raggiunti diffondendo la cultura della sicurezza a tutti i diversi livelli organizzativi.

Punto di partenza:

- Aspetti normativi: Conoscenza e osservazione delle normative, specifiche del Paese, in merito alla sicurezza del posto di lavoro;
- Aspetti etici: garantire una gestione efficace della salute, della sicurezza e dell'ambiente di lavoro.

Questo pilastro volto al miglioramento continuo della sicurezza ha l'obiettivo di eliminare le condizioni che potrebbero generare incidenti ed infortuni.

Gli obiettivi primari del pilastro sicurezza sono:

- La riduzione drastica degli incidenti
- Lo sviluppo di una cultura incentrata sulla prevenzione degli incidenti
- Il miglioramento continuo dell'ergonomia del posto di lavoro
- Lo sviluppo di competenze professionali specifiche

L'Obiettivo finale è di azzerare gli infortuni e le medicazioni!

Le principali **attività** si possono così schematizzare:

- Analisi degli eventi
- Identificazione e valutazione dei rischi
- Audit Interni
- Miglioramenti tecnici sulle macchine e sul posto di lavoro
- Formazione, addestramento e controllo

Progressivamente tutti gli appartenenti all'organizzazione dovranno essere coinvolti in un processo di sensibilizzazione crescente sugli aspetti normativi, economici ed etici.

E' impossibile addestrare le persone a non commettere mai errori, occorre addestrarle ad essere sensibili e informati sull'importanza di lavorare in condizioni di sicurezza.

Inoltre occorre creare un ambiente di lavoro sicuro per la salute e la sicurezza dei lavoratori.

I manager giocano un ruolo fondamentale in questo processo di sensibilizzazione al safety.

Il modo migliore per ridurre gli incidenti, causati dal comportamento degli operai, è quello di organizzare attività specifiche di addestramento e rendere chiari e visibili i pericoli presenti nell'azienda.

L'impegno e la dedizione sono il segreto del successo, la convinzione dell'importanza di questo tema e del rispetto delle regole deve essere condivisa in tutti i livelli aziendali.

I manager devono garantire il corretto supporto alle attività svolte dai loro collaboratori e i lavoratori devono impegnarsi a rispettare le regole ricordandosi che la cultura della prevenzione nasce dal loro comportamento.

La presenza di una Policy rappresenta un chiaro riferimento per tutta l'organizzazione e indica la visione, i valori essenziali e le convinzioni dell'azienda sul tema della salute e sicurezza sul lavoro e serve a definire la direzione, i principi d'azione e i risultati a cui tendere.

Vengono, a tale fine, utilizzati indicatori che, aggiornati periodicamente, monitorizzano il miglioramento e l'appropriatezza per l'organizzazione.

Il metodo di implementazione del pilastro è sistemico ed avviene attraverso l'approccio alla soluzione dei problemi secondo la logica **PDCA (Plan, Do, Check, Act – Pianificare, Intervenire, Controllare i risultati, Estendere le attività ad aree simili)** esteso a tutte le persone che fanno parte dell'organizzazione.



Figura 1.3.1.2 Logica PDCA.

L'organizzazione si basa su un processo di miglioramento che **per essere efficacemente gestito** deve prevedere i seguenti elementi:

- Istruzioni di Lavoro contenenti i riferimenti alle norme di sicurezza e alle specifiche responsabilità individuali
- Sistema di verifica e misurazione, relativo alle attività svolte inerenti al tema del miglioramento della sicurezza
- Sistema di premiazione correlato al raggiungimento degli obiettivi
- Sistema di miglioramento degli standard raggiunti

Inoltre l'organizzazione si basa sui seguenti **punti principali**:

- Il coinvolgimento di tutti i lavoratori: il successo dell'implementazione del sistema dipende dal raggiungimento della consapevolezza per ogni lavoratore delle responsabilità della propria sicurezza e di quella dei propri collaboratori
- La comunicazione e la formazione: la sicurezza nasce da una corretta comunicazione (formazione ed informazione dei lavoratori)
- Le competenze: il personale deve essere adeguatamente formato relativamente alle disposizioni di legge e alle modalità di lavoro sicuro.

La pianificazione di una corretta gestione delle condizioni di sicurezza del posto di lavoro può essere strutturata nei seguenti punti:

- Identificazione dei principali pericoli;
- Valutazione dei rischi relativi;
- Individuazione di azioni di miglioramento;
- Identificazione di KPI per il monitoraggio continuo delle attività.

L'implementazione delle attività pianificate e l'adozione di procedure ed istruzioni di lavoro specifiche consentiranno il controllo dei rischi delle postazioni di lavoro (riduzione o eliminazione del rischio residuo), la corretta gestione delle modifiche di processo o prodotto con applicazione delle contromisure a sostegno e diffusione della cultura della sicurezza.

Il monitoraggio dell'efficacia delle azioni implementate nonché il continuo rispetto della conformità legislativa delle postazioni di lavoro avviene attraverso un sistema di auditing programmato.

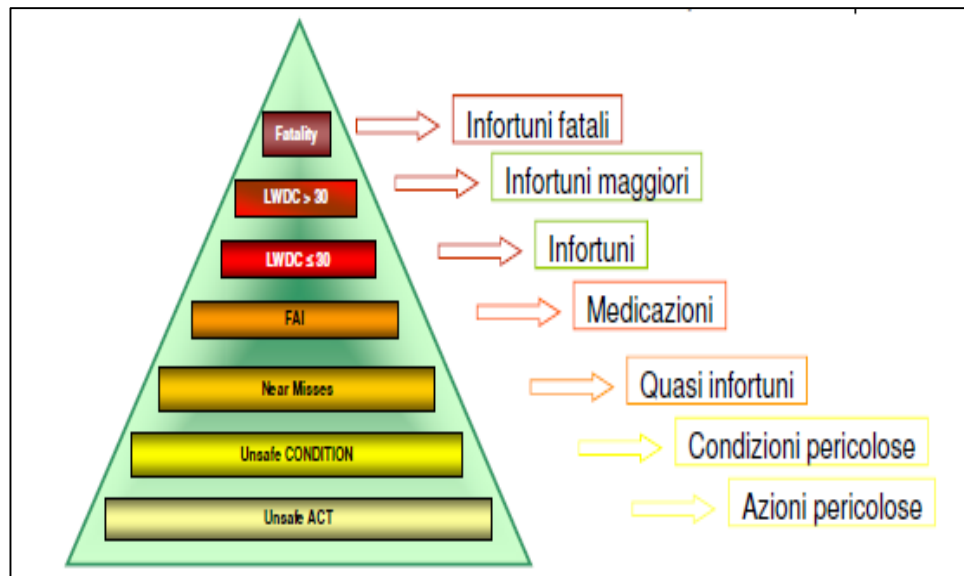
Le attività di audit devono essere frequenti e strutturate su più livelli di verifica.

I principali **strumenti** sono:

- Check list di controllo a vari livelli;
- Audit a vari livelli;
- Gestione a vista delle aree Modello (activity board, safety tag).

La prevenzione efficace deve focalizzarsi sulle cause degli incidenti, perché le conseguenze possono essere casuali e di gravità differente. Statisticamente è provato che per ogni incidente grave avvengono mediamente 30 incidenti di gravità minore e circa 300 mancati infortuni che non hanno provocato lesioni ma che hanno le stesse potenzialità degli eventi più gravi.

La piramide di Heinrich è uno strumento che conduce all'analisi accurata non solo degli incidenti più gravi, collocati nella parte alta della piramide, ma anche di tutti gli eventi collocati nella parte bassa.



1.3.1.3 Piramide di Heinrich.

1.3.2 Cost Deployment (CD)

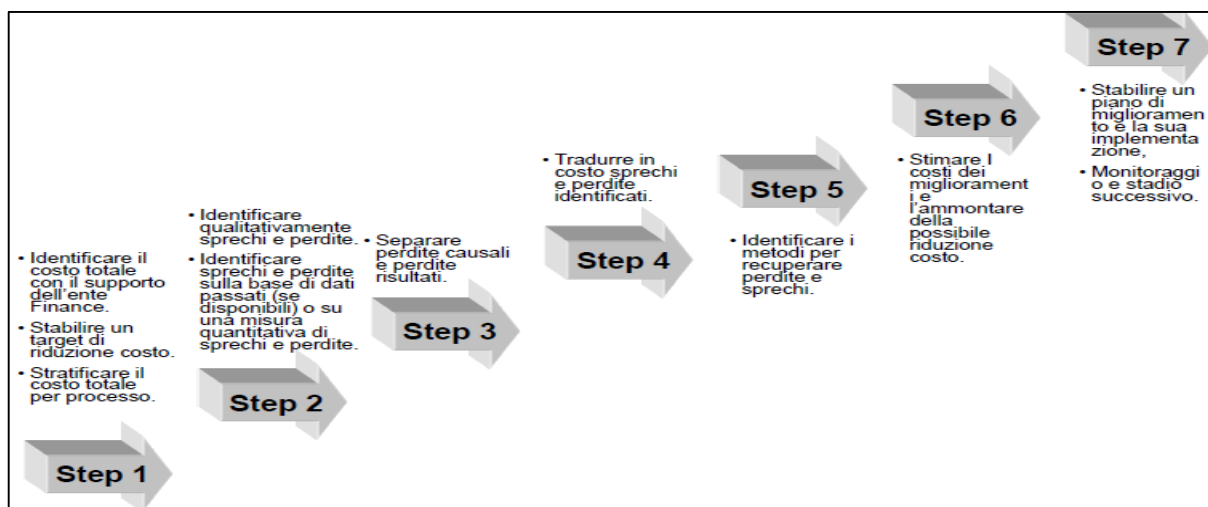


Figura 1.3.2.1 I sette Step del pilastro Cost Deployment.

Il Cost Deployment è una metodologia che definisce, in modo scientifico e sistematico, un programma di riduzione costi basato sulla cooperazione di risorse di Produzione e Finance.

I sistemi tradizionali di contabilità hanno i seguenti **punti deboli**:

- Il Budget è spesso definito basandosi sui risultati dell'anno precedente senza un'analisi logica.
- C'è il rischio che ci siano grandi differenze rispetto a quanto definito dal Budget.
- Difficilmente evidenziano sprechi e perdite.
- Potrebbe non esserci un chiaro collegamento tra azioni e risultati nello stabilimento.
- Potrebbero portare ad una valutazione non appropriata dei costi generati da una bassa affidabilità delle macchine.

Il Cost Deployment permette di:

- Individuare le relazioni tra fattori di costo, processi che generano i costi ed i vari tipi di sprechi e perdite.
- Trovare relazioni tra sprechi e perdite e loro riduzioni.
- Chiarire se è disponibile il know-how per la riduzione di sprechi e perdite.
- Classificare i progetti sulla base dell'analisi Costo/Beneficio.
- Permette alle persone di comprendere il valore complessivo di sprechi e perdite nei loro stabilimenti.
- Programma focalizzato che permette di generare risparmi.
- E' una guida per i progetti.

In una fabbrica ci sono normalmente enormi quantità di **sprechi e perdite**, come ad esempio:

- Guasti Macchine;
- Setup
- Difettosità
- Micro-fermate;
- Ritardo nell'approvvigionamento dei materiali.

Queste perdite/sprechi incrementeranno il costo di trasformazione. Fino a quando non siamo in grado di evidenziare questi problemi e risolverli velocemente, la produzione diventa sempre più debole fino, eventualmente, a mettere a rischio la società.

I benefici dell'approccio Cost Deployment sono:

- Focus che permette di individuare le aree che possano garantire i maggiori risparmi.
- Valorizzare correttamente perdite e sprechi.
- Visualizzare i risparmi.

L'elemento chiave di una buona applicazione di Cost Deployment è la **Misura**. Solo i dati possono portare ad individuare le giuste aree e fare poi capire se le contromisure adottate sono realmente efficaci.

Il Cost Deployment può essere applicato **in tutti i campi**:

- Divisione della fabbrica in aree.
- La suddivisione deve seguire le fasi di processo.
- Definire perdite e sprechi.
- Raggruppare perdite e sprechi secondo tipologia e fase di processo.
- Decidere da dove iniziare, ad esempio, scegliendo l'area con il maggiore ammontare di perdite.

Le prime **attività** da fare sono:

- Definire un obiettivo (ad esempio: riduzione costo del 10%)
- Comprendere perdite e sprechi.
- Definire una priorità seguendo una logica chiara nella scelta della metodologia.
- Monitorare i risultati dei progetti.
- Evidenziare l'impatto sui KPI.

La raccolta dei dati è fondamentale per lo svolgimento delle attività di ogni pilastro e ogni singolo indicatore KPI, KAI sarà necessario per lo sviluppo del cost deployment. Anche la frequenza con cui raccolgo i dati è importante. Tanto è più frequente la raccolta (e poi per la successiva analisi dei dati) tanto più è veloce la risposta del cost deployment e di tutti gli altri. E' fondamentale dare una misura a tutte le perdite che vengono identificate nei processi in esame. Per fare questo occorre trovare un **indicatore tecnico** che consenta di:

- Quantificare la perdita;
- Valorizzarla economicamente.

La raccolta dati è quindi l'elemento essenziale per lo sviluppo di attività di Cost Deployment. Deve prevedere una cooperazione tra le persone di Amministrazione e Controllo e le persone di Produzione. Ognuno in base alle proprie competenze avrà la responsabilità di fornire i dati necessari alla valorizzazione delle perdite e un'analoga cooperazione deve verificarsi al momento della consuntivazione dei risparmi da progetti World Class Manufacturing. Occorre verificare che ci sia una raccolta dati coerente ed esaustiva per le perdite evidenziate nella matrice A del Cost Deployment. I dati necessari alle valorizzazioni nelle matrici di Cost Deployment possono richiedere una raccolta dati costante (ad esempio tempi di guasto degli impianti) o semplicemente risiedere in sistemi di fabbrica (ad esempio percentuali di dissaturazione) a seconda che la natura del dato possa essere considerata dinamica o statica. Dal momento che le matrici di cost deployment vengono tipicamente elaborate 2/3 volte l'anno, i dati raccolti dovranno essere mensilizzati (matrice C) e annualizzati (sintesi nel grafico di reportistica). La valorizzazione delle perdite deve essere fatta considerando un arco temporale di circa 3 mesi al fine di ricavarne poi una fotografia media mensile (mensilizzazione) o annuale (annualizzazione).

Tempi	Percentuali	Struttura	Tariffe	Costi
<i>Ore Guasto</i>	<i>% NVAA nei cicli di lavoro</i>	<i>Numero Operatori</i>	<i>Costo Orario Manodopera Diretta</i>	<i>€ Scarto Materiale</i>
<i>Ore Microfermate</i>	<i>% Dissaturazione</i>	<i>Numero Manutentori</i>	<i>Costo Orario Manodopera Indiretta</i>	<i>€ Materiali di Consumo</i>
<i>Ore Mancanza Materiale</i>	<i>.....</i>	<i>Numero Addetti Qualità</i>	<i>Costo Orario Capo Ute</i>	<i>€ Materiali di Manutenzione</i>
<i>Ore Mancato Carico</i>		<i>Numero Conduttori Impianti</i>	<i>Costo Orario Tecnologo</i>	<i>€ Smaltimento Rifiuti</i>
<i>Ore Mancato Scarico</i>		<i>Numero Capi UTE</i>	<i>Costo Orario FEM/ Illuminazione</i>	<i>.....</i>
<i>Ore Lavorate</i>		<i>Numero Tecnologi</i>	<i>Costo Orario Riscaldamento / Raffreddamento</i>	
<i>Ore Rilavorazioni</i>		<i>.....</i>	<i>.....</i>	
<i>.....</i>				

Figura 1.3.2.2 Un esempio di elenco dei principali dati da raccogliere.

1.3.3 Focused Improvement (FI)

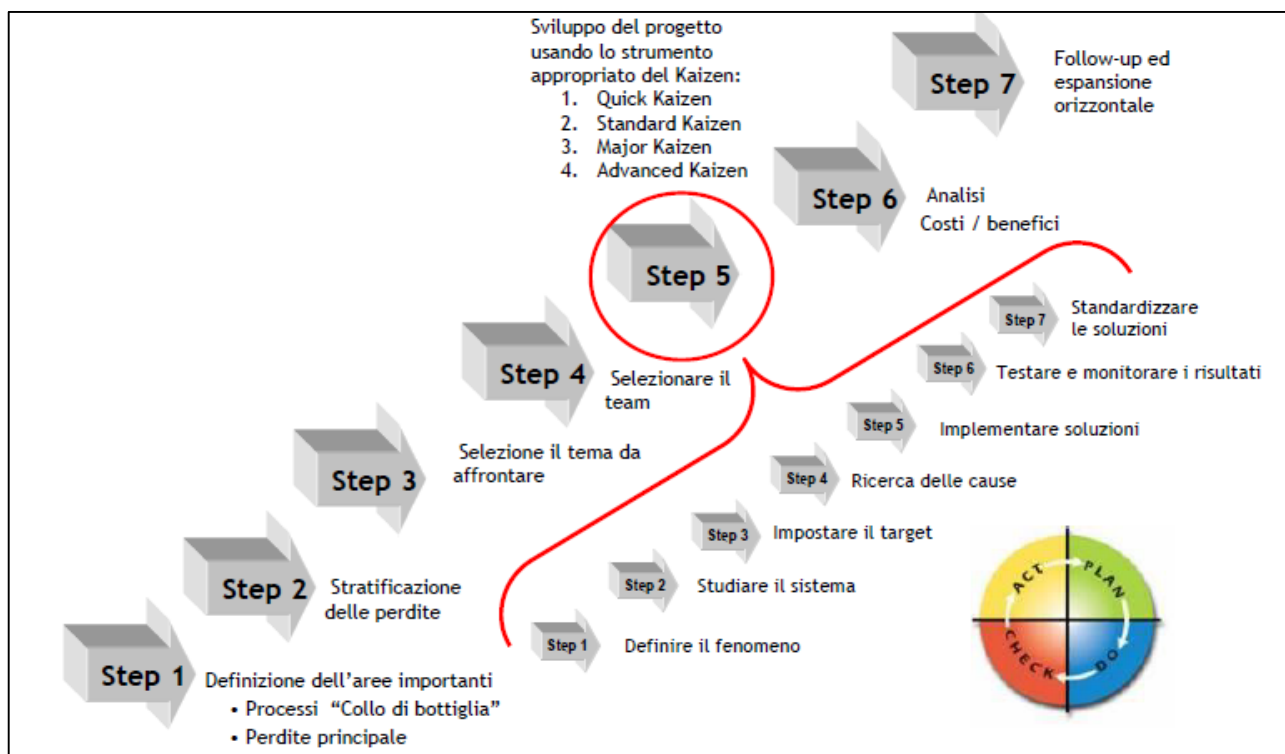


Figura 1.3.3.1 I sette Step del Focused Improvement.

È un approccio focalizzato sulla soluzione di tematiche specifiche e univocamente identificabili, che si propone di ottenere un risultato a breve termine con un beneficio elevato in termine di riduzione dei costi dovuti alle perdite e agli sprechi. Serve a ridurre le grandi perdite presenti nel sistema di produzione di fabbrica e a sviluppare le competenze e il know-how nel Problem Solving.

Gli **obiettivi** del pilastro sono:

- Miglioramento nell'efficienza degli impianti
- Riduzione dei tempi di set-up
- Riduzione degli sprechi
- Crescita professionale e acquisizione del metodo
- Sviluppo di un'attitudine rivolta al miglioramento

Le **attività** necessarie per il raggiungimento sono:

- Definire Team di pilastro
- Definire indicatori (KPI / KAI) da migliorare con relativo monitoraggio.
- Supportare la scelta dei miglioramenti basata sulle priorità (perdite, safety, qualità)
- Elaborare progetti di miglioramento focalizzati (kaizen)
- Coordinare, monitorare e supportare le attività dei pilastri con un sistema di incontro standardizzato.
- Predisporre un sistema di raccolta e diffusione delle Best Practice / Lesson Learned
- Monitorare e supportare la diffusione e l'utilizzo dei tools di problem solving
- Creare un report story / data base dei progetti (aperti, chiusi)

L'approccio alla risoluzione dei problemi può essere di due tipi:

- Sistemático: orientato alla soluzione di tematiche di carattere generale e non univocamente identificabili, attraverso l'apertura di specifici cantieri in determinate aree (anche nelle aree cantiere è possibile affrontare singoli problemi con approccio focalizzato);
- Focalizzato: orientato alla soluzione di tematiche specifiche e univocamente identificabili (attività prevalentemente svolte dal team al di fuori delle aree cantiere).

Ogni fenomeno di perdita, di qualsiasi natura esso sia, si affronta secondo una logica PDCA che è la base di tutte le metodologie di problem solving.

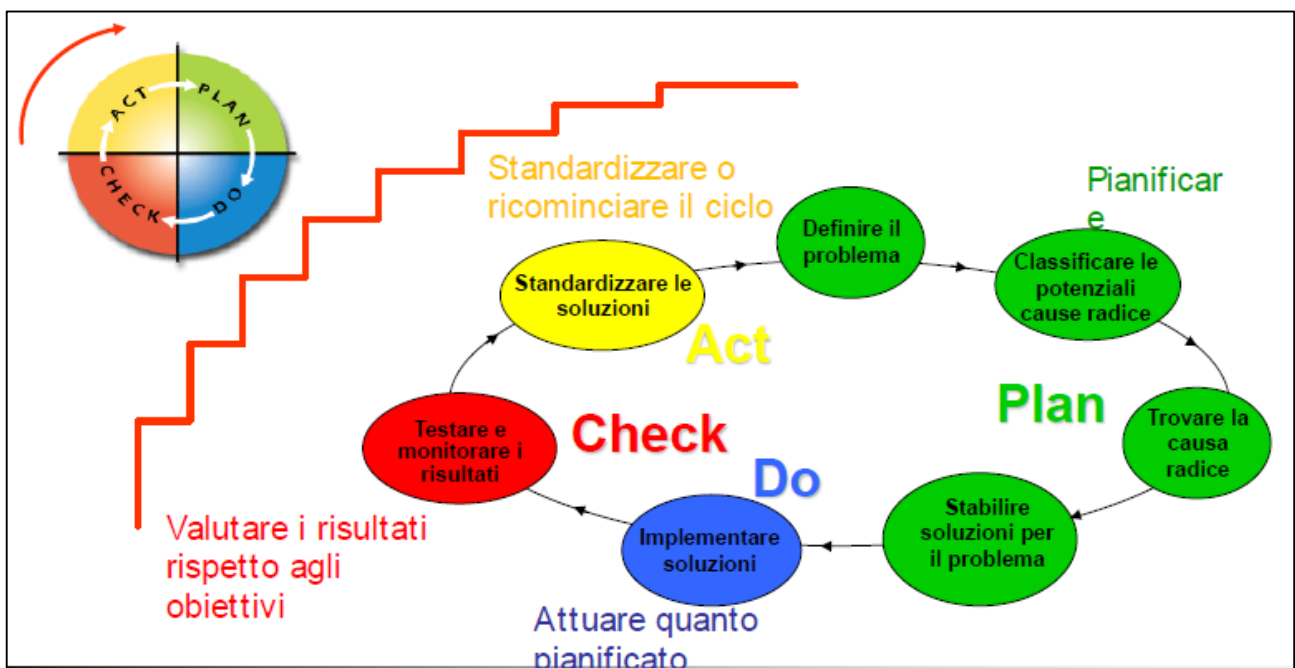
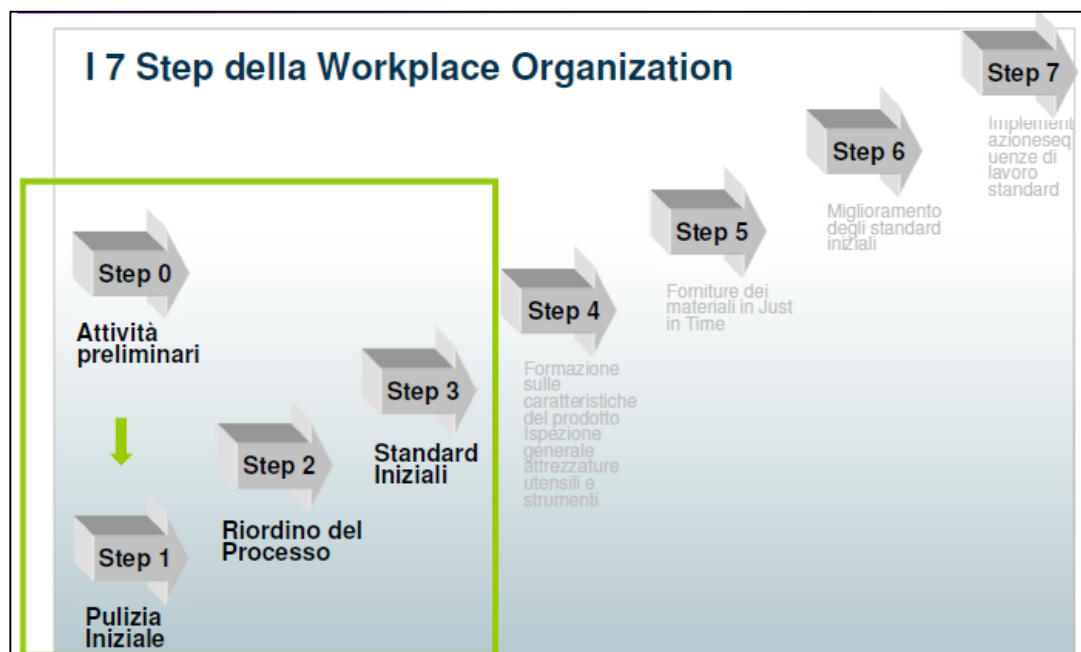


Figura 1.3.3.2 Schema della logica PDCA alla base delle metodologie del problem solving.

1.3.4 Autonomous Activity(AA)

Le Autonomous Activity (AA) sono raggruppabili nelle due grosse macro categorie delle Autonomous Maintenance (AM) e Workplace Organization (WO).

Workplace Organizatin (WO)



1.3.4.1 I sette Step della Workplace Organization.

La Workplace Organization è un pilastro che deve essere sviluppato con il pieno **coinvolgimento degli operatori**. Il coinvolgimento di questi ultimi è fondamentale in quanto dovranno raggiungere, alla fine del percorso di sviluppo del pilastro, un livello di **autonomia** tale da poter gestire la linea da soli.

Per far ciò è fondamentale far crescere le loro competenze. La chiave per raggiungere questo risultato è il loro coinvolgimento nello sviluppo di tutte le attività.

L'obiettivo principale della Workplace Organization è l'incremento della Produttività nelle aree Labour intensive rispettando il principio del Minimal Material Handling⁶.

Questo obiettivo dovrà inoltre rispettare i seguenti **vincoli**:

- Garantire l'**ergonomia** e la **sicurezza** del lavoro
- Assicurare la **qualità** del prodotto mediante un processo robusto e a prova di errore
- Rispettare i piani di produzione e realizzare il **livello di servizio** richiesto dalla Rete.

Anche qui, come negli altri pilastri, vi sono dei sotto-obiettivi monitorati da indicatori di performance e attività tipiche per ogni step.

⁶ "Minimal Material handling" è la movimentazione minima del materiale dal punto di vista (micro) delle persone, fonti di spreco in quanto non portano valore aggiunto.

Autonomous Maintenance (AM)

Tra le diverse tematiche del progetto WCM portato avanti in azienda, mi sono occupato in particolare ad attività di Autonomous Maintenance (AM), motivo per il quale ho scelto di trattare tale argomento in maniera approfondita nel mio progetto di tesi e per il quale saranno illustrate parti di teoria (l'intera sezione reattiva ovvero i primi 3 step) ed esempi di applicazioni pratiche realmente eseguite in azienda. A tal proposito a questo sotto-pilastro sarà dedicato gran parte della continuazione, dove verrà spiegato in dettaglio le varie fasi di sviluppo, con obiettivi, attività e strumenti utilizzati con infine, le successive applicazioni adattate al proprio fit aziendale e risultati ottenuti.



Figura 1.3.4.2 Vignetta Autonomous Activity, piena competenza nella gestione del macchinario.

1.3.5 Professional Maintenance (PM)

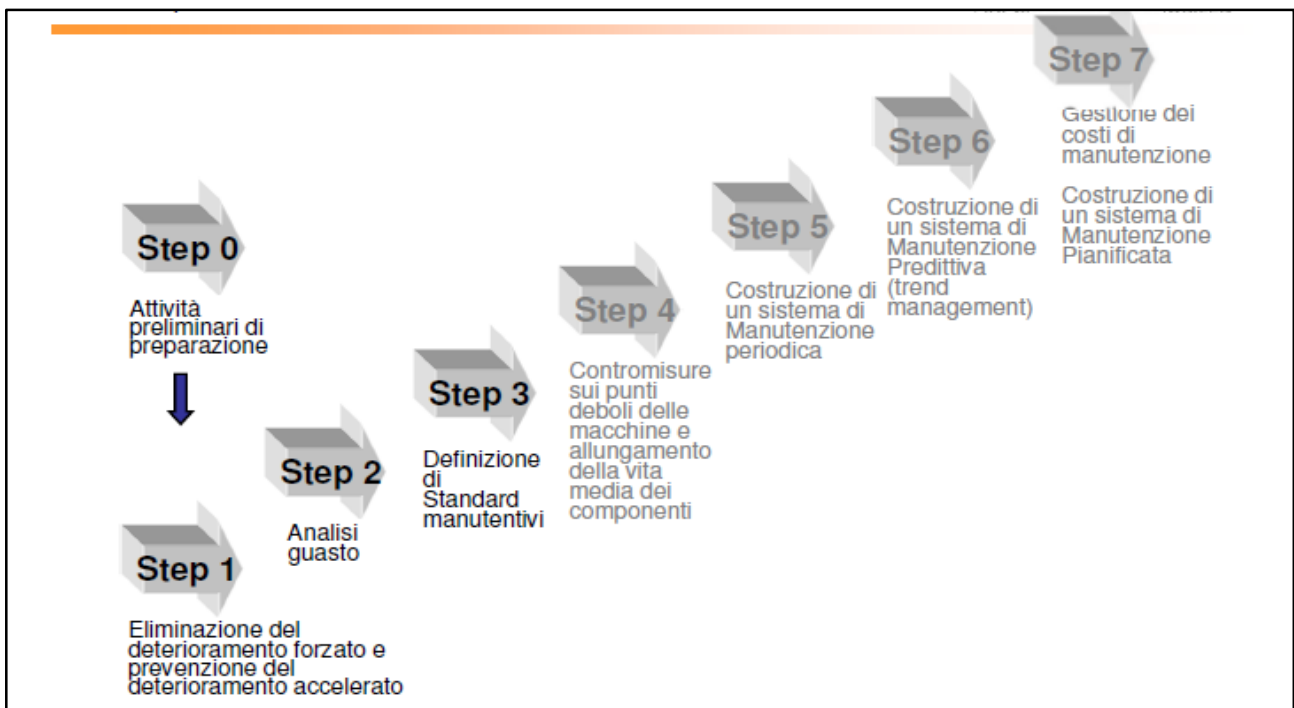


Figura 1.3.5.1 I sette Step della Professional Maintenance.

Lo scopo della manutenzione è quello di massimizzare l'efficacia delle macchine e delle linee di produzione.

Gli **Obiettivi** del pilastro sono:

- Massimizzare l'affidabilità e la disponibilità delle macchine (a costi economici).
- Eliminare le attività di interventi di manutenzione straordinaria.
- Raggiungere lo zero failure degli impianti (guasti, micro-fermate, difetti etc.) con la
- Collaborazione degli addetti alla produzione.

Per prima cosa le macchine vengono classificate per:

- Utilizzo delle risorse della manutenzione: manodopera e budget
- Raggiungimento degli obiettivi generali

In base all'assegnazione delle priorità, vengono destinate le risorse della manutenzione.

Per comprendere le prestazioni dell'impianto individuato, occorre monitorare ed analizzare valori ed andamento dei KPI (Key Performance Indicator) e dei KAI (Key Activities Indicator) della PM.

Le attività di sviluppo della PM possono avere un costo non trascurabile, che va calcolato in maniera il più possibile accurata e che comprende:

- Mano d'opera (normale ed eventuali straordinari, di addetti macchina e di manutentori),
- Materiali ausiliari (per pulizia, ripristino parti danneggiate per lo step 1, ricambi,...),
- Attrezzature (nuove o revisionate),
- Spese verso ditte esterne, ...

Tale costo deve essere calcolato, su base annuale e per ogni step, e confrontato con i benefici conseguibili annualmente dall'applicazione della metodologia. Il rapporto costi/benefici va calcolato e rappresentato sul tabellone delle attività di manutenzione professionale per ciascuno step e deve giustificare e validare le attività sviluppate e la prosecuzione degli step.

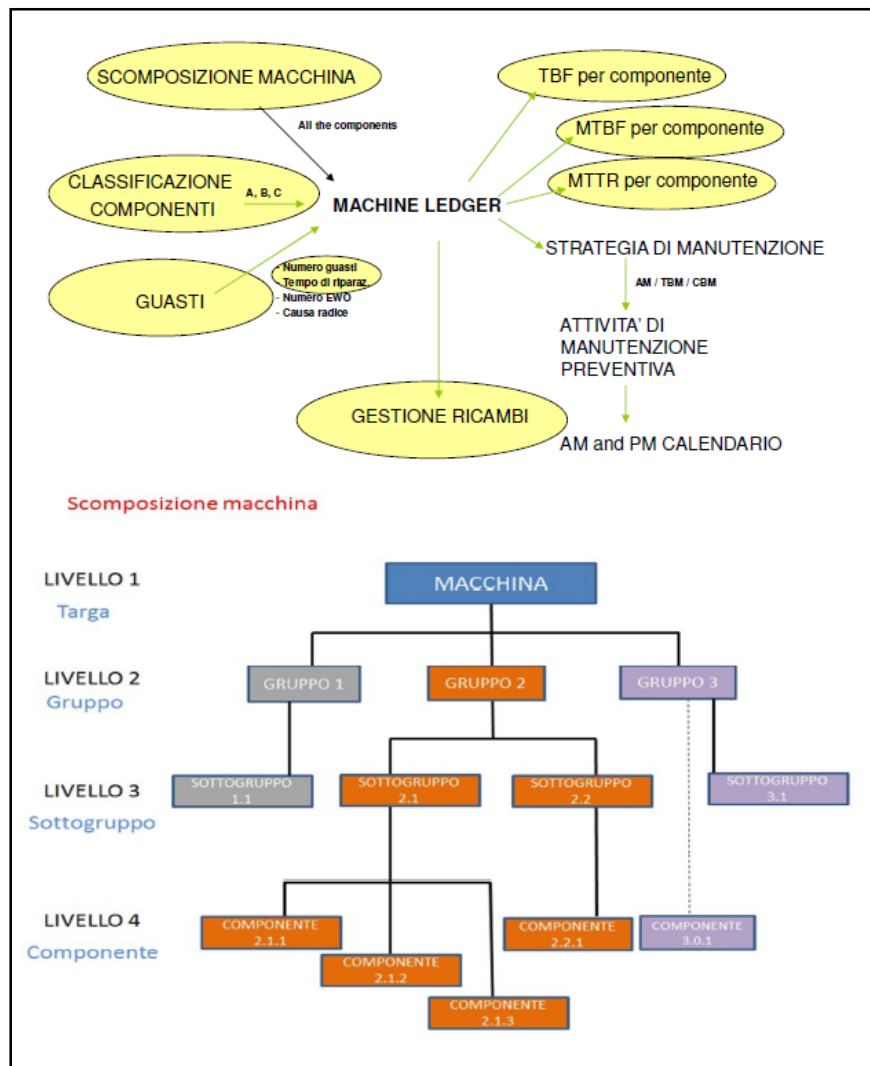


Figura 1.3.5.2 Diario della macchina (ledger Machine), è la chiave per coordinare tutte le attività di PM a livello del componente.

1.3.6 Quality Control (QC)

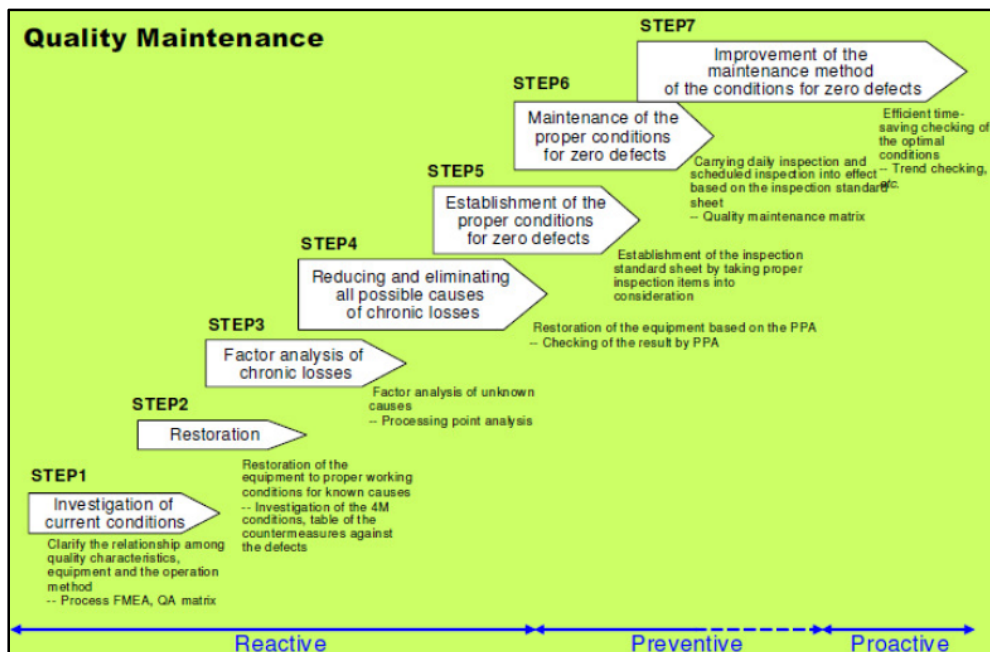


Figura 1.3.6.1 I sette Step del pilastro Quality.

La Vision che si propone questo pilastro è la soddisfazione completa del cliente attraverso l'eccellenza nella qualità e per raggiungerla vi è la necessità di ridurre fortemente i difetti segnalati dal cliente.

Gli **obiettivi** sono:

- Implementare il sistema per "ZERO" difetti
- Aumentare le competenze dei lavoratori per risolvere e prevenire i problemi di qualità
- Riduzione delle perdite per la non qualità

Il Quality Control è un pilastro tecnico del WCM che finalizza le sue **attività** a:

- Definire le condizioni idonee per zero difetti;
- Creare gli standard operativi per mantenere tali condizioni passando da un approccio reattivo (adottare la contromisura ad un problema verificatosi), ad un approccio preventivo (prevenire problemi non ancora accaduti, mantenere il processo stabile e sotto controllo);
- Migliorare continuamente le condizioni per zero difetti.

Si ha una "**Non Conformità**" quando una qualsiasi caratteristica di un componente/prodotto finito si discosta dalle specifiche previste per soddisfare il cliente; ciò accade secondo una specifica modalità chiamata modo di difetto. Questo significa che per rilevare le Non Conformità dobbiamo definire chiaramente le caratteristiche specifiche del prodotto o del componente. Una **non conformità rilevata** nel processo interno può essere:

- Rilevata sul processo/operazione/postazione in cui si genera
- Rilevata su un processo a valle rispetto a quello in cui si genera

- Rilevata al controllo finale del processo interno (ultimo controllo prima di lasciare il processo interno, prima della spedizione al cliente)

Una non conformità rilevata dal **cliente** può essere:

- Rilevata nei processi dei clienti
- Rilevata dal cliente utilizzatore finale

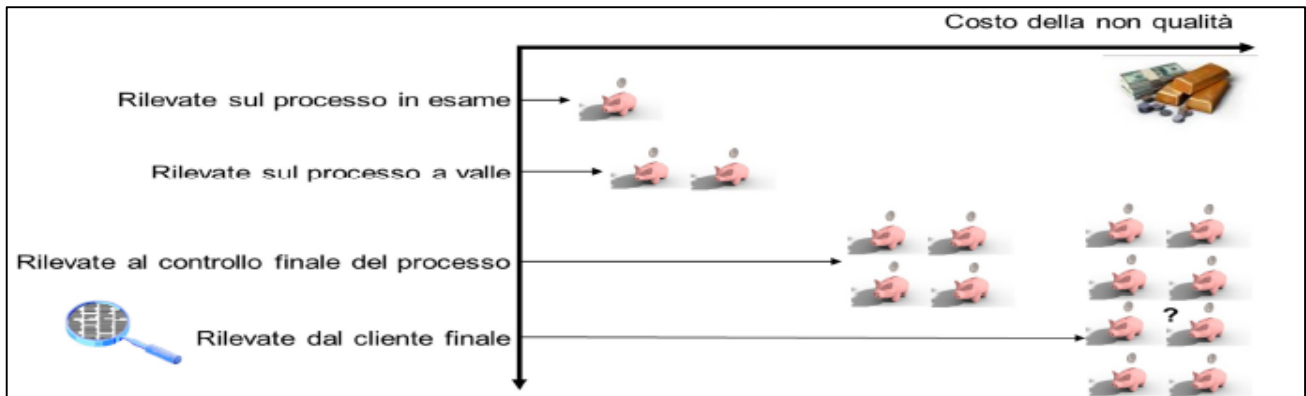


Figura 1.3.6.2 Vignetta costi della non qualità che dipende dal momento della rilevazione.

Nei principi del Quality Control, le caratteristiche del prodotto che vengono percepite come "Qualità" dal mercato vengono correlate logicamente e rigorosamente con le specifiche di materiale, con i metodi di produzione, con le conoscenze della manodopera e con le caratteristiche delle macchine/processi, ovvero con quelle che comunemente vengono chiamate le 4M.

Queste correlazioni generano un insieme di condizioni relative al processo e a tutto ciò che ruota attorno ad esso per evitare le non conformità.

L'Obiettivo è definire quali sono le condizioni idonee per avere 0 difetti, definire opportuni standard per mantenerle e migliorare continuamente tali standard.

Spesso nelle fabbriche ci si limita a misurare alcune caratteristiche del prodotto (ad esempio parametri dimensionali, rumori, perdite di fluidi, particolari mancanti, etc.); ma per essere eccellenti e competitivi occorre cambiare la logica, dal controllo del prodotto, al rispetto delle condizioni sul processo.

Definita la strategia, è possibile analizzare quali strumenti occorre utilizzare per la specifica natura del problema, come mostrato nello schema (1.3.6.3).

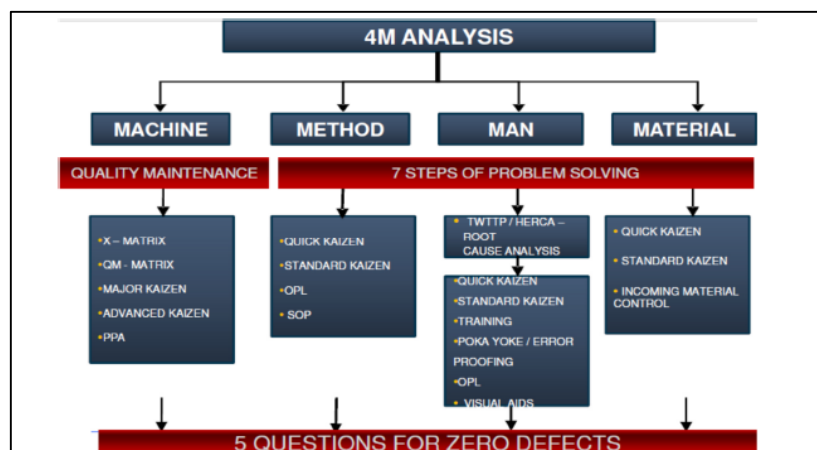


Figura 1.3.6.3 Schema di analisi 4M.

Anche in questo pilastro vi è una serie innumerevole di strumenti e tecniche che permettono l'implementazione e il monitoraggio delle attività e dei risultati ottenuti tramite l'utilizzo di indicatori KPI e KAI.

Nessun metodo è perfetto ma abbiamo bisogno di scegliere il giusto metodo/strumento per ogni problema identificato.

Ci sono differenti tipi di contromisure che dipendono dalla **fase** in cui siamo, cioè reattiva, preventiva o proattiva.

- Reattiva: vengono prese contromisure verso problemi che sono accaduti;
- Preventiva: imparando dall'esperienza, vengono prese contromisure per evitare il ripetersi di problemi, includendo problemi simili sotto condizioni simili;
- Proattiva: basandosi su un'analisi di rischio teorico, vengono prese adeguate contromisure per eliminare la minima probabilità che un problema possa accadere.

Il metodo deve essere standardizzato perché se non esiste, gli operatori effettuano i loro lavori secondo i propri sensi, con conseguente fluttuazione delle circostanze, generanti i difetti di qualità.

Se il metodo esiste, ma non è usato, significa che l'uno o l'altro potrebbe essere:

- Disposto al punto errato,
- Non spiega come fare correttamente il lavoro,
- Non è possibile eseguirlo come descritto,
- Produce un difetto se non è eseguito correttamente.

È quindi opportuno che il metodo sia confermato da un operatore esperto.

Anche se gli operatori vengono formati su come fare le operazioni nella maniera più corretta possibile, questo non ci garantisce la certezza assoluta che questi non commettano errori.

Anziché stabilire un livello accettabile di difettosità, occorre essere certi, al 100%, che la linea produttiva non rilasci alcun difetto.

Per far sì che ciò accada è necessario introdurre degli accorgimenti che impediscano di creare pezzi difettosi, in modo da garantire il cliente al 100%.

L'insieme di tutti i controlli presenti lungo il processo viene definito come **Quality Assurance Network (QA Network)**. Tutti questi controlli vengono visualizzati per dare una mappatura della robustezza del processo e migliorarli di conseguenza.

1.3.7 Logistics

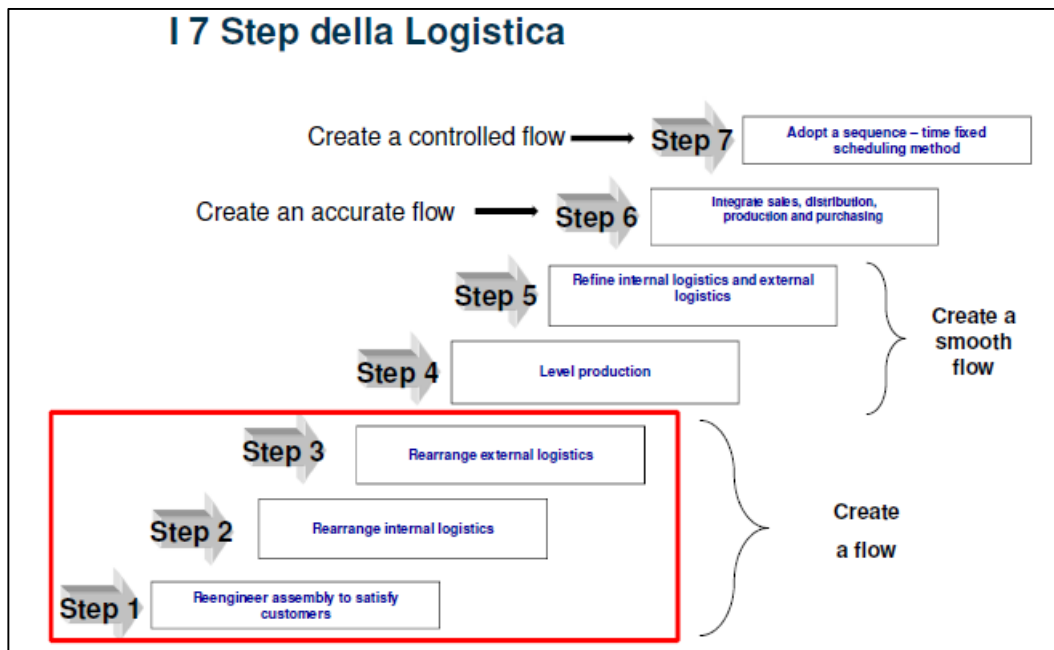


Figura 1.3.7.1 I sette Step della Logistica.

Il pilastro «Logistics & Customer Service» è quello che ha il compito di sincronizzare la produzione con le richieste del cliente, in modo da soddisfare pienamente le esigenze di quest'ultimo. Tutto ciò deve essere fatto minimizzando i costi legati alla movimentazione e alla gestione dei materiali.

Gli **Obiettivi** della logistica sono:

- Sincronizzare la produzione per soddisfare con precisione la richiesta del cliente.
- Minimizzare l'inventario creando un flusso continuo;
- Minimizzare il lead time.

Per **sincronizzare la produzione** in modo da soddisfare la richiesta del cliente occorre accorciare il lead time in modo da produrre solo quello che serve, quando serve e nella quantità richiesta.

Per fare ciò **occorre**:

- Analizzare in maniera accurata la domanda del cliente
- Passare dal concetto di make to stock al concetto di make to order (produrre su ordinazione del cliente e non prima)
- Avere un sistema produttivo estremamente flessibile
- Accorciare sia il manufacturing sia il production lead time⁷
- Acquistare il materiale solo quando serve (JIT)
- Avere un'integrazione tra vendite, distribuzione, produzione e acquisti

⁷ "lead time" è l'intervallo di tempo necessario ad un'azienda per soddisfare una richiesta del cliente (o *customer lead time*). Quanto più questo tempo è basso, tanto più l'azienda è veloce e flessibile nell'accontentare il cliente.

Minimizzare l'inventario, creando un flusso continuo serve ad evitare la riduzione di efficienza del capitale, poiché si evita di sprecare dello spazio in più e una movimentazione eccessiva. Movimentare il materiale, spostarlo da un magazzino all'altro, effettuare un repackaging e altro ancora, sono tutte attività che non fanno altro che aumentare i costi produttivi.

Anche in questo pilastro vengono presi in considerazione indicatori di performance e attività e queste metodologie si basano su **concetti base** come:

- **Il livello di servizio:** un parametro che consente di valutare la bontà del servizio logistico, in termini di soddisfazione della domanda del cliente.

Il livello di servizio si calcola in % secondo la seguente formula:

$$\text{Livello di Servizio} = \frac{\text{Quantità di materiale consegnata in puntualità al cliente}}{\text{Quantità di materiale totale richiesta dal cliente}} \times 100$$

Una buona logistica consegna al cliente sempre ciò che viene richiesto, quando richiesto e nelle quantità richieste. Occorre, perciò, puntare ad avere sempre un livello di servizio pari al 100%.

- Un sistema è **Pull** quando la produzione è basata sulla richiesta reale del cliente.

Questo modo di produrre si contrappone al sistema **Push** in cui si produce in base ad una previsione di quella che sarà la domanda del cliente.

Questa previsione potrà rivelarsi più o meno corretta e genererà inevitabilmente sia scorte di prodotto finito sia attese per mancanza di materiale. Al contrario, in un sistema pull si evita di produrre ciò che non serve e di ordinare materiale inutile alla produzione. Questo è un concetto da applicare in maniera estesa al sistema produttivo.

- Per **Work In Process (WIP)** si intende tutto il materiale che è all'interno del processo, sia in fase di lavorazione sia in fase di stoccaggio lungo il flusso considerato. Si tratta di uno stock vero e proprio e occorre minimizzare il più possibile la quantità di WIP presente nella linea.

- Per **Kanban** si intende un metodo di reintegro delle scorte basato sull'effettivo consumo nel punto di utilizzo. Il kanban è fisicamente un cartellino che riporta i dati identificativi e logistici di un certo materiale. E' posto sul contenitore e, una volta svuotato, il cartellino viene staccato da esso e messo in vista in modo da segnalare la necessità di materiale. Il kanban rappresenta una metodologia per «tirare» la produzione.

Il sistema di kanban può essere descritto come segue: il Kanban di prelievo viene prelevato dall'operatore logistico. Questi si reca al "supermercato"⁸ e preleva il materiale nella tipologia e nella quantità riportata nel kanban di prelievo. Il prelievo del materiale dal "supermercato" genera un kanban di produzione che viene portato in testata di linea per avviare la produzione del componente appena prelevato. Il componente prodotto, nelle quantità e nel tipo indicato dal kanban di produzione, viene nuovamente riposizionato, provvisto del suo Kanban di produzione, nel supermarket in attesa di un nuovo prelievo. Il supermarket viene gestito in logica FIFO (illustrata in seguito).

⁸ "Supermercato" è una tipica scorta di disaccoppiamento che si rende necessaria a volte quando non si riesce a mantenere il flusso «in tiro».

- **One piece flow** vuol dire avere un flusso produttivo in cui, dopo avere eseguito un'operazione su un pezzo, questo viene mandato all'operazione successiva senza passare per un buffer intermedio. Il one piece flow si contrappone alla produzione a lotti in cui, i pezzi vengono inviati alla postazione successiva solo dopo aver completato il lotto di appartenenza.

- Il **Takt Time (Tt)** è il ritmo della produzione necessario, affinché si possa soddisfare la domanda del mercato. Si calcola come:

$$Takt\ Time = \frac{Tempo\ totale\ disponibile\ al\ giorno}{Numero\ di\ pezzi\ richiesti\ dal\ cliente\ al\ giorno}$$

*Il Takt Time non è da confondere con il **Tempo Ciclo (Tc)**, che è il tempo lavorativo manuale necessario al completamento dell'operazione di assemblaggio. Dalla conoscenza di Tt e Tempo ciclo manuale totale si ricava un importante parametro del processo che è il **Numero di Operatori**:*

$$N^{\circ}\ di\ Operatori = \frac{Tempo\ ciclo\ manuale\ totale}{Takt\ Time}$$

- **FIFO** è l'acronimo di First In First Out, ovvero il primo prodotto (prodotto finito, semilavorato, grezzo, materiale buy) ad entrare all'interno di un punto qualunque di stoccaggio e anche il primo ad uscire.

L'applicazione del sistema FIFO **consente** di avere:

- Un migliore controllo dei livelli di scorta
- Ridurre il rischio di deperimento e obsolescenza
- Avere una gestione più razionale dei magazzini

La sua realizzazione deve essere garantita anche mediante soluzioni di layout e scaffalature che consentano di gestire il materiale in modalità FIFO senza handling aggiuntivi.

Anche le linee di produzione devono rispettare il FIFO, quindi non ci devono essere ricircoli o aree di lavoro che tendano a mischiare la sequenza dei prodotti in lavoro.

- **Il Golden Batch** rappresenta l'unità elementare sulla base della quale andranno dimensionate tutte le attrezzature, i contenitori, i mezzi di movimentazione, le scaffalature o altro ancora.

Più piccolo è, più reattivo sarà lo stabilimento nell'affrontare le fluttuazioni della domanda in termini di volume e mix.

Il Golden Batch deve essere un numero il più piccolo possibile compatibilmente alcuni parametri che devono essere presi in considerazione quando si procede alla sua definizione:

- Durata cambio tipo
- Dimensione contenitori speciali in lavorazione (ad esempio le cariche TT)
- Conformazione macchine di lavorazione (mono/bi mandrino etc..)
- Vincoli di mix per particolari soluzioni impiantistiche
- Quantità di oggetti per rack di spedizione
- Saturazione bilico e altro ancora.

- Il **lead time** è il tempo che intercorre dal momento in cui, il materiale che arriva dal fornitore diventa proprietà dello stabilimento, al momento in cui diventa disponibile per il cliente come prodotto finito. Per calcolarlo si usa la value stream map. Esso è la somma dei vari tempi di lavorazione e dei vari tempi di attesa sotto forma di stock. La presenza di magazzini non farà altro che allungare il Lead Time, così come la loro dimensione.

Altri aspetti molto importanti, che rientrano tra i concetti su cui basa il pilastro sono:

Visual Management:

Tutto all'interno dello stabilimento deve essere organizzato in modo da rendere evidente, una qualsiasi anomalia oppure un livello massimo o un range di lavoro. Questo si traduce in una precisa organizzazione nella disposizione di materiali ed equipaggiamenti ma anche in una ingegnerizzazione della linea che elimini, per quanto possibile, degli ostacoli ad una visualizzazione di insieme del sistema.

Ergonomics & Safety:

Ergonomia e sicurezza sono due chiavi per il successo di un buon sistema logistico perché riducendo i pericoli e le condizioni di lavoro che generano fatica, si migliora la produttività.

Zero scarti:

Ridurre il numero degli scarti, o addirittura azzerarlo, è un requisito essenziale per ottenere un sistema logistico che funzioni in modo preciso e senza intoppi.

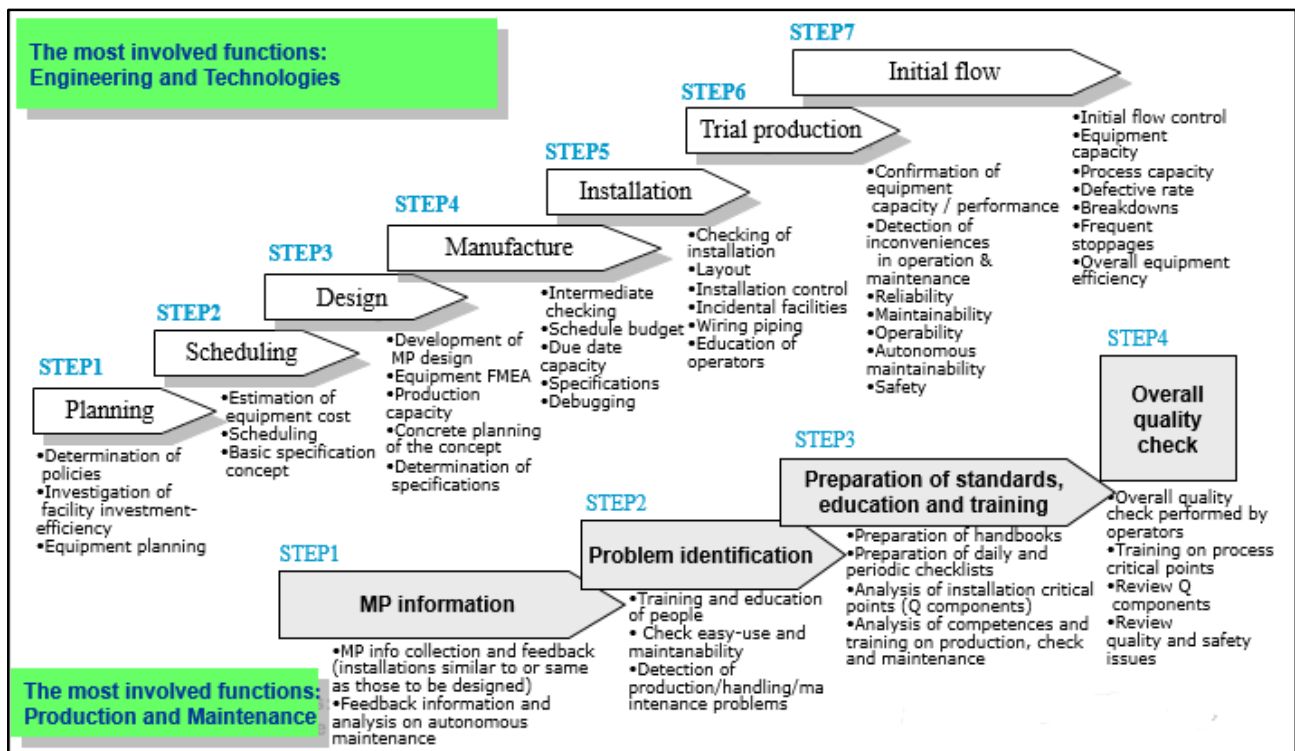
Ogni scarto, oltre a rappresentare una perdita produttiva, delinea un evento che perturba il corretto funzionamento di un sistema sincronizzato come idealmente dovrebbe essere la logistica.

Per tale motivo l'eventualità che uno scarto possa essere generato deve essere ridotta al minimo o addirittura eliminata.

ASSEMBLY	CLASS	FREQUENCY	DISTANCE	AV. STOCK ON THE LINE	CT. P/N BY TRANSPORT
	GREEN ROUTE	AA,B			
	YELLOW ROUTE	AC,B			
	BLUE ROUTE	B			
	PINK ROUTE	B			
	BROWN ROUTE	AB			
	VIOLET ROUTE	AA,AC			
	ORANGE ROUTE	AC			
	RED ROUTE	C			

Figura 1.3.7.2 Esempio dell'utilizzo dei colori per distinguere le differenti rotte logistiche.

1.3.8 Early Equipment Management (EEM)



1.3.8.1 I sette Step del pilastro Early Equipment Management.

Anche in questo pilastro, si ha bisogno dell'integrazione di tutti i team dei reparti per condividere conoscenze e competenze su tutti i livelli dei progetti.

Per incominciare si cerca di analizzare e anticipare i possibili problemi che potrebbero nascere durante un progetto, e questo passaggio lo si fa principalmente nelle prime fasi per evitare che gli errori creino perdite maggiori nel tempo.

Integrando diverse divisioni aziendali (Engineering - Tecnologia di Produzione - Produzione - Manutenzione) si condividono esperienze e acquisiscono norme tecniche, garantendo così un elevato standard di qualità e sicurezza dei prodotti per ottenere nuove attrezzature con zero problemi di avviamento.

Gli **obiettivi** del pilastro sono:

- Progettare attrezzature adeguate alla produzione
- Qualità
- Vertical start-up (progetto sviluppato verticalmente)
- Riduzione dei costi di manutenzione rispetto alla precedente attrezzatura
- Minimizzare il costo del ciclo di vita delle attrezzature

L'obiettivo ultimo è quello di ridurre, con una percentuale significativa, i costi totali preventivati nei budget dei progetti.

1.3.9 People Development (PD)

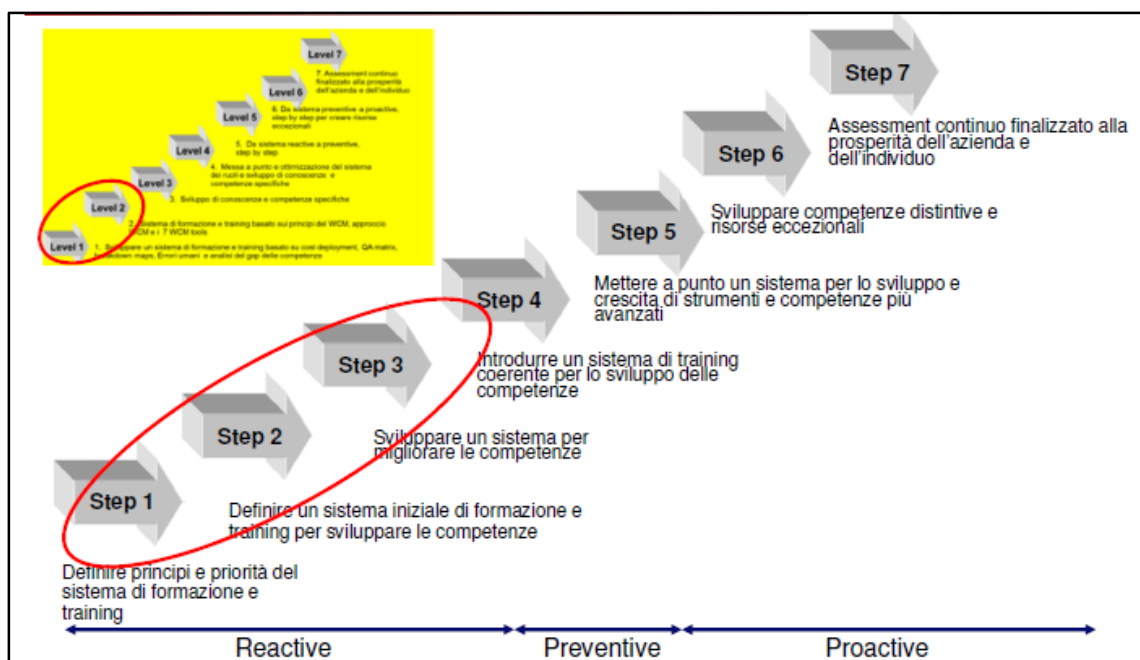


Figura 1.3.9.1 Gli Step del People Development.

Lo sviluppo delle risorse è fondamentale per il successo del World Class Manufacturing. La **formazione** e il training devono basarsi ed essere **priorizzate**, secondo:

- Problemi di sicurezza
- Problemi di qualità
- Perdite e sprechi
- Guasti
- Micro-fermate
- Errori umani (impatto su vari indicatori, es. Sicurezza, qualità, guasti)

Questi problemi sono spesso legati ad una mancanza di competenze nelle risorse, a vari livelli della piramide gerarchica. La formazione specifica deve essere organizzata e i risultati operativi del training devono essere attentamente valutati.

L'iniziativa di People Development deve partire dal responsabile del plant perché:

- La performance dello stabilimento dipende dalla competenza del suo responsabile
- Il responsabile dello stabilimento ha il compito di creare un buon team in grado di padroneggiare e sviluppare il WCM
- Il responsabile dello stabilimento ha la consapevolezza di dover ottenere il coinvolgimento di tutte le risorse e fare in modo che ciascuno possa creare il massimo del valore

Per cominciare le attività da svolgere sono:

- Istruire il Plant manager, per la visione strategica completa alla comprensione e priorizzazione delle attività di tutti i pilastri.
- Istruire i capi pilastro, alla comprensione e priorizzazione delle attività di pilastro e alla risoluzione dei problemi. (SA, QC, CD, FI, PD, etc)

- Istruire gli impiegati alla risoluzione dei problemi, attraverso l'approfondita analisi delle cause.
- Istruire gli operatori a identificare (vedere e comprendere) e segnalare prontamente i problemi.
- Formare gli operatori a risolvere i problemi più semplici

Per le conoscenze e competenze ritenute necessarie occorre valutare i gap iniziali e conseguentemente programmare un piano di formazione.

Le **conoscenze** si riferiscono al sapere senza una capacità applicativa

Le **competenze** si riferiscono alla capacità del fare

La valutazione ha una scala che va **da 1 a 5**.

Una volta erogata la formazione occorre valutare l'effettiva copertura dei gap, sia in termini di conoscenza (subito dopo la formazione), sia in termini di competenza (dopo una o più applicazioni sul campo di quanto appreso).

La formazione deve essere mirata a colmare i gap (no training) e deve adottare le modalità più efficienti (non necessariamente in aula).

1. Non conosce: mancanza delle conoscenze di base anche teoriche necessarie per svolgere correttamente il lavoro

2. Conosce, ma non è in grado di applicare: conoscenze di base anche teoriche necessarie per svolgere correttamente il lavoro

3. Sa applicare, ma non con un buon livello di confidenza: sa applicare ma non è in grado di riprodurre in modo standard e accurato. Necessita ancora di una supervisione.

4. Sa applicare: sa applicare ed è in grado di riprodurre, in diverse situazioni, in modo standard e accurato.

5. Specialista anche in grado di insegnare: conosce a fondo e sa applicare in maniera accurata. Conosce la teoria sottostante ed è in grado di insegnare ad altri.

Creare un sistema per valutare esattamente le conoscenze e competenze di ciascun dipendente (ruolo e strumenti necessari al miglioramento). La valutazione di conoscenze e competenze segue il flusso piramidale, (dall'alto verso il basso) e un grafico tipo radar visualizza in maniera chiara i gap da colmare.

Per un'efficace gestione degli errori umani è necessario impostare all'interno della realtà produttiva un «contenitore» di rapida e facile consultazione dove giornalmente il responsabile possa reperire tutte le informazioni necessarie (quale errore, quale causa, dove si è verificato, chi lo ha commesso, quali e quante soluzioni sono già state applicate etc.etc.) per elaborare immediatamente le contromisure necessarie affinché lo stesso errore non debba mai più ripetersi.

Gli strumenti **Poka Yoke** servono per impedire l'errore nella realizzazione delle operazioni di lavoro (prevenzione dei difetti). Es: Si creano asimmetrie sul componente o sul macchinario per evitare posizionamenti errati.

Il coinvolgimento di tutte le risorse di stabilimento è un fattore critico per il successo del programma WCM.

Un indicatore chiave per misurare il coinvolgimento è dato dalla propositività, ovvero dal n. di proposte (suggerimenti) per addetto. E' necessario quindi stimolare le persone all'elaborazione di idee tendenti al miglioramento di prodotti, servizi, attività e altro ancora.

E' sottinteso che tutti i suggerimenti ritenuti validi devono essere realizzati.

Solitamente dal bacino dei suggerimenti si generano Quick Kaizen⁹.

⁹ "Quick Kaizen" sono interventi migliorativi di complessità bassa, migliori per anomalie di facile risoluzione.



Figura 1.3.9.2 Flusso di diffusione della conoscenza (piramide gerarchica).

AREE DI K.H.	COMPETENZE NECESSARIE	LIVELLO RILEVATO					cod. corso	
		1	2	3	4	5		
Interventi di Manutenzione in completa sicurezza	Conoscenza di base di emergenza, manutenzione e pronto soccorso	3						
	Conoscenza di base di emergenza, manutenzione e pronto soccorso	4						
	Conoscenza di base di emergenza, manutenzione e pronto soccorso	5						
	Conoscenza di base di emergenza, manutenzione e pronto soccorso	6						
Sostituzione delle cinghie e dei cuscinetti	Conoscenza di base di emergenza, manutenzione e pronto soccorso	3						
	Conoscenza di base di emergenza, manutenzione e pronto soccorso	4						
	Conoscenza di base di emergenza, manutenzione e pronto soccorso	5						
	Conoscenza di base di emergenza, manutenzione e pronto soccorso	6						
Sostituzione delle cinghie e dei cuscinetti	Conoscenza di base di emergenza, manutenzione e pronto soccorso	3						
	Conoscenza di base di emergenza, manutenzione e pronto soccorso	4						
	Conoscenza di base di emergenza, manutenzione e pronto soccorso	5						
	Conoscenza di base di emergenza, manutenzione e pronto soccorso	6						

Figura 1.3.9.3 Esempio valutazione di un manutentore.

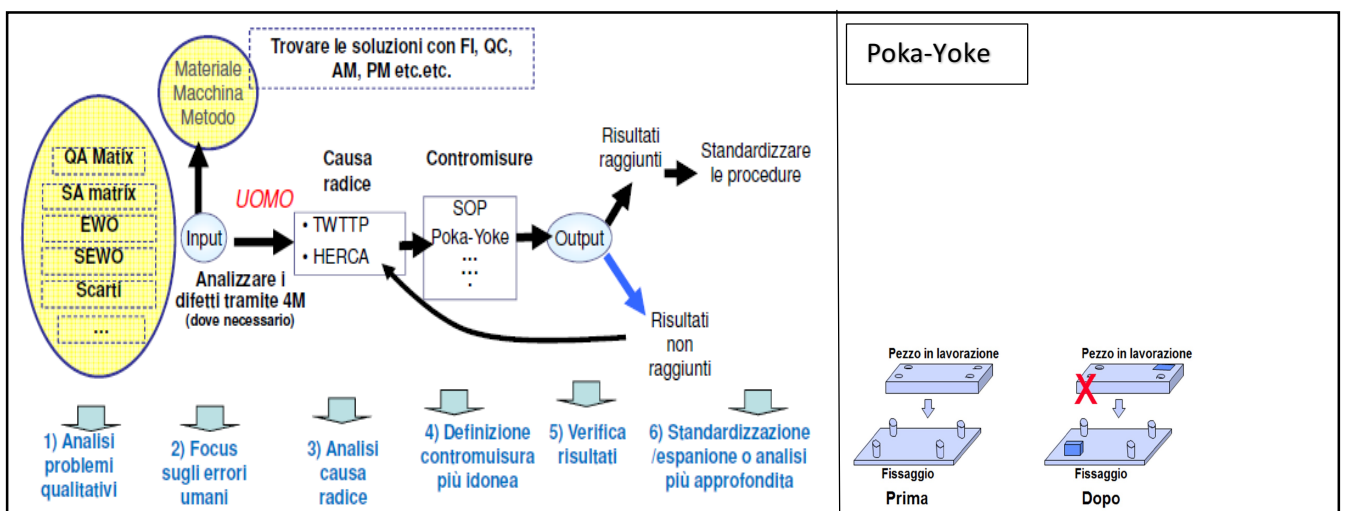
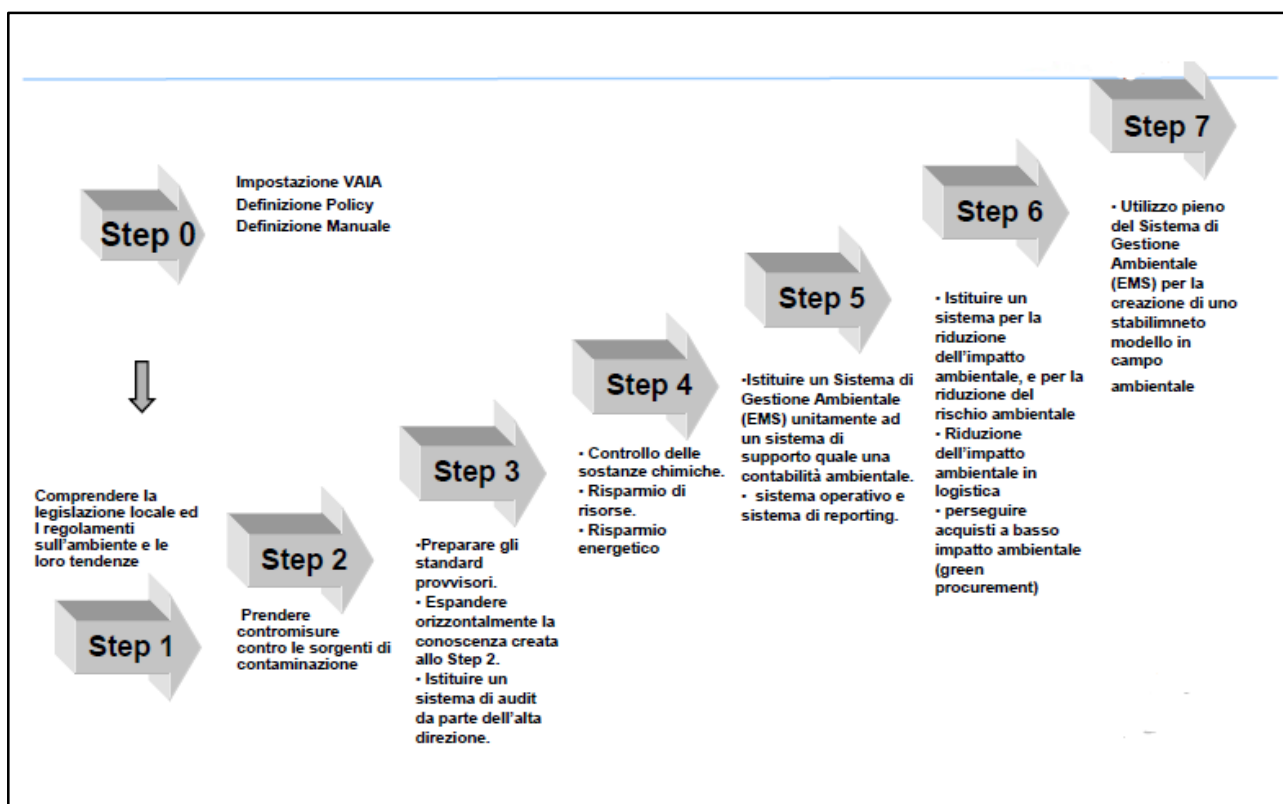


Figura 1.3.9.4 Flusso logico per risoluzioni ed esempio di Poka-Yoke.

1.3.10 Environment



1.3.10.1 I sette Step del pilastro Environment.

La protezione dell'ambiente, integrata nel processo produttivo, migliora il contesto in cui vivranno i nostri figli.

Le attività di questo pilastro vengono realizzate per soddisfare le esigenze degli addetti e della società civile, assicurando una corretta gestione ambientale, rispettandone esigenze, normative, la cultura della protezione dell'ambiente e l'ottica preventiva per il miglioramento continuo delle prestazioni ambientali oltre gli obblighi derivanti da norme e leggi, il tutto sviluppando inoltre competenze professionali specifiche.

Le principali **attività** sono:

- Identificazione e valutazione degli aspetti ed impatti ambientali
- Audit interni periodici sull'impatto della fabbrica verso l'ambiente naturale
- Applicazione di Sistemi di Gestione Ambientale conformi alla norma UNI EN ISO 14001
- Miglioramenti tecnici sugli impianti
- Formazione addestramento e controllo

Gli **obiettivi** del pilastro Environment sono:

- Riduzione di perdite e sprechi
- Diminuzione delle fonti inquinanti
- Miglioramento dell'ambiente naturale
- Eliminazione delle condizioni per potenziali incidenti ambientali

L'ambiente è il contesto nel quale un'organizzazione opera, comprendendone l'aria, l'acqua, il terreno, le risorse naturali, la flora, la fauna, gli esseri umani e le loro interrelazioni.

Il concetto di sviluppo sostenibile nasce dalla consapevolezza che l'attuale modello di sviluppo presenta problematiche ambientali che minacciano le future generazioni e dalla necessità di individuare un nuovo modello di sviluppo rispettoso dell'ambiente e della qualità della vita.

Le **tematiche** trattate sono:

- Inquinamento atmosferico
- Inquinamento delle acque (falde, fiumi, laghi, mari)
- Degrado del terreno
- Aumento della quantità di rifiuti prodotti
- Inquinamento acustico
- Impoverimento delle risorse naturali per alto fabbisogno di energia

Ogni lavoratore deve assumere la propria parte di responsabilità e collaborare al miglioramento ambientale e i **motivi** per farlo sono:

- **Morali:** La maggior parte della gente è concorde nel ritenere che preservare l'ambiente circostante sia un aspetto fondamentale nelle attività quotidiane. Le nostre attività di oggi costruiscono l'ambiente dove i nostri figli vivranno domani, perciò occorre conciliare le esigenze produttive con quelle di tutela dell'ambiente.
- **Legali:** La legislazione di ogni paese prevede molti riferimenti al tema "tutela ambientale". L'omissione o il non rispetto delle normative vigenti comporta sanzioni economiche e penali per l'azienda.
- **Economici:** Un'attenta politica ambientale consente una riduzione dei costi produttivi, costi di consumo (materie prime, vettori energetici) e i costi di smaltimento (imballaggi, rifiuti).

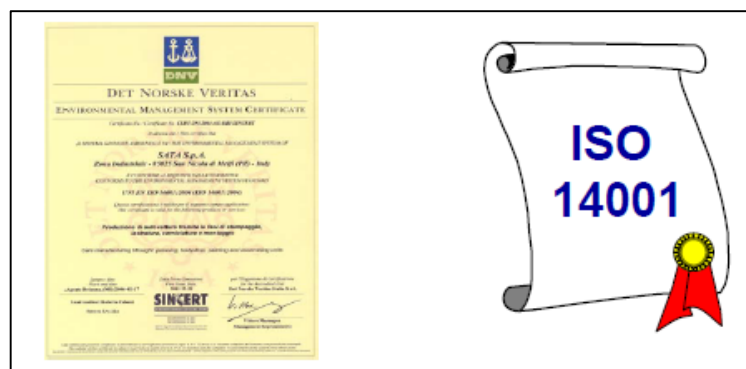


Figura 1.3.10.2 Certificazione ISO 14001 del sistema di gestione ambientale.

[Teoria WCM tratta da materiale FCA Group]

Capitolo 2. Teoria della Manutenzione

2.1 Introduzione

I gruppi che coordinano i pilastri, pur essendo diversi tra loro, sono tutti congiunti.

L'Autonomous Maintenance, uno dei pilastri del WCM, è visto come un punto chiave che tende a garantire la qualità produttiva ed accrescere l'efficienza complessiva.

L'AM ha un ruolo saliente soprattutto nella fase di inizio e si propone come obiettivo l'eliminazione dei guasti e dei difetti delle macchine.

Inizialmente, si cerca di identificare la sorgente di perdita dovuta ad alcuni errori nella qualità causati da problemi con le attrezzature; bisogna comunque tenere in considerazione che le macchine vengono coordinate da essere umani, perciò l'idea dello "zero", zero perdite, guasti, difetti, non potrà essere del tutto raggiungibile, tuttavia è l'obiettivo al quale ci si ispira.

Il concetto cardine della manutenzione autonoma è la formazione di persone esperte che abbiano come scopo la protezione delle proprie macchine. Per questo, gli operatori devono essere in grado di notare anomalie sulle attrezzature e questa capacità è frutto di una competenza realizzata attraverso l'esperienza.

Questo modello di manutenzione autonoma è collegato al concetto di Focus Improvement, che porta al riadattamento delle attrezzature in modo da poterle mantenere nelle condizioni base. Attraverso questo metodo, gli operatori sono coinvolti ogni giorno in pratiche di pulizia e ispezione, in modo da poter conoscere a fondo i macchinari e il modo in cui funzionano.

Tra gli intenti della manutenzione autonoma si ricordano: la promozione dello sviluppo e della conoscenza da parte degli operatori; creare un ambiente lavorativo che favorisca delle condizioni ottimali di lavoro.

Oggigiorno questo modello è stato introdotto in tutti i settori delle aziende automobilistiche internazionali, ciò perché sovente ci si può trovare a lavorare in mezzo ad attrezzature in condizioni di deterioramento accelerato e questo potrebbe portare all'inefficienza del macchinario e all'allontanamento del fine prefissato.

Oggi la manutenzione, intesa come uno dei servizi dell'azienda, si basa su alcune caratteristiche che la differenziano dai modi utilizzati in passato.

Vengono proposti alcuni dei cambiamenti riferiti al metodo della manutenzione:

1. La manutenzione in passato era legata ad un singolo evento, oggi invece viene trasformata in un lavoro che si può programmare.
2. La funzione della manutenzione diventa parte integrante del lavoro dell'azienda.
3. L'obiettivo della manutenzione è quello realizzare un lavoro tecnicamente completo e più vantaggioso dal punto di vista economico.
4. Si propone una formazione del personale in modo che questo accetti più facilmente le nuove procedure e le renda efficaci.
5. Si cerca, inoltre, di attuare opere di responsabilizzazione, tale da riuscire ad innalzare l'efficienza del servizio e la tutela del personale.

Oltre ad attuare questi cambiamenti, la manutenzione ha proposto dei nuovi obiettivi che rendano possibile il cambiamento e l'evoluzione, questi tengono conto degli aspetti di efficienza gestionale e organizzativa.

Gli obiettivi che questo servizio si propone sono indirizzati a: assicurare una produttività continua, minimizzare i costi di manutenzione, cercare di operare in continuità, aumentare l'efficienza del sistema produttivo e infine offrire una formazione agli addetti della produzione.

Per fare in modo che questi obiettivi vengano raggiunti, devono essere attuate delle attività di diversa natura: attività in ambito esecutivo, ad esempio pulizia, controlli, revisioni, assistenza; in ambito tecnico, come la realizzazione di piani di manutenzione, ricerca di nuovi metodi, addestramento per gli operai e per i tecnici; ambito organizzativo, ad esempio realizzazione di rapporti sugli andamenti e sui consumi, creazione di piani tecnico/economici; infine, attività in ambito consultivo, per esempio l'avviamento di nuovi impianti oppure la progettazione di alcune modifiche.

Il funzionamento di una macchina si basa sulla reciprocità dei componenti che la formano, questo però potrebbe non essere continuo a causa di alcune anomalie che potrebbero sorgere durante la sua vita utile; in questo ambito perciò si introducono due concetti, quello di disponibilità e quello di affidabilità.

La disponibilità è considerata come la percentuale del tempo di funzionamento rispetto al totale del tempo disponibile.

L'affidabilità è invece vista come la possibilità che un elemento funzioni senza danneggiarsi per un prefinito tempo t .

Questi due concetti rappresentano due grandezze che determinano la misurazione della continuità con la quale un impianto garantisce il raggiungimento dello scopo per cui è stato ideato.

Prendendo in considerazione l'ambito economico, la realizzazione di un miglioramento comporta sicuramente dei costi, i quali devono essere equilibrati in rapporto al fine ultimo di un guadagno economico.

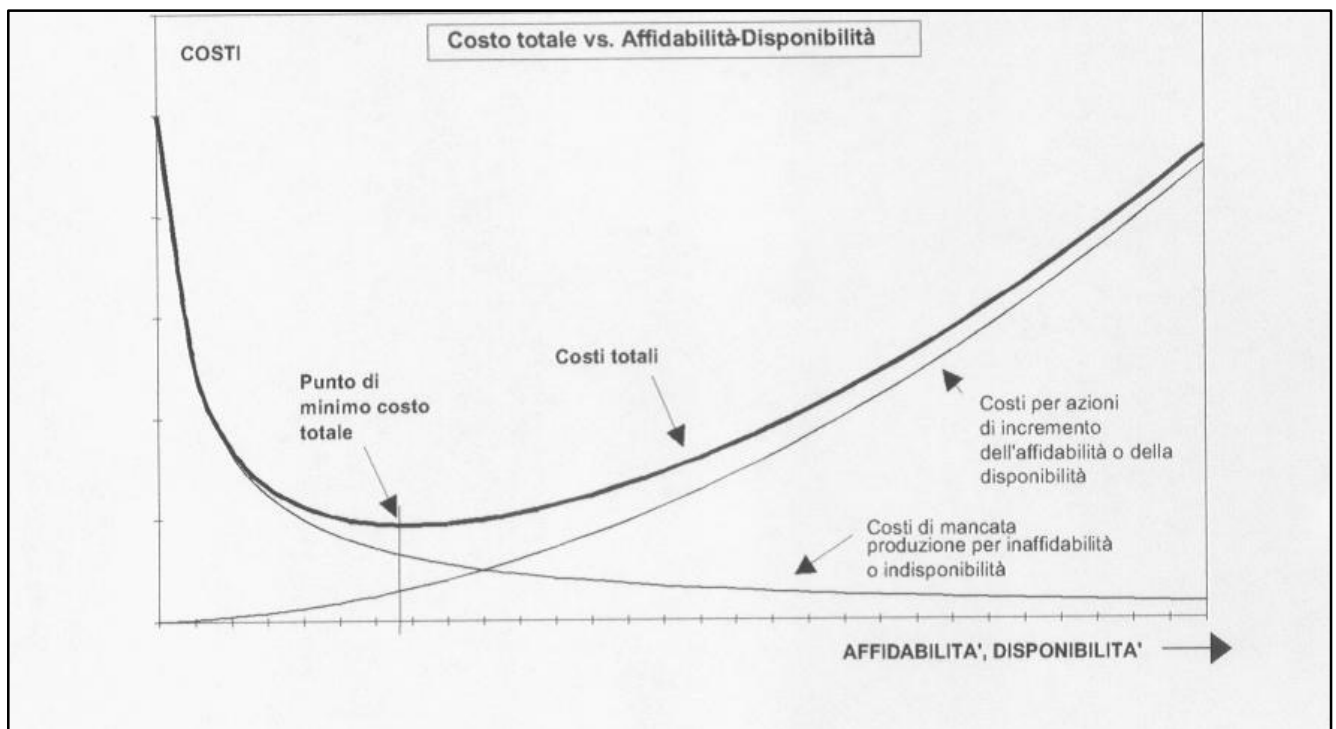


Figura 2.1.1 Grafico che rappresenta la funzione dei costi totali.

Nella *Figura 2.1.1* si può osservare che la funzione del costo totale sostenuto è data dalla somma dei costi sostenuti per le azioni d'incremento della disponibilità e dell'affidabilità delle macchine e dei costi di mancata produzione dovuti all'indisponibilità o all'inaffidabilità delle stesse, bisognerà scegliere il giusto tradeoff, ovvero collocarsi nel punto di minimo.

Preso atto che le macchine potrebbero guastarsi, l'affidabilità e la disponibilità vengono assicurate mediante politiche manutentive che, però da un lato determinano un funzionamento regolare e continuo, ma dall'altro potrebbero rappresentare in vincolo economico non indifferente.

2.2 KPI Della Manutenzione

Un approccio strategico per il raggiungimento degli obiettivi aziendali e per il successivo monitoraggio è quello di scegliere e controllare i giusti KPI di manutenzione (Key Performance Indicators).

Essi infatti, devono essere scelti in modo da incentivare il miglioramento continuo e aumentare la flessibilità e produttività per il soddisfacimento dei clienti.

Non esiste un numero preciso di indici di manutenzione da utilizzare, tuttavia la norma UNI ne definisce alcuni, ai quali è possibile aggiungerne degli altri, in base alle proprie necessità gestionali o tecniche.

Vengono elencati di seguito alcuni degli indicatori di manutenzione più comuni e utilizzati; alcuni di tipo tecnico/operativo (ovvero non collegati a voci di costo, ma riferiti a quantità temporali dell'impianto analizzato) altri di tipo costo/gestionali.

Mean Time Between Failure (MTBF)

Questo indice calcola il tempo medio tra due guasti successivi e si può calcolare come segue:

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

in cui:

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 destinato ad attività differenti dalla produzione vera e propria (come produzione di componenti di prova o realizzazione di nuovi prodotti, prototipi e altri tipi di test) o ancora per attività tecnologiche ausiliarie al processo produttivo (tempi di cambio tipo, pulizia, manutenzioni calendarizzate o altro ancora);

“tempo di mancato utilizzo” è il tempo in cui l'impianto non è stato utilizzato per motivi di cause esterne come ad esempio mancanza di materia prima, eventi atmosferici, scioperi.

Mean Time Between Maintenance (MTBM)

L'MTBM indica il tempo medio intercorso tra due attività di manutenzione successive (siano esse preventivamente programmate o a guasto).

Viene calcolato nel seguente modo:

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

Questo indice quindi, misura le conseguenze del fabbisogno di “fermo macchina per manutenzione” a guasto o programmata (controlli sostituzione componenti usurati, verifiche periodiche, verifiche di legge o altri tipi di interventi pianificati).

Essendo un indice descrittivo del fabbisogno complessivo di manutenzione, il suo calcolo misura anche le conseguenze delle scelte della manutenzione programmata sulla disponibilità. In questo modo l’ingegneria di manutenzione, munita di ulteriori indicatori, ha la possibilità di svolgere analisi critiche sull’indisponibilità programmata della linea confrontando i valori con quelli dell’MTBF.

Mean Time To Restoration (MTTR)

Con l’MTTR si indica il valore atteso del tempo di ripristino ovvero quell’intervallo di tempo in cui l’impianto, a causa di un guasto, è in uno stato di indisponibilità.

Spesso questo arco temporale è condizionato, in maniera non indifferente, dai ritardi di segnalazione, ricerca di documentazione tecnica, emissioni di eventuali “permessi di lavoro” o da numerosi altri fattori non controllabili dal team di manutenzione e quindi differenti dall’intervento tecnico vero e proprio. Per questi motivi indichiamo il tempo di riparazione vero e proprio con il nome Mean Repair Time.

L’MTTR misura quindi la reattività del sistema al guasto. Qualora siano presenti valori troppo elevati si deve provvedere ad affrontarli con interventi specifici attraverso l’unione delle varie funzioni aziendali interessate.

Per il calcolo dell’MTTR si procede come segue:

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

Come anticipato precedentemente, i calcoli dei tempi di indisponibilità non sono immediati ed esistono diverse tipologie di casistiche:

- Guasto che porta ad un fermo totale della produttività dell’impianto. Questo è il caso in cui la differenza temporale tra la data di ripristino e quella di guasto coincide con il tempo di indisponibilità.
- Guasto che porta ad una riduzione quantitativa (Slow-Down). Generalmente questo intervallo temporale viene calcolato moltiplicando per un coefficiente minore di 1 opportuno. In questo modo riportiamo il tempo di riduzione parziale ad un tempo equivalente di fermo totale.
- Guasto che induce ad una diminuzione della qualità della produzione. Anche in questo caso si utilizza un coefficiente opportuno indicato dal responsabile di qualità in modo da poter trasformare l’inefficienza qualitativa in tempo equivalente di fermo macchina totale.
- Guasto che comporta inefficienze qualitative e diminuzioni di quantità allo stesso tempo rispetto ai target designati. Coerentemente ai punti precedenti tali inefficienze possono essere trasformate in tempo di fermo totale combinando le due diverse tipologie di coefficienti.

Mean Repair Time (MRT)

Come anticipato al punto prima, questo valore indica il valore atteso del tempo necessario di riparazione. In questo caso, però, per “tempo di riparazione” intendiamo solamente il tempo strettamente necessario ad eseguire l’intervento di manutenzione, al netto quindi di tutte quelle attività di “preparazione del lavoro” come tempo di chiamata, prelievo di ricambi, ricerche di utensili o attrezzature e diagnosi dei guasti.

Viene calcolato come segue:

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

Nella sommatoria al numeratore contano solamente i tempi di riparazione “fisica”. A differenza quindi di casi ideali, questi tempi saranno sempre minori dei tempi di indisponibilità totali.

L’MRT e l’MTTR se visti assieme possono dare una visione “complementare” e dare maggiori informazioni sui tempi destinati alle riparazioni. La differenza tra i due KPI porta considerazioni interessanti sui fattori di manutenibilità e manualità (MRT) e quelli operativi come la velocità di reazione o capacità di ricerca del guasto.

I provvedimenti quindi possono essere volti al miglioramento tecnico (MRT) o di tipo organizzativo (MTTR - MRT).

Grosse differenze tra i due indicatori spesso indicano disorganizzazione, problemi di layout, problemi di processo o attese di rilascio permessi di lavoro troppo lunghi.

Mean Down Time (MDT)

L’MDT misura l’indisponibilità media complessiva in cui l’impianto non è disponibile per ragioni di qualsiasi natura o per esigenze manutentive, accidentali piuttosto che programmate. Questo tempo ingloba al suo interno sia tempi logistici che tempi strettamente esecutivi di manutenzione.

Dato un tempo totale di indisponibilità, l’indice viene calcolato dividendolo per il numero di eventi di guasto in un determinato periodo di tempo nel seguente modo:

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

Certamente una diminuzione dell’MTTR e dell’MRT porta ad una conseguente riduzione dell’MDT, ma questo può avvenire anche attraverso un’ottima programmazione delle attività programmate che richiedono “la prenotazione” di fermata dell’impianto.

Affidabilità

L'affidabilità è un concetto che generalmente si utilizza per tipologie di meccanismi che non sono riparabili nel corso della loro vita utile (ad esempio la lampadina).

Viene intesa come la probabilità che il componente funzioni in un determinato intervallo di tempo e conseguentemente, i livelli di affidabilità richiesti per il componente variano in funzione del tempo di mancato funzionamento.

Nel contesto manutentivo è importante conoscere l'affidabilità perché si ha la possibilità di poter programmare interventi prima che si verifichino i guasti.

Per la valutazione dell'affidabilità di un componente si ha quindi bisogno di conoscere e definire in maniera chiara le condizioni di normale funzionamento o condizioni di guasto (inteso come impossibilità di portare a termine l'obiettivo prefissato).

Per procedere con una corretta valutazione dell'affidabilità per un utilizzo in un contesto operativo-industriale si può procedere nella seguente maniera:

- Concordare un criterio condiviso ed oggettivo per categorizzare lo stato di normale funzionamento o di guasto della macchina o componente;
- Dichiarare preventivamente l'arco temporale entro il quale la macchina, in stato di buon funzionamento, debba portare a termine la missione produttiva;
- Determinare e applicare le condizioni ambientali adeguate per un corretto utilizzo del macchinario.

Disponibilità

Quanto detto finora nel caso dell'affidabilità riguarda macchinari o componenti non riparabili, ovvero con un unico ciclo di vita come ad esempio i fusibili elettrici.

Nel caso invece i componenti siano riparabili tramite interventi di ripristino delle funzionalità spesso si ricorre alla valutazione della disponibilità.

La definizione della disponibilità è data dalla norma UNI 9910 che la definisce l'attitudine di un'entità, in determinate condizioni e in un determinato istante o intervallo di tempo, ad essere in grado di svolgere le proprie funzionalità richieste con i mezzi esterni necessari.

In inglese la disponibilità è chiamata Availability (A) e può essere definita come la percentuale di tempo di buon funzionamento rispetto al totale del tempo in cui è richiesto il funzionamento del macchinario.

Chiamando con la sigla UT (Up Time) il tempo in cui il macchinario è realmente disponibile per l'utilizzo e con l'acronimo DT (Down Time) il tempo in cui la macchina è ferma per guasti o riparazioni, la disponibilità A viene calcolata come segue:

$$A \text{ (Availability)} = \frac{UT}{UT + DT}$$

Riprendendo le definizioni di MTBF (Mean Time Between Failure) e MTTR (Mean Time To Restoration), rispettivamente come il tempo medio tra due guasti e tempo medio di ripristino delle funzionalità, si può pensare che l'UT coincida con l'MTBF e il DT con l'MTTR.

Possiamo quindi riscrivere la relazione precedente come segue:

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

A parità di valori di MTBF (tempo medio tra due rotture consecutive), un macchinario o componente maggiormente facile da riparare ovvero con valore di MTTR (tempo medio di ripristino delle funzionalità) minore presenterà una disponibilità maggiore. Allo stesso modo un sistema con ugual valore di MTTR, ma con MTBF maggiore di un altro sistema messo a confronto, presenterà una maggiore disponibilità.

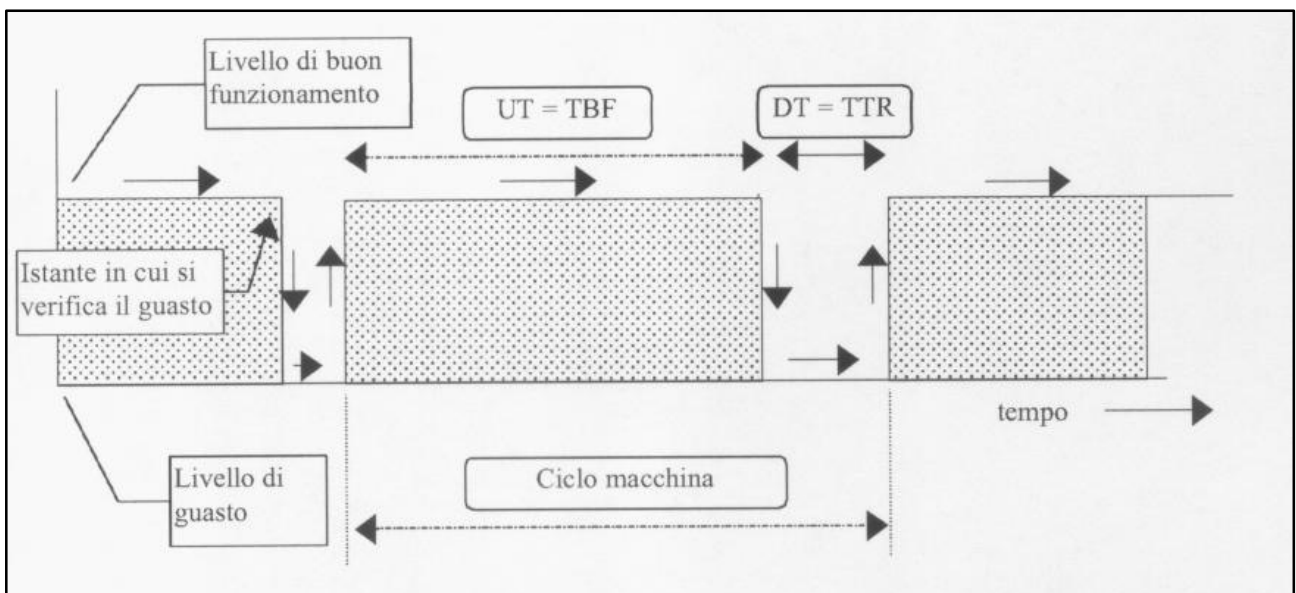


Figura 2.2.1 Disponibilità in funzione dell'MTBF e MTTR.

Curva di mortalità e tasso di guasto

In *Figura 2.2.2* viene rappresentata la curva, che per la sua particolare forma, viene chiamata a "vasca da bagno". Questa curva identifica la frequenza con cui i macchinari si guastano durante il corso della loro vita utile (tasso di guasto del macchinario).

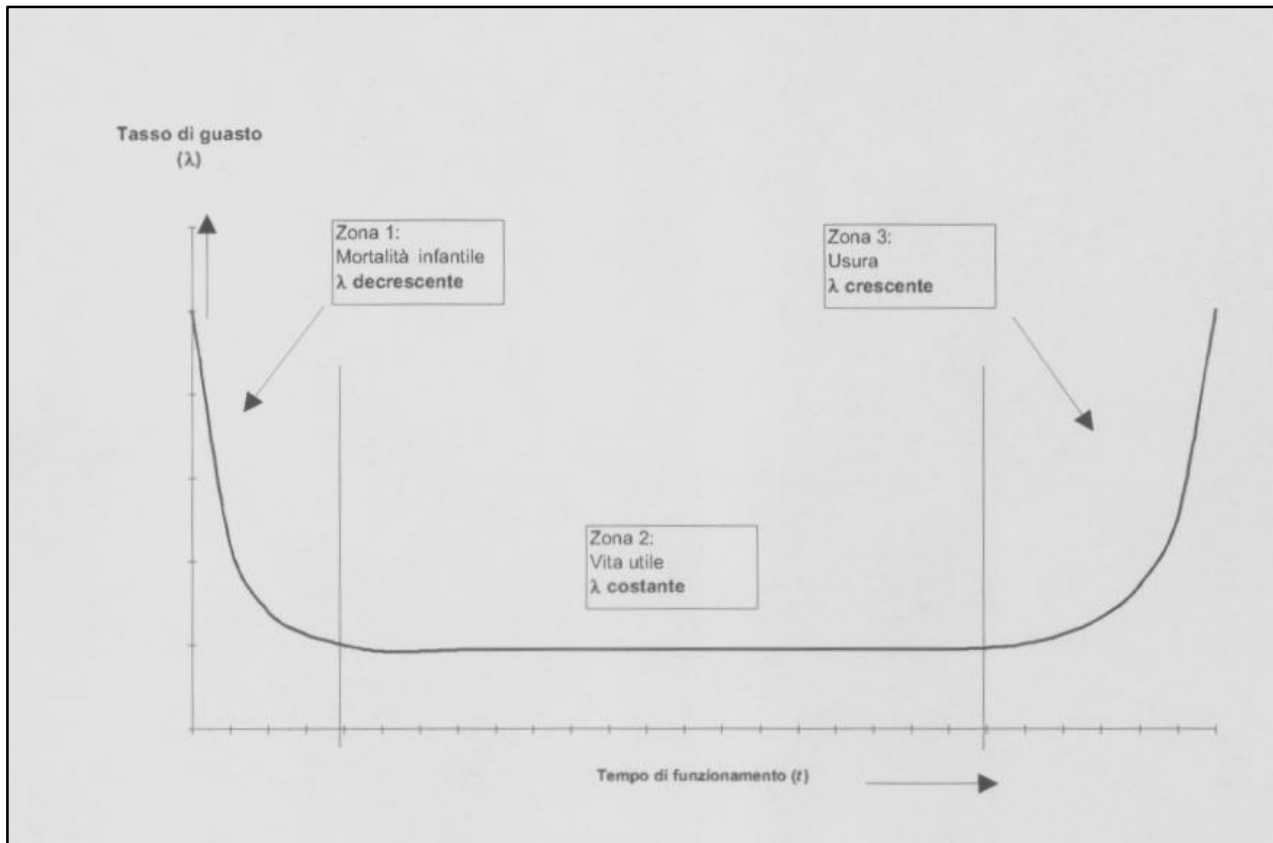


Figura 2.2.2 Curva Tasso di guasto - Tempo di funzionamento.

Durante la vita utile di ogni macchinario si possono identificare diverse fasi:

- Il periodo iniziale, chiamato di “rodaggio”. Questa è la fase in cui i componenti cominciano a funzionare e in alcuni casi, quando difettosi, in poco tempo si guastano e perdono la loro funzionalità. Questo primo arco temporale (zona 1) è chiamato di “mortalità infantile” e in esso il tasso di guasto, che inizialmente è elevato, cala rapidamente.
- La seconda fase (zona 2) è chiamata invece di “vita utile”. Questo è l’arco temporale in cui il macchinario funziona in pieno regime, i componenti sono ormai assestati e gli operatori sono esperti all’uso. In questa fase il tasso di guasto è costante e minimo (i guasti si presentano distanziati e regolari nel tempo).
- L’ultima fase (zona 3) è chiamata di “usura”. Questa è la fase dove ormai il macchinario è soggetto a fenomeni di usura causati dall’ utilizzo massivo. Qui il tasso cresce rapidamente e la macchina si guasta in maniera sempre più frequente fino all’inevitabile impossibilità di utilizzo.

L’elevato tasso di guasto della (zona 1) può essere ridotto con accurate fasi di studio e progettazione del macchinario, oltre che ad una opportuna formazione all’utilizzo, degli operatori. Passata invece la fase di “vita utile” si intuisce di essere giunti all’ultima zona di “usura” quando il numero di guasti tende a crescere in modo sempre maggiore in un determinato periodo di tempo.

Una politica manutentiva che si basa su interventi programmati preventivamente, tende a prefissarsi l’obiettivo di aumentare l’affidabilità e la disponibilità dei sistemi, prevedendo e intervenendo prima del verificarsi del guasto.

La manutenibilità

La manutenibilità è definita dalla norma UNI 9910 come l'attitudine di un'entità ad essere mantenuta o ripristinata al suo stato utile per lo svolgimento delle funzioni richieste in determinate condizioni di utilizzo, quando la manutenzione è eseguita con procedure e mezzi prescritti.

Nella definizione quindi, è esplicitata la caratteristica in cui la manutenibilità del macchinario è in funzione delle condizioni di mantenimento. Per condizioni si intendono tutti quei fattori che integrano il macchinario nel sistema in cui si trova, dalla posizione, all'accessibilità dei componenti da riparare, operatori circostanti e flussi dei materiali oltre che alle imprescindibili caratteristiche progettuali.

A tal proposito nascono tecniche di Design for Maintainability, procedure che hanno lo scopo di ridurre le tempistiche e gli sforzi richiesti in azioni di manutenzione periodica programmata o a guasto. Tali tecniche applicano alla base concetti di ingegneria dei fattori umani utile all'ottimizzazione della progettazione dei sistemi.

È possibile identificare una relazione tra il valore MTTR (tempo medio di riparazione), inteso come ripristino delle funzionalità e la funzione di affidabilità. Tale relazione consiste in:

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

Il valore della disponibilità A, in questo modo, dipende dal parametro MTTR. Come si può vedere in maniera qualitativa tra le relazioni delle grandezze nel grafico in *Figura 2.2.3*.

Una volta definiti i valori di affidabilità (in fase di progettazione), e stimato un valore di disponibilità derivante dalla serie storica come il rapporto di tempo di buon funzionamento e il tempo totale di utilizzo (guasti compresi), è possibile stimare il valore di manutenibilità in modo da poter essere comparato ad altre macchine o impianti appartenenti alla stessa categoria.

In questo modo è quindi possibile risalire all'affidabilità da una stima di disponibilità "normale" del componente e il calcolo del valor medio di tempo di intervento per guasto MTTR, per una miglior riprogettazione del sistema.

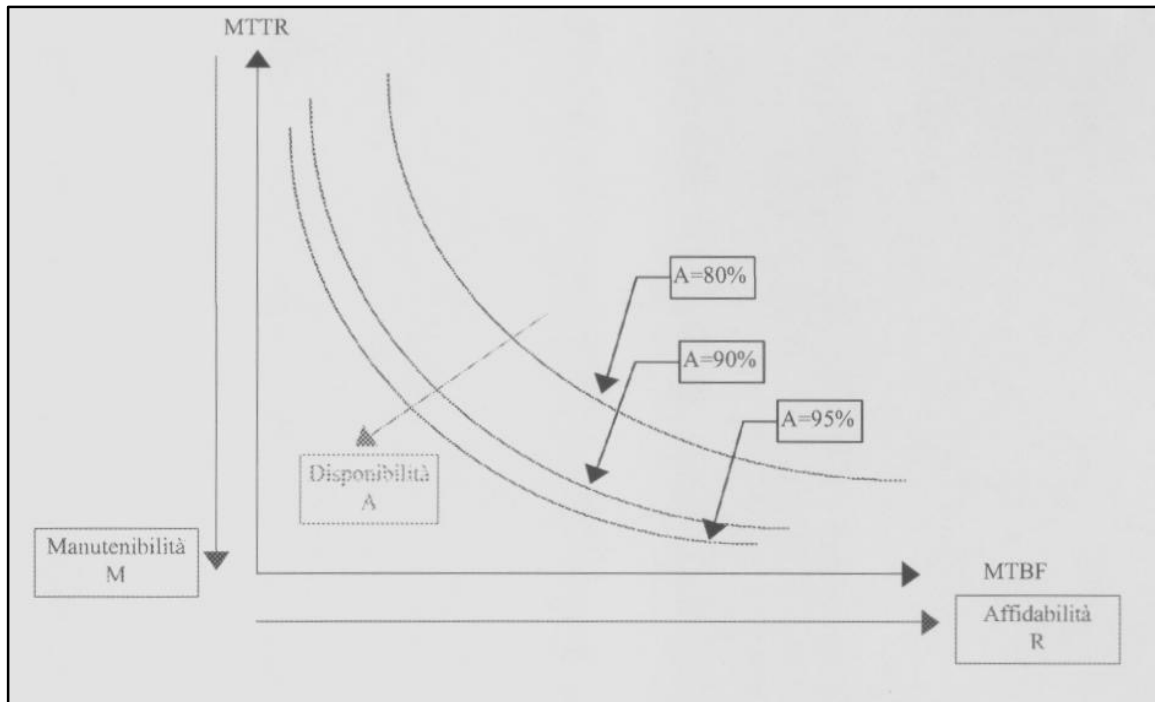


Figura 2.2.3 Relazione tra le grandezze Affidabilità (R), MTBF, MTTR, Manutenibilità (M) e Disponibilità (A).

KPI del livello di servizio della manutenzione correttiva

Uno degli obiettivi del progetto volto al miglioramento della manutenzione è l'ottimizzazione delle scelte dell'utilizzo delle politiche manutentive in modo da tener sotto controllo il fabbisogno di manutenzione a guasto, rimanendo al di sotto di valori prestabiliti e puntando ad un trend decrescente nel tempo.

Questo indice è di tipo "gestionale" con validità generale e misura l'incidenza dei costi della manutenzione a guasto rispetto ai costi totali della manutenzione e ci fornisce indicazioni sulla politica di manutenzione adottata.

Tale indice, non identificabile con acronimo comune, si calcola nel seguente modo:

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

Al numeratore calcoliamo solamente i costi totali di manutenzione sostenuti in interventi a guasto, ovvero comprensivo di voci di costo come manodopera aziendale, materiale e altri costi di servizio atti al ripristino del malfunzionamento accidentale.

Al denominatore, invece, troviamo i costi di manutenzione totali sostenuti dall'azienda, calcolati sommando tutte le quote dei costi come il personale della manutenzione, costi derivanti da servizi prestati dal personale di produzione (manutenzione autonoma), servizi di terzi e costo dei materiali. Come spesso accade nella lettura dei valori degli indici "gestionali" anche in questo caso questa informazione deve essere complementare ad altre derivanti da altri KPI in modo da poter ottenere una visione più completa. Questo è il caso dove ad esempio sarebbe utile associare a questo KPI dell'incidenza del valore un altro contenente l'informazione sulla frequenza degli eventi come segue:

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

Assieme tali indici permettono di identificare la situazione reale, evidenziando la frequenza con cui sono effettuati gli interventi di natura correttiva. Il loro confronto incrociato, frequenza e costi, descrive in maniera esaustiva il peso della manutenzione correttiva su un mix totale delle politiche di manutenzione adottate.

KPI di monitoraggio livello di spesa della manutenzione

Questa lista di KPI permette di calcolare l'entità della spesa della manutenzione con le diverse ripartizioni di costo. Possibili indicatori di questa natura possono essere:

-

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

con la terminologia Estimated Replacement Value (ERV) si identifica il valore di rimpiazzo dell'impianto.

-

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

Indice che indica la **porzione di fatturato annuale utilizzato per mantenere il valore e l'efficienza** degli impianti.

-

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

Quest'ultimo indicatore fa riferimento ai costi di manutenzione annui riferiti al volume di produzione totale dell'impianto nel periodo considerato.

Come detto precedentemente, esistono numerosi indicatori, ma per reperire informazioni importanti e pertinenti, occorre scegliere i KPI relativi al proprio settore più significativi in modo da poter ottenere i suggerimenti più utili e di facile comprensione.

Dopo una scelta accurata, occorre valutarli in maniera regolare e coerente.

Oltre ai propri indicatori è opportuno confrontare i valori con i livelli di benchmark interni ed esterni all'azienda. Inoltre è fondamentale un monitoraggio costante in modo da poter individuare ogni cambiamento significativo di tendenza e una volta analizzati, comprendere le cause dei cambiamenti della tendenza al rialzo o al ribasso.

Un'attenta analisi degli indicatori deve quindi aiutare ad incentivare lo studio sull'individuazione delle "cause radici" in modo da poter "correggere il tiro" con azioni correttive e preventive utili al miglioramento continuo.

2.3. I costi

In un qualsiasi ambiente aziendale uno dei maggiori scopi è quello di diminuire i costi della manutenzione, i quali complessivamente derivano dall'unione dei costi diretti e di quelli indiretti. La manutenzione però, non deve essere vista solo in termini di costi in quanto anche essa determina un valore, che deriva dal loro risparmio proveniente dalla riduzione dei guasti e dal miglior funzionamento degli impianti.

Un tipo di struttura complessiva che riguarda i costi della manutenzione è indicata nella *Figura 2.3.1.*

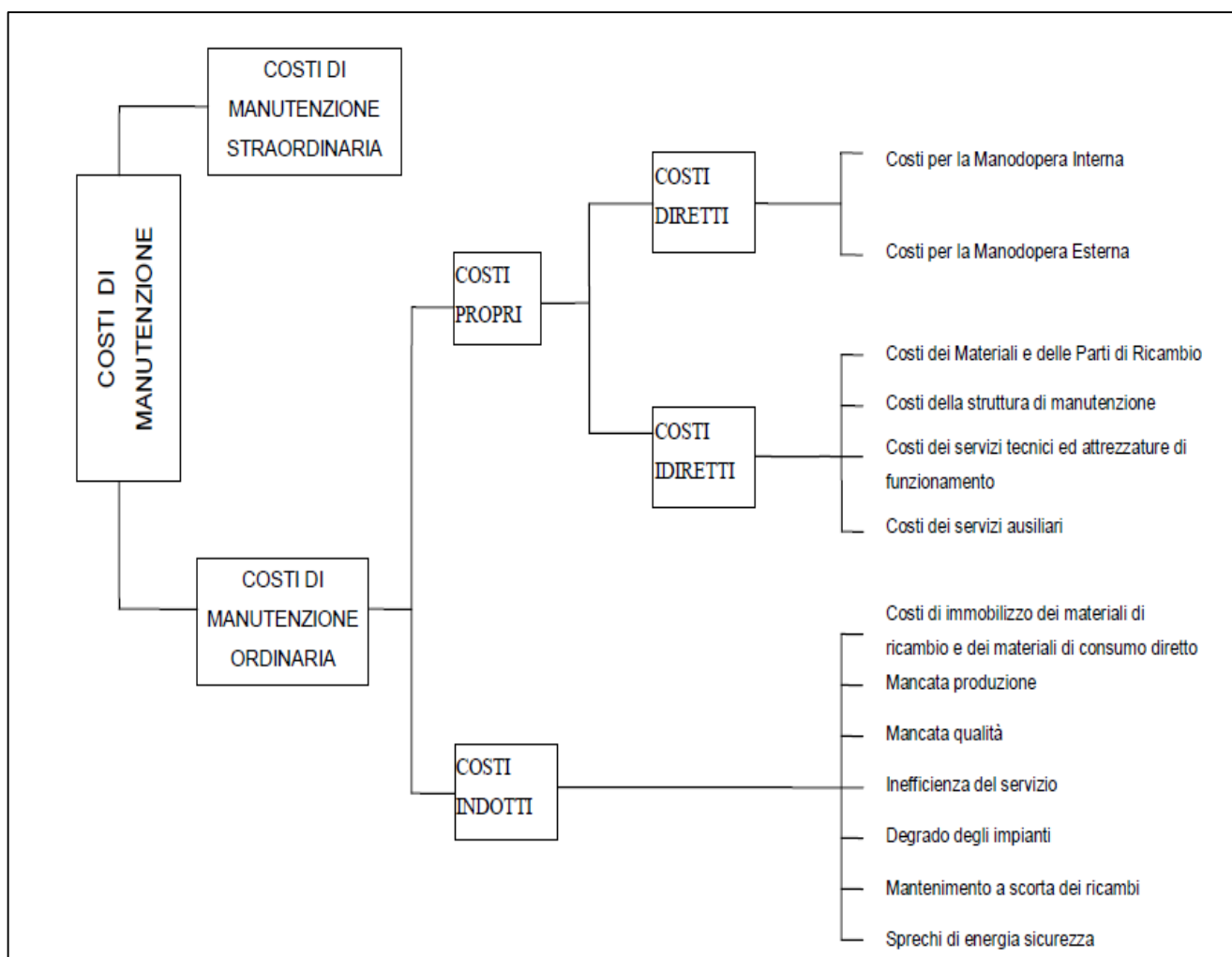


Figura 2.3.1 Struttura dei costi di Manutenzione.

Andando a vedere nel dettaglio i costi della manutenzione ordinaria si possono distinguere diverse categorie:

1. I costi che provengono dalla manodopera sia interna che esterna (effettuata da terzi) e i costi dei materiali, che rientrano nella categoria dei **costi propri diretti**.
2. Costi della struttura di manutenzione, dei servizi tecnici, dei servizi ausiliari e dei materiali di consumo diretto, che fanno parte della categoria dei **costi propri indiretti**.
3. I costi che provengono dall'interruzione del servizio di una macchina, che può essere determinato da due diverse cause: il suo guasto o l'interruzione volontaria di essa. Queste tipologie di costi rappresentano i **costi indotti**, i quali riguardano anche i costi di mancata qualità, i tempi di manutenzione e i costi che si possono attribuire alla mancata sicurezza.

Mediante un controllo più adeguato i costi propri diretti possono essere abbassati, questo anche attraverso le analisi dei guasti avvenuti in precedenza in modo da definire le tempistiche, le attrezzature e le specializzazioni del personale.

Per diminuire i costi propri indiretti invece, si dovrebbe attuare una politica preventiva distaccandosi così, dalla possibilità di un improvviso guasto; è proprio questo uno degli obiettivi principali del concetto di manutenzione autonoma

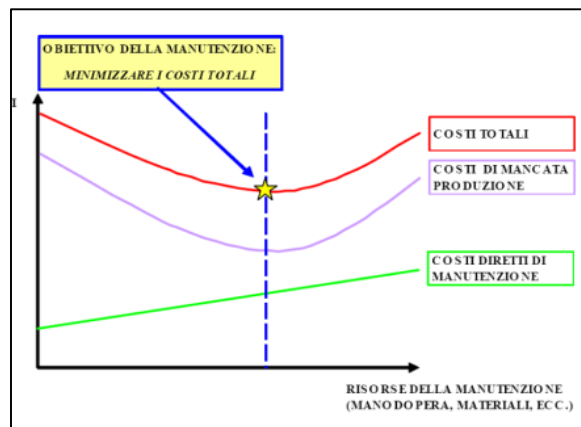


Figura 2.3.2 Andamento delle curve dei costi propri (Costi Diretti di Manutenzione), di quelli indotti (Costi di Mancata Produzione) e di quelli totali, somma delle due precedenti curve.

2.4 I tempi

Un guasto si può rivelare di tipo istantaneo e totale oppure parziale e propagato nel tempo. Di qualunque categoria si tratti, di solito, dal momento della manifestazione dell'irregolarità e l'attivazione dell'intervento si incorre in un lasso di tempo definito ritardo amministrativo, che deriva dal fatto che gli addetti alla manutenzione devono prima essere informati del guasto e solo dopo esserne venuti a conoscenza possono attrezzarsi di conseguenza.

La norma UNI 9910 riporta i diagrammi relativi ai tempi della manutenzione (*Figura 2.4.1*).

Livello Produttivo

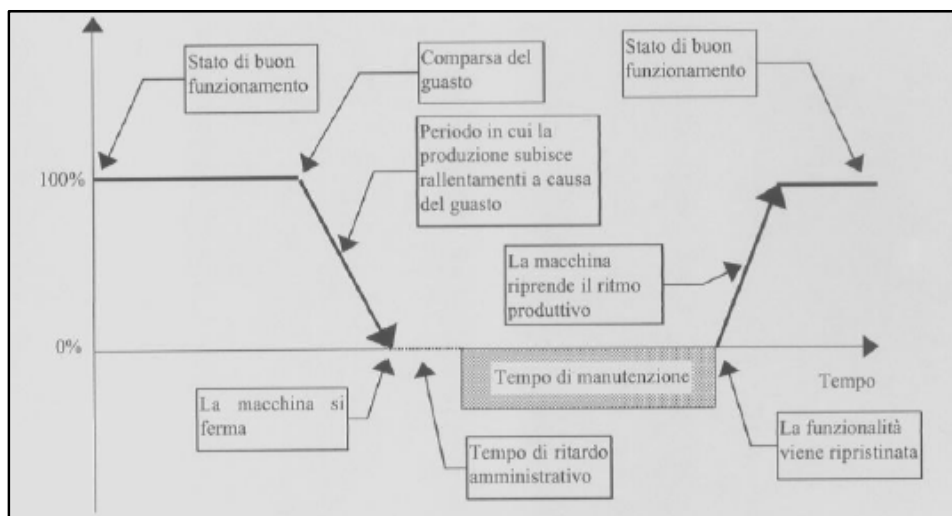


Figura 2.4.1 Diagramma dei tempi di manutenzione.

Dal diagramma proposto si può vedere che dal periodo della manifestazione del guasto fino al ripristino di esso, si possono individuare delle tempistiche riguardanti la riparazione:

- Un primo momento in cui il guasto non è evidente, ma la macchina attua processi sbagliati o rallentati; l'operatore si accorge dell'anomalia e lo segnala.
- L'attesa del processo di manutenzione che potrebbe non essere subito disponibile.
- Un tempo in cui il tecnico ricerca il problema dell'attrezzatura.
- Tempo in cui ci attende l'arrivo dei ricambi e del materiale necessario.
- Tempo della riparazione.
- Tempo di verifica del corretto ripristino del macchinario.

L'indisponibilità della macchina è perciò determinata dall'insieme di tutti i passaggi sopra indicati.

Un'adeguata divisione e la gestione di questi tempi potrebbe concedere al direttore di intervenire in modo specifico sugli aspetti che potrebbero portare ad innalzare il livello di efficacia degli interventi e di conseguenza diminuire i tempi di indisponibilità del macchinario.

2.5 Strategie manutentive

Lo scopo che si tende a seguire è diminuire l'indisposizione, che si verifica quando gli impianti sono sottoposti ad usura e in generale quando i macchinari si degradano. Risulta perciò fondamentale l'efficienza ed una giusta organizzazione della manutenzione all'interno della produzione in particolare dove la linea richiede un alto livello della qualità del prodotto. Per poter raggiungere questo scopo bisogna essere in possesso di una documentazione riguardante la macchina, che renda possibile un'analisi corretta dei dati.

Uno dei criteri più interessanti che riguardano il problema del degrado delle macchine è la teoria che si basa sulla curva di mortalità a "vasca da bagno"; nel momento in cui l'attrezzatura viene installata si trova in un primo periodo di vita utile e per questo il tasso di guasto istantaneo potrebbe risultare più elevato. Questo fatto è determinato dalle caratteristiche dei componenti che, essendo nuovi, potrebbero necessitare di una messa a punto. Si parla quindi, di una zona della curva che lentamente tende poi a decrescere con una velocità che risulta essere proporzionale alla capacità degli operatori di imparare ad usare correttamente la macchina e alla capacità del macchinario di assestarsi. Raggiunta la stabilità, questa si mantiene per un periodo lungo definito periodo della vita utile, nel quale la macchina funziona in base alla capacità per la quale è stata realizzata. Nel momento stesso in cui i componenti invecchiano, si riduce la capacità della macchina di svolgere le usuali funzioni; ci troviamo quindi, nell'area di "usura" che risulta essere caratterizzata da un tasso di guasto che cresce nel tempo con una pendenza definita dallo stato del macchinario e dall'uso che ne viene fatto.

Il compito della manutenzione è quello di lavorare in modo da fare rientrare il tasso di guasto istantaneo nella zona di mortalità standard, che rappresenta la vita utile, e fare in modo che il tasso sia il più basso possibile.

Per raggiungere questi scopi è necessario identificare i criteri di manutenzione più adatti, rispetto al tipo di macchina.

Per prima cosa bisogna definire le politiche manutentive da mettere in atto; in particolare:

- A seguito di un guasto decidere quando attuare interventi di ripristino.
- Definire quando, invece, è meglio prevenire i guasti.
- Decidere quando è necessario munirsi di strumenti volti al monitoraggio delle condizioni dei macchinari.
- Per quali funzioni manutentive è necessario dedicarsi alla ricerca di soluzioni che portino ad un miglioramento della condizione esistente.

Con la definizione dei processi di manutenzione, si intende la messa in atto delle attività che dovranno essere realizzate sull'impianto.

I piani manutentivi utilizzati dalle industrie e attribuiti ai differenti tipi di macchinari, offrono la possibilità di realizzare un programma ottimale per ciascun impianto.

Le procedure utilizzate maggiormente si possono distinguere in quattro categorie:

- 1) Manutenzione correttiva;
- 2) Manutenzione preventiva programmata;
- 3) Manutenzione preventiva su condizione;
- 4) Manutenzione migliorativa.

2.5.1 Manutenzione Correttiva (a Guasto)

Questo tipo di politica si basa sul fatto che la macchina deve essere mantenuta in azione fino a quando, a seguito di un guasto, il direttore non è costretto ad arrestarla. L'intervento ha quindi come scopo il riparare il macchinario e riportarlo alle sue normali condizioni di funzionamento, tutto questo in un tempo breve. La manutenzione correttiva riguarda diversi livelli, a seconda che sia una manutenzione provvisoria o di un ripristino prolungato degli elementi non funzionanti. La riparazione di un'anomalia potrebbe essere un'occasione per fornire un controllo generale delle attrezzature in modo da riportarle al loro funzionamento iniziale o addirittura migliorarle.

Questa politica è caratterizzata da un costo contenuto perché l'intervento viene effettuato solo se strettamente necessario; al contrario determina un lavoro piuttosto elevato in quanto i ricambi devono essere subito a disposizione per evitare fermate troppo lunghe.

Per quanto riguarda la gestione delle risorse umane, questa politica non viene considerata ottimale in quanto si possono alternare momenti di sovraccarico lavorativo a momenti invece di inattività. Questo tipo di situazione può essere declinata attuando degli espedienti che mirano ad aumentare il lavoro dei manutentori addetti all'emergenza.

Qualora si decida di applicare questa tipologia manutentiva ad un determinato impianto, si svolgerà una registrazione di tutti gli interventi manutentivi messi in atto su di essa.

I punti di forza che si possono individuare in questo tipo di programma, come detto prima, sono i bassi costi e il fatto che non richieda organizzazioni troppo complesse.

Nonostante ciò, tra i punti di debolezza possiamo riscontrare: l'inesistenza di un preavviso del guasto, problemi di sicurezza che derivano dal fermo del lavoro e dall'assenza di produzione, l'impossibilità di decidere in precedenza l'utilizzo delle squadre di manutenzione e infine la richiesta di un magazzino ricambi.

Detto ciò bisogna tenere presente che non sempre la manutenzione correttiva può essere applicata, ad esempio nel settore dell'aeronautica dove è necessaria una manutenzione di tipo preventivo o predittivo.

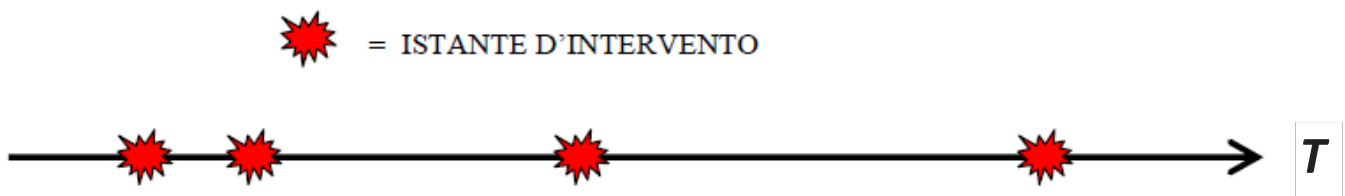


Figura 2.5.1.1 Istanti (casuali) di intervento della manutenzione a guasto.

2.5.2 Manutenzione Preventiva Programmata

Questo tipo di programma è caratterizzato da degli interventi che vengono eseguiti periodicamente. Lo scopo principale riguarda l'evitare il manifestarsi del problema e salvaguardare i macchinari durante il loro utilizzo, mantenendoli in buone condizioni.

La manutenzione preventiva programmata ha un campo di applicazione molto vasto, perché di solito si tratta di accertamenti previsti dalle leggi e a cui l'azienda non si può ribellare. Oltre ai controlli esistono degli interventi periodici:

1. Revisioni sistematiche che mirano alla sostituzione di alcuni elementi
2. Diversi lavori che implicano interventi di protezione delle macchine.

Questa politica è contraddistinta da dei costi elevati, questo perché dovendo effettuare gli interventi in anticipo, si corre il rischio di utilizzare risorse economiche e umane in mansioni non indispensabili e nello stesso tempo non impiegarle dove invece sono necessarie.

Tuttavia questo programma assicura dei magazzini ricambi più attivi, in quanto gli ordini vengono elaborati sulla base dei progetti di manutenzione in modo da assicurare la disponibilità delle componenti necessarie.

L'organizzazione del lavoro, inoltre, garantisce una migliore ripartizione delle responsabilità, delle squadre addette alla manutenzione, nel tempo.

La manutenzione preventiva programmata può essere svolta mediante due criteri:

- A data costante
- A periodo costante

Questa strategia non è sempre consigliabile, in quanto alcuni guasti possono non essere prevedibili.

Per fare in modo che questa politica venga considerata applicabile, bisogna verificare delle condizioni tra le quali ricordiamo: dall'utilizzo del componente si può riscontrare una possibilità di guasto che deriva da una condizione di usura; prima dell'intervento solo una piccola parte delle attrezzature può essere soggetta a guasto; lo scopo dell'intervento è quello di riportare il buon funzionamento del componente.

Entrambi i criteri hanno bisogno di determinati requisiti, per poter programmare gli interventi necessari. Questi sono:

1. Raccolte dati riguardanti i guasti e la creazione di statistiche che permettono la messa in atto dei relativi intervalli di intervento preventivo.
2. Bisogna utilizzare un adeguato sistema di informazione sulla progettazione e gestione delle attività manutentive.
3. Il controllo dei ricambi deve essere collegato ai programmi di manutenzione.
4. Il personale deve avere delle competenze che riguardano l'eseguire interventi di prevenzione e gestire il proprio lavoro.

Tra i punti di forza di questa politica possiamo ricordare una riduzione dei guasti, dei costi riferiti alla mancata funzionalità del macchinario e dei tempi di manutenzione.

Tra i punti di debolezza invece riscontriamo un aumento dei costi diretti del lavoro di manutenzione e il fatto che alcune volte l'intervento preventivo può essere causa esso stesso di determinati guasti.

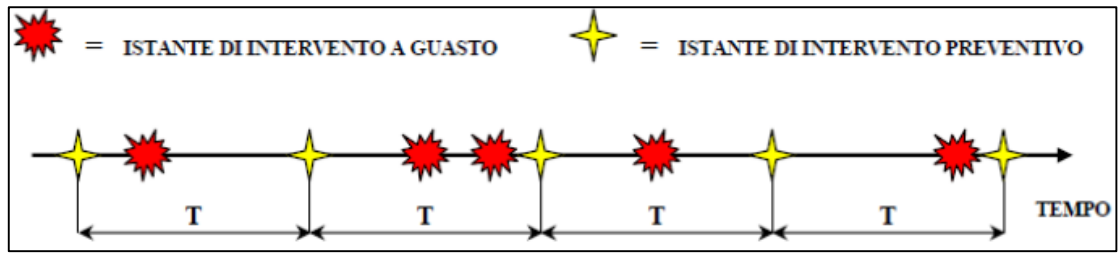


Figura 2.5.2.1 Manutenzione preventiva a data costante nel tempo.

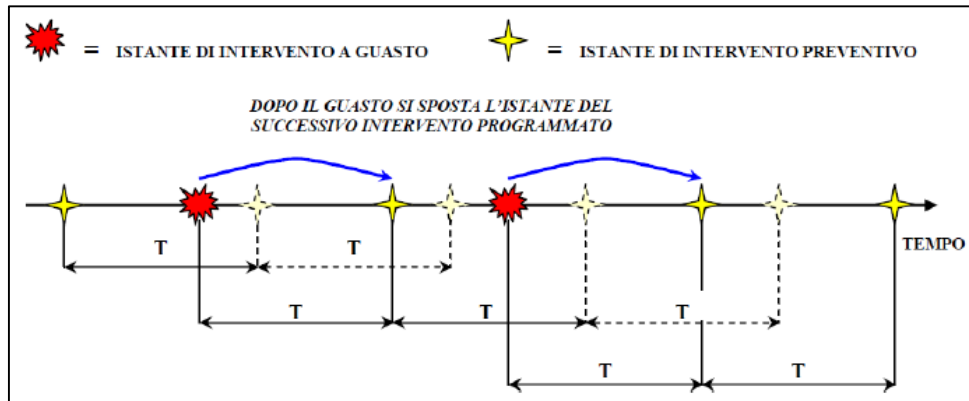


Figura 2.5.2.2 Manutenzione preventiva ciclica ad età costante nel tempo a calendario di un'entità.

2.5.3 Manutenzione Preventiva su condizione (Predittiva)

Con questo termine ci si riferisce ad una manutenzione dipendente da un evento predefinito; questo tipo di politica è sorta in seguito alla constatazione che le attività di manutenzione dei macchinari possono alcune volte determinare dei problemi indotti e dei danni economici ulteriori, invece di consentire all'impianto di funzionare fino all'esaurimento.

Lo scopo di questa tipologia di manutenzione è quello quindi, di scongiurare degli interventi non necessari, ma anche quello di astenersi da interventi urgenti.

La manutenzione preventiva su condizione prescrive dei controlli e delle diagnosi da effettuare sulle macchine durante il loro intero periodo di funzionamento; la rilevazione dei segnali prodotti dai macchinari può essere misurata mediante: un monitoraggio visivo o sensitivo, l'osservazione dell'andamento di determinati parametri che indicano la condizione di funzionamento, il monitoraggio del calore prodotto dalle macchine.

Per poter applicare una politica di questo genere, è necessario essere dotati di determinati strumenti che servono a tenere sotto controllo le componenti in modo da riuscire a capirne lo stato di deterioramento; tutto questo per cercare di evitare l'eventuale arresto del macchinario.

Per fare in modo che l'applicazione di questo programma risulti efficace, questo deve avere un costo inferiore al risparmio che esso permette di attuare.

Per organizzare un adeguato programma di questo tipo occorre:

1. Riconoscere lo stato di deterioramento del macchinario.
2. Ottenere gli strumenti adatti a rilevare il segnale.
3. Definire il periodo del guasto e la sua evoluzione.
4. Programmare la frequenza dei controlli.
5. Ricavare i dati secondo il periodo stabilito.
6. Registrare le informazioni ricavate.
7. Determinare e analizzare le cause e le possibili conseguenze derivanti dalla variazione dello stato del macchinario.
8. Programmare lavori di intervento.
9. Organizzare le attività sia in termini temporali sia di risorse umane e tecnologiche.

Tutti questi processi accompagnano la macchina in tutto il suo periodo di funzionamento, questo perché il programma di manutenzione su condizione viene realizzato su quelle componenti dove non vi è un legame necessario tra l'età del macchinario e la possibilità del guasto.

Dall'applicazione di questo programma derivano alcuni punti di forza che sono: diminuzione degli arresti per guasto, diminuzione dei guasti indotti che derivano da un problema precedente, maggiore vantaggio nella gestione del magazzino ricambi, evitare il ripristino di componenti che non lo necessitano.

Tra i punti di debolezza invece possiamo notare i seguenti: potrebbero presentarsi dei falsi allarmi, potrebbe essere richiesto l'utilizzo di diagnosi a volte complesse, c'è bisogno di un periodo per valutare le condizioni dei macchinari.

2.5.4 Manutenzione Migliorativa

Questo tipo di manutenzione, è idealmente quella più redditizia; ha come obbiettivo quello di andare oltre ad una visione di manutenzione vista solo come prevenzione del problema. Con questo tipo di programma si raggiunge un'evoluzione che punta ad un miglioramento continuo. Lo scopo principale è perciò quello di annullare le problematiche potrebbero portare al guasto.

Questo progetto richiede però una presenza ingegneristica, in grado di mettere in discussione alcune abitudini e convincimenti consolidati.

L'applicazione della manutenzione migliorativa indirizza il progetto in modo da non consentire né l'avvento di un guasto né l'insorgenza delle cause che lo precedono.

Per quanto riguarda il piano economico è necessario tenere sempre in considerazione i costi e i benefici che vengono realizzati mediante l'attuazione di questa politica; infatti essa potrebbe portare a dei costi molto elevati e risultare poco conveniente.

La manutenzione migliorativa, in molti casi, può rappresentare la correzione di un problema che deriva dalla fase di progettazione; proprio per questo è molto importante che il programma di manutenzione sia collegato anche alla fase di progettazione dell'impianto.

Se un programma di intervento è ben strutturato ed elaborato, gli interventi di urgenza risultano sempre meno necessari. Questo consente di indirizzare le risorse alla manutenzione preventiva senza che nascano dei costi aggiuntivi.

Questa politica perciò si basa anche sul raggiungimento di una prevenzione meno costosa in modo da rendere osservabili dei componenti che inizialmente non lo erano

I vantaggi e gli svantaggi vengono sintetizzati nella tabella sottostante.

TIPOLOGIA	VANTAGGI	SVANTAGGI
A GUASTO	• bassi costi • non richiede pianificazioni complesse	• nessun preavviso di guasto • problemi di sicurezza • programmazione non ottimale delle squadre di sicurezza • magazzino ricambi sovradimensionato
PREVENTIVA/PROGRAMMATA	• riduzione dei guasti • miglior utilizzo delle squadre di manutenzione • magazzino ricambi snello • riduzione costi connessi alla perdita di funzionalità • riduzione dei tempi di fermo impianto	• programmazione di manutenzioni potenzialmente non indispensabili • applicabilità legata esclusivamente all'invecchiamento degli impianti • può indurre guasti legati alla mortalità infantile dei nuovi componenti
PREVENTIVA SU CONDIZIONE	• riduzione delle fermate per guasto • aumento della disponibilità dell'impianto • riduzione dei guasti indotti da un guasto precedente • migliore gestione dei ricambi • efficace pianificazione delle squadre di manutenzione • sfruttamento ottimale dei componenti • maggiore sicurezza • assenza di smontaggi inutili o sostituzione di componenti che non ne necessitano	• attrezzatura specializzata e costosa • training del personale • problemi di falso allarme • algoritmi di diagnosi complessi • tempo per valutare le condizioni delle macchine ed individuare le relative soglie di allarme
MIGLIORATIVA	• eliminazione delle cause di guasto • integrazione tra manutenzione e progettazione • incremento della manutenibilità degli impianti	• costi elevati • necessita di un supporto ingegneristico • non sempre attuabile

Figura 2.5.4.1 Tabella riepilogativa vantaggi e svantaggi dei diversi approcci alla manutenzione.

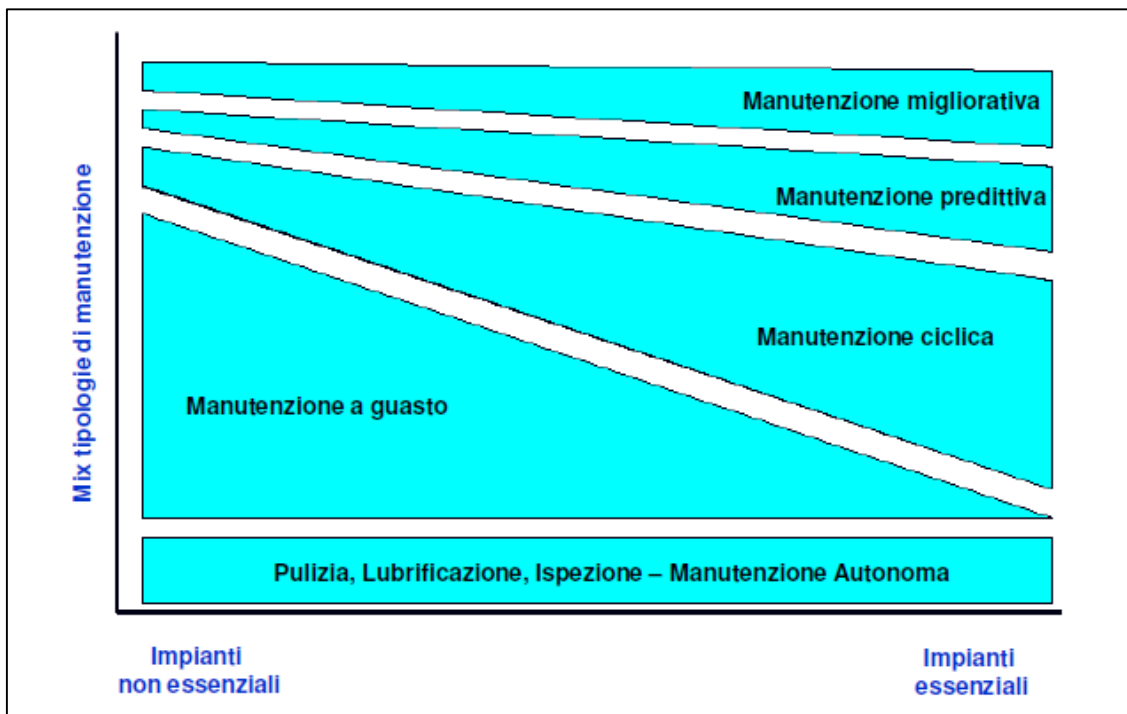


Figura 2.5.4.2 Mix di tipologie di manutenzione da utilizzare in relazione all'importanza degli impianti.

2.6 Autonomous Maintenance (AM)

Dall'introduzione sulla manutenzione esposta, emerge la volontà di dimostrare che operare nella manutenzione non significa solo "riparare" ma anche studiare le cause tecniche e umane, che portano ai guasti per prevenirli e tutte le azioni intese ad organizzare le risorse per massimizzare l'efficacia e l'efficienza del servizio nell'ottica dell'ottimizzazione economica globale del sistema produttivo.

Da questa nuova idea nasce il concetto di Manutenzione Autonoma (Autonomous Maintenance), che estende il ruolo della manutenzione a servizio aziendale, in modo che da funzione complementare e distaccata dalla produzione diventi parte integrante dell'attività produttiva attraverso una razionale organizzazione del lavoro e l'integrazione con le altre funzioni aziendali.

Come già detto, nell'evoluzione industriale, la manutenzione ha assunto straordinaria importanza, incidendo in termini sempre più significativi sulla competitività industriale, attraverso la ricerca di una più stretta collaborazione tra le parti coinvolte nel processo produttivo.

La moderna visione dell'organizzazione industriale indotta dall'elevata competitività del contesto in cui si trova, spinge ad operare a livelli di performance sempre maggiori e far intendere la manutenzione non più come una funzione aziendale accessoria alla produzione, che interviene dopo il manifestarsi del guasto, ma come una sua parte integrante, volta a migliorare le prestazioni complessive dei sistemi produttivi. E' in quest'ottica di integrazione interfunzionale, sempre maggiore, che si inseriscono le motivazioni che portano all'approccio della manutenzione autonoma.

Il concetto chiave dell'automanutenzione è di far "crescere" gli operatori macchina, ed incrementare il loro know-how ed abilità assegnando loro l'esecuzione di attività base di manutenzione (pulizia "intelligente", lubrificazione, serraggi, piccole riparazioni, settaggi elementari, ispezioni programmate, ecc.). In tal modo, gli operatori imparano a "conoscere" bene le macchine, e sono presto in grado di individuare segnali, anche deboli, di "logorio" ed "usura", fin dagli stadi iniziali. Tutto questo in modo di assicurare interventi manutentivi più tempestivi e prevenire la crescita ed il propagarsi del deterioramento.

Attraverso una corretta implementazione di tale approccio è possibile:

- Misurare il degrado, attraverso sistematiche ispezioni giornaliere ed il controllo delle condizioni operative;
- Prevenire il degrado, attraverso una corretta gestione delle anomalie ed una sistematica esecuzione di azioni pulizia, lubrificazione, serraggi e regolazioni minori;
- Implementare piani di mantenimento del degrado, rilevando le anomalie prontamente, studiandone le opportune contromisure, ed eseguendo piccole riparazioni preventive.

Rispetto al passato quindi si deve mirare ad effettuare un salto di qualità: la cura degli impianti non deve essere più solo compito dei manutentori, in quanto tale prassi rende difficile l'eliminazione tempestiva dei guasti e dei difetti. I guasti e i difetti possono essere eliminati mediante la manutenzione autonoma, svolta dagli operatori che sono a contatto quotidiano con gli impianti.

La parola d'ordine per gli operatori deve essere "Prendersi cura personalmente dei propri impianti", diventando protagonisti e parte integrante del lavoro.

La crescita dell'operatore	
Prima	Dopo
• Poco dialogo • Esecutore di un compito • Rifiuta le innovazioni • Non si pone domande • Si sente una comparsa • Non fa autocritica	• Partecipa e collabora • Polivalente e polifunzionale • Considera l'innovazione come un'opportunità di crescita • Pone domande e aspetta delle risposte • Si sente protagonista • Si mette in discussione e sente le idee degli altri

Figura 2.6.1 Crescita dell'operatore.

La missione dei reparti produttivi consiste nel fabbricare prodotti di buona qualità, in modo economico e veloce, in maniera da massimizzare la produttività e l'efficienza dell'impianto; di conseguenza uno degli aspetti più critici per il perseguimento di tali obiettivi è l'individuazione tempestiva delle anomalie a cui sono soggetti gli impianti, e la successiva risoluzione delle stesse.

Il deterioramento delle macchine è il risultato della composizione di due fattori congiunti:

- Deterioramento naturale;
- Deterioramento forzato o accelerato (cattiva gestione/uso).

Conseguentemente, gli **obiettivi** che ci si prefigge con l'implementazione di un programma di manutenzione autonoma sono quelli di:

- Prevenire il deterioramento forzato delle macchine e rallentare quello naturale attraverso controlli e piccoli interventi di manutenzione giornalieri;
- Riportare le macchine al loro stato ideale;
- Stabilire le condizioni necessarie a mantenere le macchine in buon stato;
- Diminuire il costo dei prodotti (competitività);
- Zero guasti per mancanza condizioni di base (3°step, illustrato successivamente)
- Migliorare l'efficacia delle nostre macchine
- Incrementare le conoscenze degli operatori sugli impianti

Svolgere attività di manutenzione autonoma significa prendersi cura personalmente delle macchine, partendo dalla pulizia della postazione di lavoro, per arrivare all'esecuzione di ispezioni di alcuni componenti, riparazioni di semplice esecuzione, lubrificazione di parti in movimento, sostituzioni di componenti, monitoraggio dello stato di salute, ecc.

Tali attività di manutenzione giornaliera, di controllo ed eliminazione delle fonti di contaminazione sono affidate agli operatori di linea e sono finalizzate ad arrestare o diminuire il deterioramento forzato. Infatti, nessuno più di loro, ne conosce meglio le condizioni di funzionamento ed è in grado di percepirne i segnali, anche deboli, premonitori di un guasto imminente.

La manutenzione autonoma si traduce quindi nelle **attività**:

- Pulizia delle attrezzature per assicurarne il corretto stato di funzionamento e facilitarne l'individuazione delle anomalie (5S, illustrato successivamente);
- Lubrificazione e l'ingrassaggio degli elementi meccanici per evitarne o ritardarne l'usura e ridurre le perdite di energia;
- Ispezione quotidiana dei propri impianti (Visual Control);
- Visite sistematiche per regolazioni, riavvitamento dei bulloni, piccoli interventi, ecc.;
- Riparazioni e sostituzioni di componenti guasti o difettosi;
- Controllo delle tolleranze e delle condizioni di funzionamento.

Spesso gli stessi operatori non sono sufficientemente motivati a scoprire, prevenire e riportare gli inconvenienti di macchine e impianti. Non si sentono abbastanza preparati, dal punto di vista tecnico e tendono a subire, piuttosto che dominare i fenomeni quotidiani che si verificano nei reparti di produzione.

Per far fronte a queste problematiche occorre formare operatori esperti, capaci, all'occorrenza di fronteggiare l'emergenza e ripristinare il più velocemente possibile la produzione.

Affinché ciò sia possibile occorre:

- Formare operatori che siano esperti di impianti e macchinari, capaci di scoprire le anomalie, risolverle e ripristinare le normali condizioni di funzionamento;
- Far comprendere l'importanza delle pulizie come mezzo di ispezione e di prevenzione delle anomalie dei macchinari;
- Dare indicazioni per realizzare migliorare impianti e attrezzature;
- Gestire il problema della lubrificazione in fabbrica;
- Stimolare l'attività di gruppi di miglioramento e la loro formazione.

Bisognerà inoltre riconsiderare il rapporto tra i temi di crescita professionale, sia in termini di capacità di ispezione e diagnostica che di capacità tecniche, e gli attuali criteri di organizzazione del lavoro operaio, che sanciscono attualmente una netta divisione e parcellizzazione dei compiti tra gli operatori di produzione e manutentori, inquadrandone in maniera rigida le mansioni e le fasce retributive.

È necessario rendersi conto che il differenziale competitivo è generato dagli uomini che operano in azienda, ecco quindi che l'AM, come tutte le attività che provengono dall'oriente, è basato proprio sulla crescita continua delle competenze/capacità delle persone che operano nella fabbrica, sulle quali bisogna investire in termini di formazione e crescita professionale.

Nuovo profilo dell'operatore • Conduttore-manutentore dei propri macchinari • E' in grado di prendersi cura della macchina a lui affidata, svolgendo, oltre alla normale attività di conduzione, anche piccoli interventi di manutenzione
Nuovo ruolo del manutentore • Manutentore d'area polivalente • Allarga le proprie conoscenze e competenze ed è in grado di valutare gli effetti che le attività manutentive hanno sul processo produttivo

Figura 2.6.2 L'evoluzione dei profili degli operatori e manutentori.

L'approccio alla manutenzione autonoma, come del resto in tutti i pilastri del WCM, è graduale, un passo dopo l'altro, in modo da definire chiaramente tutte le fasi e permettere audits alla fine di ogni Step. I passi per implementare e consolidare la manutenzione autonoma sono sette, come illustrato nella figura riportata di seguito. I primi tre si prefiggono di eliminare le cause di deterioramento forzato, sostituire parti usurate, stabilire e mantenere le condizioni di base delle macchine; nei passi quattro e cinque i team leader istruiscono gli operatori circa le procedure di ispezione con cui si dovranno ridurre i guasti ed aiutano il personale di produzione a comprendere maggiormente i meccanismi di funzionamento delle macchine e del processo. Infine, i passi sei e sette sono ideati per diffondere e sviluppare i concetti riguardanti le attività della manutenzione autonoma attraverso la standardizzazione dei sistemi e dei metodi. L'obiettivo risultante finale è quello di creare standard di pulizia e lubrificazione.

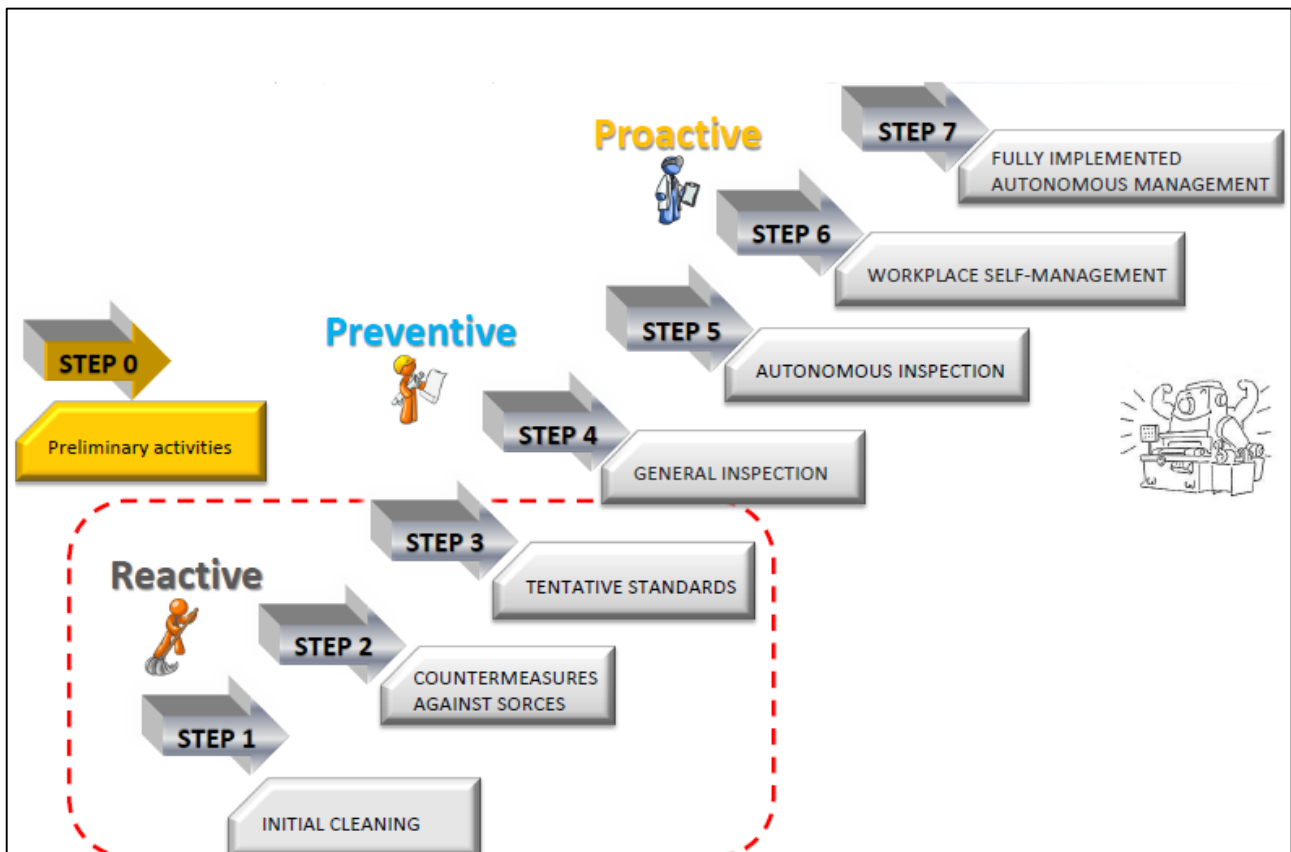


Figura 2.6.3 I sette Step dell'Autonomous Maintenance (AM).

Nella tabella che segue vi è una breve presentazione dei vari obiettivi per step, mentre focalizzeremo maggiore attenzione sull'intera parte Reactive ovvero sui primi tre più Step0 (Quello preliminare).

Questa scelta, proprio perché nell'azienda nella quale è stato svolto il tirocinio/progetto di tesi si è valutato, per il momento, di doversi arrestare per una questione di costi/benefici.

Nel capitolo successivo si vuole mostrare come tali teorie sono state calate nella realtà, con alcuni esempi tecnici e pratici.

Step	Obiettivi
1) Ispezione e pulizia iniziale	• Eliminazione completa della sporcizia e delle macchie, soprattutto sui macchinari principali e sensibili allo sporco • Lubrificazione e serraggi • Scoprire gli inconvenienti degli impianti e successivo programmazione per il ripristino
2) Eliminazione delle fonti di contaminazione e dei luoghi non accessibili	• Prevenire lo sporco • Migliorare i posti di difficile accesso per pulizia e lubrificazione • Riduzione dei tempi di pulizia e di lubrificazione
3) Creazione degli standard di pulizia e lubrificazione	• Elaborazione di standard in modo da svolgere operazioni di pulizia, lubrificazione e serraggi in tempi brevi
4) Condurre l'ispezione generale dell'impianto	• Formazione tecnica approfondita degli operatori in modo da eseguire l'ispezione seguendo il manuale • Individuazione delle piccole imperfezioni attraverso l'ispezione
5) Sviluppare l'ispezione generale dell'impianto	• Ispezionare, rivedere e migliorare il processo di produttivo mediante l'utilizzo di liste di controllo per l'ispezione autonoma
6) Sistematicizzare la manutenzione autonoma	• Standardizzazione delle voci di gestione dei vari reparti e creazione di un sistema completo di mantenimento
7) Completa realizzazione della manutenzione autonoma	• Registrazione regolare dell'analisi MTBF seguendo la politica aziendale per lo sviluppo e il raggiungimento degli obiettivi tramite attività di miglioramento • Analisi e miglioramento degli impianti

Figura 2.6.4 Obiettivi dei sette Step dell'AM.

2.6.1 Step0 (Preliminary activities)



Figura 2.6.1.1 Step0, le attività preliminari e formazione del team.

Prima di cominciare una qualsiasi attività di qualche step, bisogna definire e preparare il materiale necessario, identificando, in maniera chiara e univoca, il team di lavoro, le responsabilità di ogni membro e il flusso informativo.

IL Wcm plant support, il capo pilastro AM ed il team leader di progetto procedono alla costituzione del team di lavoro e stabiliscono gli obiettivi comuni della fase iniziale.

Vengono classificate e scelte le aree/macchine di lavoro (AA-A-B-C, classificazione della criticità), i membri del team da coinvolgere (senza escludere i titolari dell'impianto nei vari turni) e si definiscono tempi, indicatori, responsabilità e modalità di lavoro.

La fase di **valutazione delle competenze** fornisce in output una situazione individuale, per ciascun componente del team e degli eventuali gap di conoscenza rispetto alla situazione desiderata.

Tali gap sono la base di partenza per un'analisi sui singoli elementi del team che porterà ad un Piano di recupero delle lacune identificate.

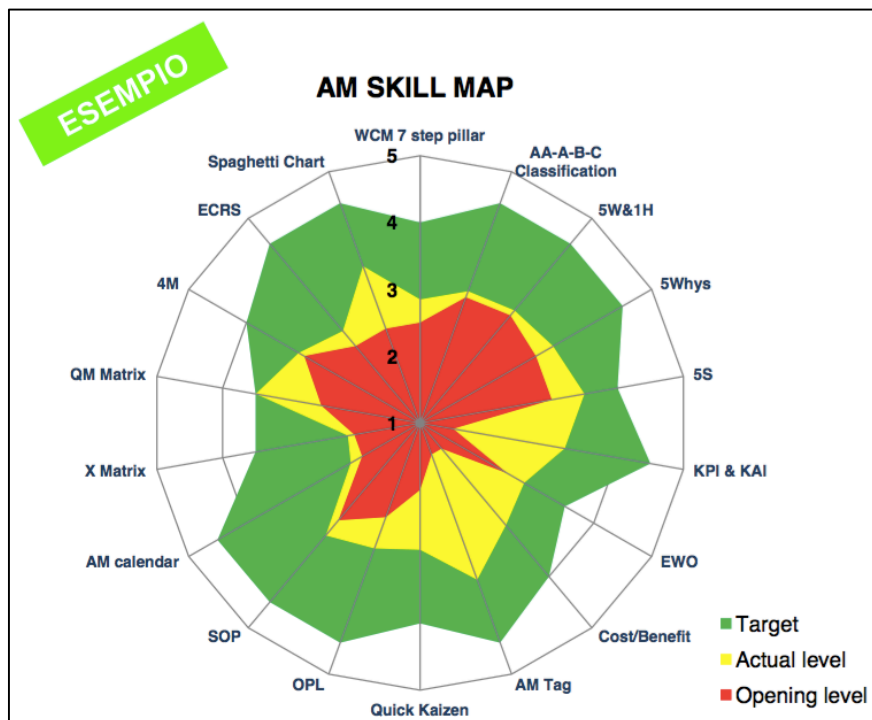


Figura 2.6.1.2 Autonomous Maintenance Skill Map.

Definito il team e prima di procedere con qualsiasi piano, bisogna identificare e studiare le **criticità dei macchinari**, definendone una priorità.

Sulla base della matrice «C» del Cost Deployment le macchine dovranno essere classificate in:

- AA : Macchine molto critiche (alta perdita per mancanza condizione di base) che coprono il 50% delle perdite (€) per guasti dovuti a mancanza condizione di base.
- A : Macchine critiche che coprono fino al 70% delle perdite (50% AA + 20% A) dovute a guasti per mancanza condizione di base.
- B : Macchine che coprono fino al 90% delle perdite (50%AA+20%A+20%B) dovute a guasti per mancanza condizioni di base.
- C : Macchine che coprono fino al 100% delle perdite (50%AA+20%A+20%B+10%C) dovute a guasti per mancanza condizioni di base.

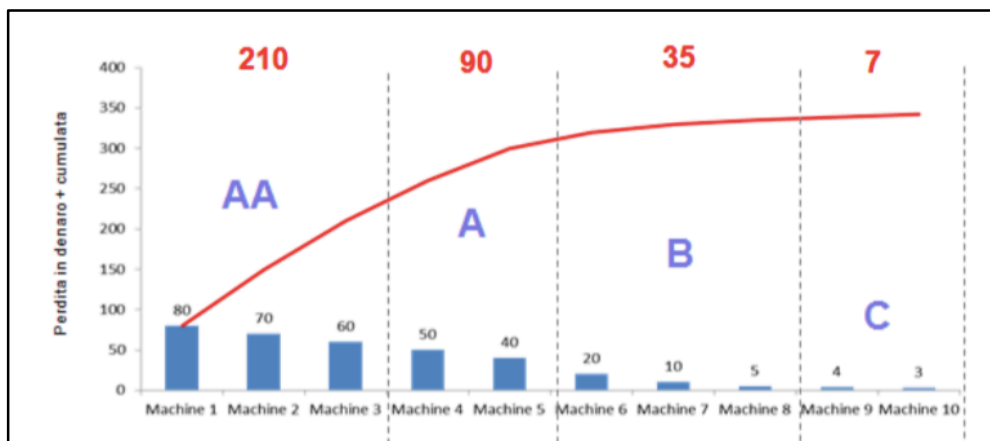


Figura 2.6.1.3 Classificazione di criticità dei macchinari.

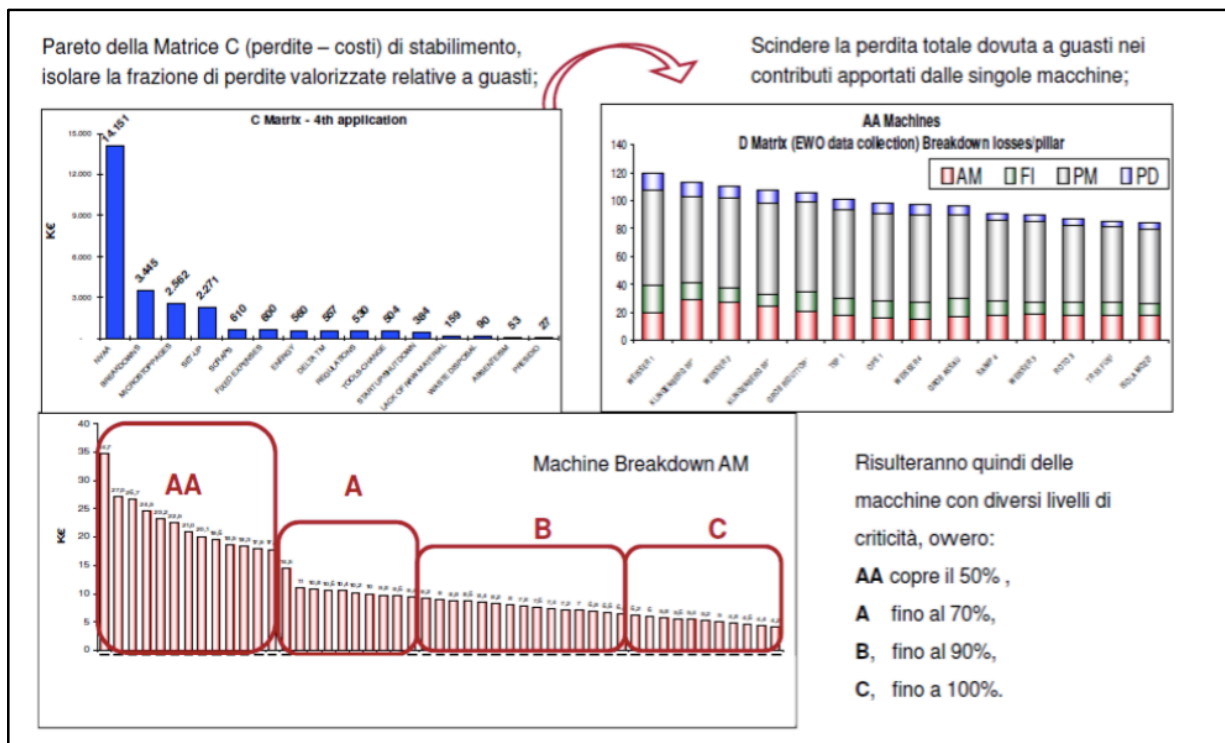


Figura 2.6.1.4 Classificazione macchine con metodo di Pareto nel Cost Deployment.

Ultimate queste analisi preliminari, è compito del team di AM predisporre il necessario alle esecuzioni delle **attività**:

- Schemi, disegni, manuali delle macchine scelte;
- Materiali didattici per la formazione iniziale degli operatori;
- Cartellini, moduli, fogli di registrazione delle informazioni;
- Tabelloni per la gestione a vista delle attività (Activity Board);
- Modalità, regole e responsabilità della gestione ed aggiornamento della documentazione di progetto;
- Materiali necessari alla pulizia iniziale ed al mantenimento dell'area: scope, guanti, torce, detergenti ecc;
- Materiali e attrezzature necessari ad intervenire sugli impianti: DPI specifici, chiavi, cacciaviti, pinze ecc;
- Analisi delle attività previste dal punto di vista della sicurezza degli operatori, identificando le possibili cause di incidente e adottando le necessarie contromisure;

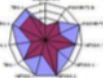
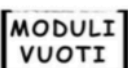
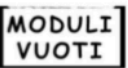
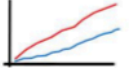
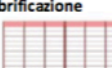
TABELLONE A.M.					
Cost Deployment Area 	Team di lavoro 	Radar Chart Team 	Lay-out Model Area 	Gantt Piano Avanzamento Attività 	Certificazione Step (e check-list vuote) 
INDICATORI	STEP 1		STEP 2	STEP 3	TOOLS
Fermate / Guasti 	Scopo e attività - Slide 1 	Gestione strumenti pulizia 	Scopo e attività - Slide 2 	Scopo e attività - Slide 3 	OPL 
Tempi di pulizia 	Foto PRIMA - DOPO 	Foto PRIMA - DOPO 	Mappa sorgenti di sporco e difficile accesso 	Mappa zone impianto 	QUICK KAIZEN 
Tempi di ispezione 	Elenco Cartellini AM/PM/S 	Andamento Cartellini 	Elenco eliminazione sorgenti di sporco e zone difficile accesso 	Piano attività (CILR) 	
Tempi di lubrificazione 	Cartellini Emessi / Evasi (raccolta) 		Miglioramenti ispezione e lubrificazione 	Esempi Visual Management 	

Figura 2.6.1.5 Activity Board AM.

Va ricordato inoltre, che nella metodologia World Class Manufacturing, il Safety Pillar è di fondamentale importanza e influenza anche per le attività degli altri pilastri, imponendo sempre come priorità il fattore sicurezza. Prima di ogni altro strumento, quindi, il team viene formato mediante **OPL** (One Point Lesson) di sicurezza uomo/macchina, ovvero schede/manuali che hanno la funzione di impartire delle piccole lezioni di sicurezza. Questi strumenti si distinguono per la loro immediatezza (molte raffigurazioni) e semplicità di lettura.

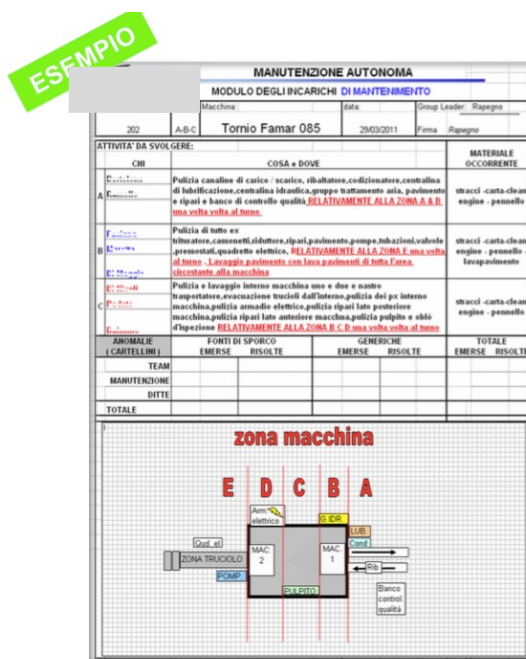
OPL: One point Lesson			
Basic Knowledge	Problem	Improvement	OPL No.
Title: Manometers identification	Religiosa per: Manometers	Service: Manometers	Date:
Group: Manometers			
All the Manometers must be identified. - Name of the measure - Value and tolerances			
NON OK 		OK 	
Training date: _____ Drawn by: _____ Reviewed by: _____			

Figura 2.6.1.6 Esempio di One Point Lesson (OPL).

[illegible]

Il modulo degli incarichi attribuisce la responsabilità di una determinata zona ad ogni componente del team. Tale documento deve essere compilato ad ogni fermata programmata e spiegato preventivamente ai singoli componenti.

Il layout della macchina facilita la comprensione della zona d'intervento come da incarico.



74

2.6.2 Step1 (Initial cleaning)



Figura 2.6.2.1 Esempi di aree di pulizia.

Svolte le attività preliminari, si può cominciare con lo Step1, la pulizia iniziale.

Le attività di pulizia, in realtà hanno senso molto più esteso. Infatti con tali attività di uso quotidiano si vuole far cambiare l'approccio dell'operatore con il proprio macchinario (compagno di lavoro) di cui, ne conosce le piccole particolarità meglio di chiunque altro.

Con tali attività di pulizia inoltre è come se si facesse un'ispezione e quindi un conseguente studio.

Possiamo descrivere **le attività** di questo step come segue:

- Pulire i macchinari in tutte le parti, inoltre i componenti del team devono:
- Individuare tutte le anomalie (aprire dei cartellini specifici) come:
 - Dadi/Bulloni allentati o mancanti;
 - Parti rotte o inutili e mancanti (sistema elettrico, lubrificazione, idraulico, pneumatico);
 - Lampadine bruciate o mancanti;
 - Corpi estranei intorno o sulle macchine (attrezzature, utensili, contenitori).

- Promuovere il metodo delle 5S (Organizzazione del posto di lavoro);
- Individuare le fonti di sporco,
- Individuare le fonti di difficile accesso alla pulizia, ispezione o lubrificazione;
- Training sull'impianto

A seguito di tali attività i risultati che ci si aspettano sono:

- Macchina pulita in tutte le sue parti, nessuna esclusa: posto di lavoro ordinato (5S);
- Risolvere il 60% delle anomalie (risolvere i cartellini);
- Fare elenco di fonti di sporco e fare una prima contromisura con tempi e frequenze, quando è possibile pensare a come risolvere il problema con azioni di miglioramento;
- Fare elenco di fonti di difficile accesso;
- Avere un tabellone aggiornato e compreso da tutti i componenti del Team;
- Obiettivi del metodo compresi e condivisi da tutti i componenti del Team;
- Risultato di autovalutazione (Check List Step1);
- Monitoraggio degli obiettivi.

Bisogna fare subito le foto al degrado!

Questo indicatore è l'unico che non si porta dietro dei valori numerici, ma sono l'unica testimonianza immediata delle condizioni di degrado reale che si riscontra sul macchinario non mantenuto senza il bisogno di troppe spiegazioni.

Per l'ordine e la pulizia non è necessario nessun tipo di addestramento specifico, mentre sono invece molto importanti i comportamenti tenuti da ciascuno di noi nell'ambiente di lavoro, per questo motivo dunque c'è bisogno di motivatori, persone che condividano e spieghino gli obiettivi target.

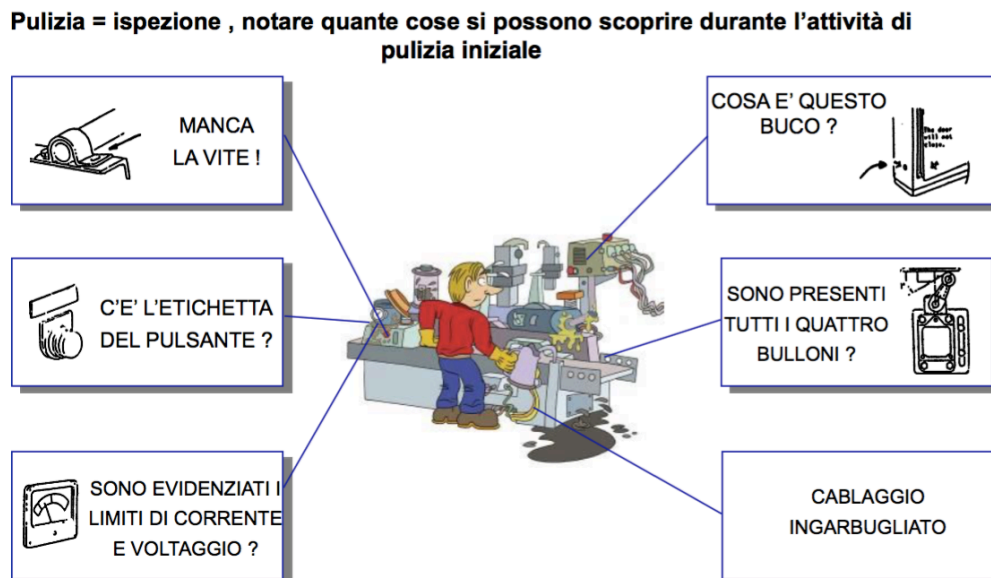


Figura 2.6.2.2 Vignetta sul primo Step dell'AM.

In fase iniziale è anche necessario utilizzare il tool delle 5S della postazione/area di lavoro affinché essa sia riordinata e organizzata a dovere (l'attività non riguarda direttamente la macchina ma l'area).

Per **5S** si intende, dal giapponese:

1. Seiri (Abbandonare ciò che non è necessario)
2. Seiton (Mettere le cose in ordine)
3. Seiso (Mantenere ordinato e pulito)
4. Seiketsu (Standardizzare)
5. Shitsuke (Mantenere e migliorare)



Figura 2.6.2.3 Illustrazioni 5S.

Gli strumenti fondamentali per evidenziare e segnalare i problemi sono i **cartellini**.

Il cartellino è costituito da **2 copie**:

- La prima viene posizionata nella apposita sezione del tabellone per la successiva registrazione;
- La seconda rimane appesa sulla macchina in prossimità dell'anomalia **fino alla soluzione definitiva** del problema.

ESEMPIO

CARTELLINO ANOMALIA

OPERATORE

Linea lavorazione / Ute: _____

Op.: _____

Macchina: _____

Sottogruppo / Componente*: _____

Nome componente/ id. parte macchina: _____

Cartellino No.: _____

Emesso il: _____

Nome Addetto: _____

Evase il: _____

Priorità** A B C

A Perdita Olio B Perdita Aria C Pezzo Rotto / Mancante D Elemento Deteriorato E Difficoltà di Pulizia F Difficoltà di Accesso G Difficoltà di Ispezione H No Standard o Riferimento	I Parametri Fuori Range J Spreco di Prodotto K Spreco di Materiali L Gioco M Rumore N Vibrazioni O Odore Insolito P Altro
---	---

Descrizione del Problema

* Vedi legenda a lato ** A= Entro fine Turno B= Entro fine Settimana C= Entro fine Mese

Classificazione dell'anomalia:
Crocettare in corrispondenza della corretta voce

Descrizione problema:
descrivere il problema in modo dettagliata

Priorità intervento:
fare riferimento alla legenda in fondo al cartellino

Data risoluzione tag

Figura 2.6.2.4 Esempio di cartellino con le relative sezioni da compilare da parte dell'operatore.

I cartellini si differenziano tra loro anche in base alla colorazione: **Blu, Verde e Giallo in base al tipo** di anomalia rilevato.

Inoltre bisogna distinguere tra **interventi temporanei** (in questi casi non si rimuovono i cartellini):

- Attività rivolte all'utilizzo della macchina in attesa di eliminazione del problema;
- Restituisce efficienza temporanea
- Nessuna modifica alla modalità di funzionamento e gestionale

e **interventi definitivi**:

- Attività rivolta a rimuovere la causa scatenante e a migliorare il funzionamento;
- Restituisce efficienza a lungo termine;
- Ripristina la condizione di funzionamento di base.

La cartellinatura rappresenta l'individuazione dei problemi sulla macchina con un numero di riferimento crescente, che deve essere riportato su un foglio riepilogativo di programmazione con la descrizione del problema, la data di emissione e l'attribuzione della competenza alla risoluzione.

Altro aspetto è l'assegnazione contestuale all'emissione delle zone di difficile accesso, fonti di sporco e/o problema generico.

La raccolta dei problemi di manutenzione o di altri enti avviene con un incaricato tecnico, il quale esamina le varie problematiche evidenziate dal foglio riepilogativo e ne assegna delle risposte in termini di tempistiche ed eventuali proposte di soluzioni ulteriormente migliorative.

Sempre in questa fase vi si abbozza un primo tentativo di standardizzazione del ciclo di pulizia, che verrà poi iterato e modificato nel tempo, con dati e osservazioni degli operatori di linea alla mano.

[illegible]

Figura 2.6.2.5 Esempio di standard di scheda di ciclo provvisorio di pulizia/ispezione da compilare.

I **risultati attesi** dallo Step1 sui conduttori macchina sono:

- Avvicinare gli operatori alle macchine;
- Far capire agli operatori che la pulizia non è fine a se stessa, ma è soprattutto ispezione;
- Educare le persone a scoprire i problemi;
- Addestrare gli operatori a conoscere meglio le macchine;
- Addestrare gli operatori ad identificare le fonti di sporco e/o di difficile accesso.

Il passaggio da uno Step a quello successivo avviene attraverso una verifica, per garantire che tutte le attività siano state effettuate e che tutti i requisiti siano soddisfatti.

Per ogni Step esistono specifiche Chek-list di verifica che possono essere di autovalutazione oppure effettuate da un team WCM esperto esterno, in entrambe i casi, lo Step viene superato quando viene raggiunto almeno il 91% del possibile punteggio massimo.

2.6.3 Step2 (Countermeasures against sources)

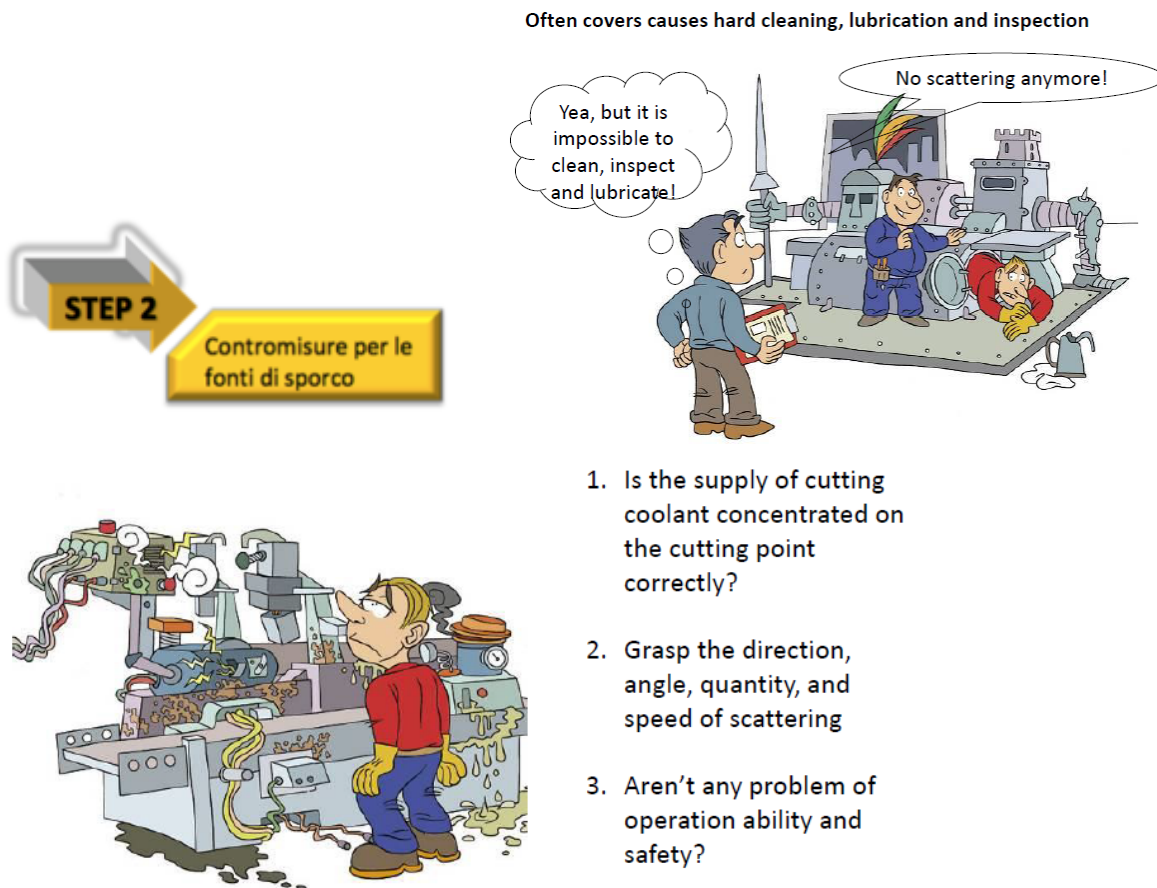


Figura 2.6.3.1 Vignette su aree di difficile accesso o fonti di sporcizia.

Al termine dello Step1, e non prima di aver superato con successo la Chek-list di verifica si comincia con l'implementazione dello Step2 con l'intento di perseguire i seguenti obiettivi:

- Realizzare gli interventi per l'eliminazione delle fonti di sporco*;
- Realizzare gli interventi per l'eliminazione delle zone difficili da ispezionare e da lubrificare*;
- Ridurre il tempo necessario per pulire, ispezionare e lubrificare l'impianto;
- Aggiornamento degli standard provvisori di mantenimento;
- Iniziare a sviluppare attività di visual.

(*) I cartellini AM relativi a problemi più complessi, verranno gestiti nelle attività di Miglioramento Focalizzato (FI) e/o Manutenzione Professionale (PM).

Le attività utili al raggiungimento di tali obiettivi sono:

- Analizzare le fonti dello sporco, programmare l'intervento per il contenimento/eliminazione al fine di ridurre i tempi di pulizia /guasti;
- Analizzare le zone di difficile accesso per pulizia, ispezione, lubrificazione, programmare l'intervento per agevolare le attività AM;

- Continuare attività per la risoluzione dei cartellini ancora aperti e programmare le attività per i cartellini nuovi.

E i **risultati** attesi al termine dello step sono:

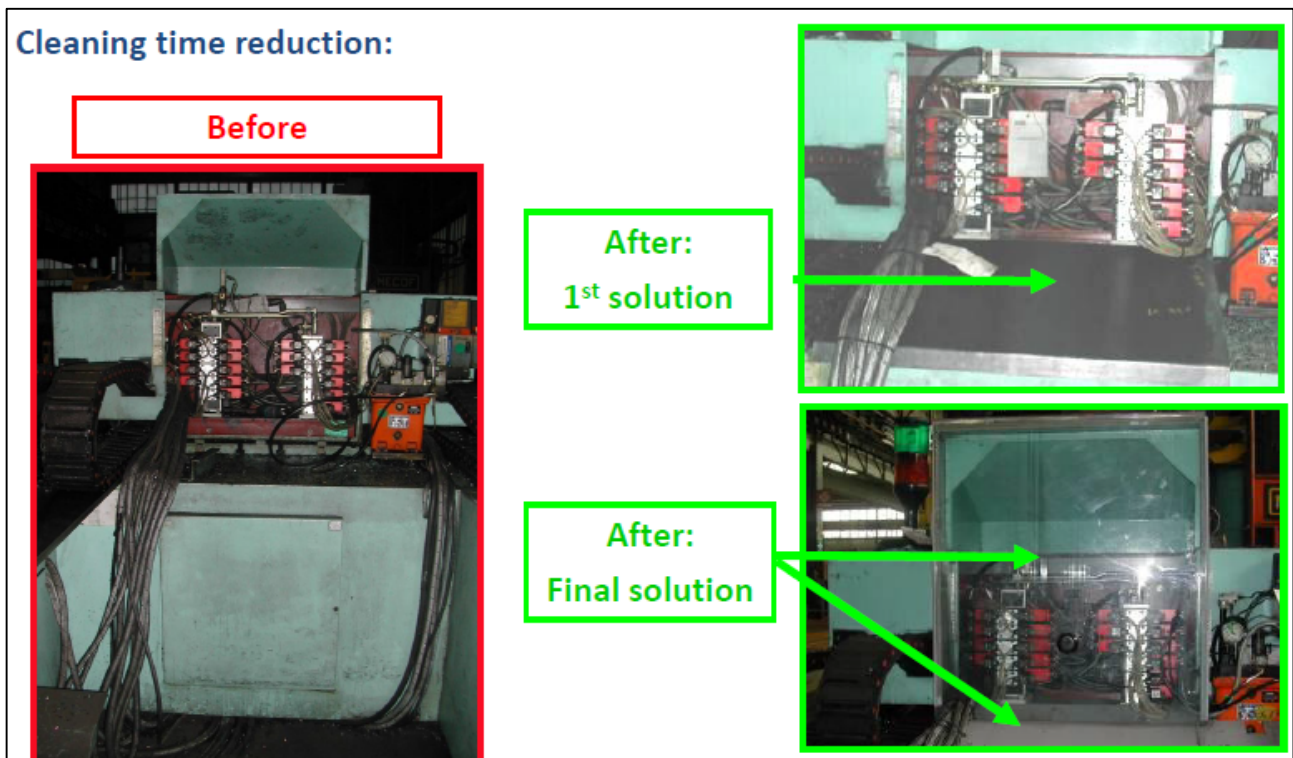
- Riduzione drastica dei tempi di pulizia, riduzione del tempo di ispezione, mantenimento della pulizia durante il lavoro del macchinario;
- I componenti del Team imparano:
 - a comprendere l'importanza del non sporcare;
 - ad eliminare le fonti di sporco e le aree difficili da pulire, ispezionare e lubrificare
 - a ispezionare agevolmente i punti semplici
- Infine, data una programmazione totale dei cartellini emessi, si vuole arrivare almeno alla risoluzione di circa l'80% della totalità e il 100% di quelli riguardanti problematiche di fonti di sporco.

Bisogna costruire la mappa delle zone da attaccare in base al lavoro svolto fin ora ed i dati emersi!

Va ricordata l'importanza della documentazione visiva che, seppur semplice, risulta spesso essere la più efficace.

Ad ogni implementazione ed intervento migliorativo va sempre abbinata una documentazione fotografica che paragoni le condizioni **PRIMA** e **DOPO** tale intervento.

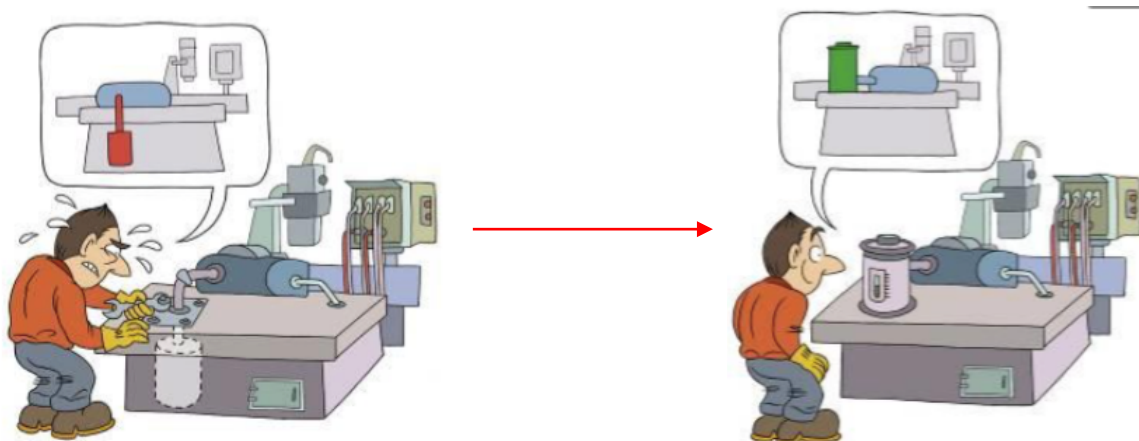
Non sempre le soluzioni più complicate sono le migliori, anzi in ambito aziendale sono sempre viste di "buon occhio" le piccole soluzioni low-cost, ma che portano ad un grande giovamento, questo ovviamente dovuto ad una questione di costi.



*Figura 2.6.3.2 Esempio di intervento ad un'area di fonte di sporcizia **PRIMA** e **DOPO**.*

A tal proposito occorre:

1. Rendere visibili i punti di ispezione nascosti;
2. Collocare i punti di ispezione all'altezza degli occhi;
3. Rendere visibile le parti nascoste.



In questo Step vengono monitorati e registrati i tempi di pulizia, pianificati/stimati durante lo Step1 considerando che, probabilmente i Kaizen eseguiti durante lo Step2 hanno ridotto il n° cicli ed i tempi di esecuzione. Inoltre nel modulo di schematizzazione delle aree di fonti di sporco e di difficile accesso vengono compilate le parti relative alla descrizione della risoluzione, la programmazione prevista e il nome dell'esecutore (la categorizzazione delle aree rientra nelle attività dello Step1 mentre la parte successiva appena descritta è parte integrante dello Step2).

[illegible]

Figura 2.6.3.4 Esempio di tabella di piano di attacco fonti sporco o difficile accesso.

2.6.4 Step3 (Tentative standards)

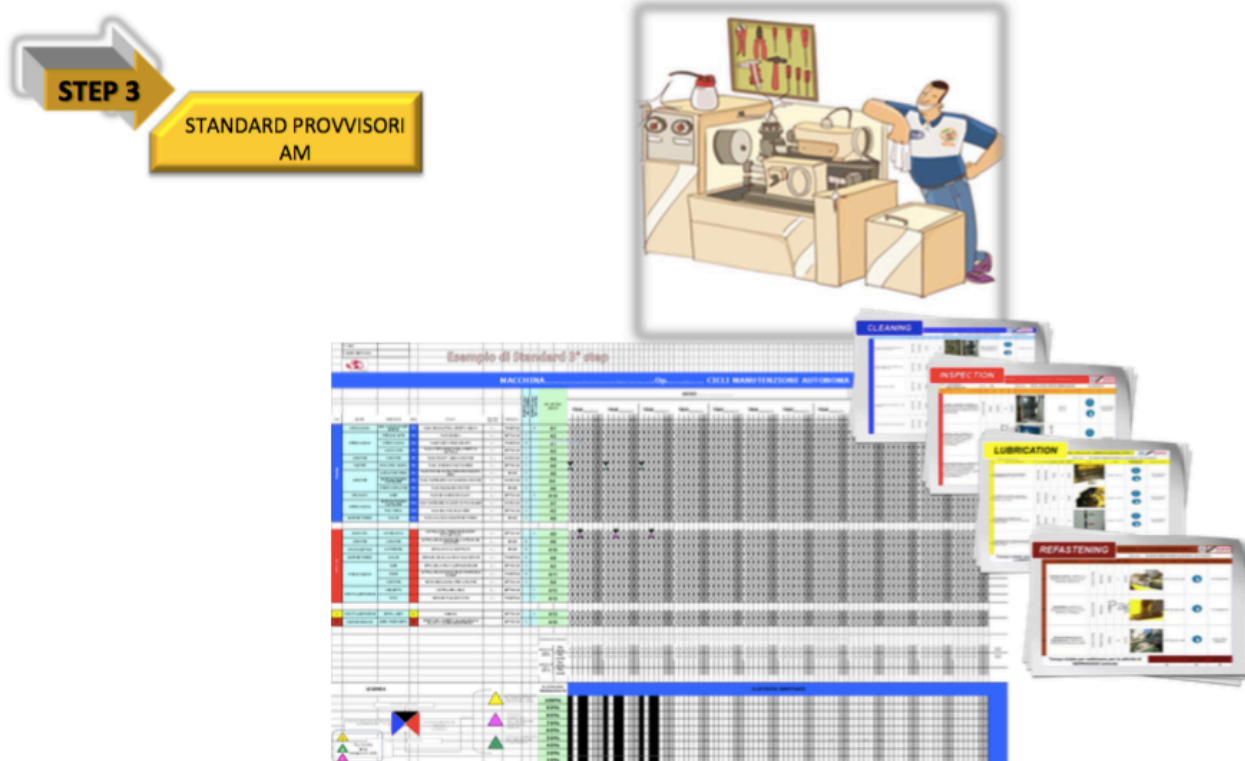


Figura 2.6.4.1 Esempi di standard (calendario, cicli di ispezione).

Il terzo Step è quello che completa la parte Reactive ovvero, ci si trova ad un punto in cui il team ha preso consapevolezza di alcune problematiche e, dopo averle analizzate, si adottano contromisure per rimuovere le cause di degrado accelerato. Infine **l'obiettivo** è quello di mantenere i macchinari in condizioni di base cioè soggetti a normale usura, creando delle mappe, calendari e istruzioni standardizzate.

Per creare uno standard di pulizia, ispezione e lubrificazione occorre che vengano svolte le seguenti **attività**:

- Il team con il supporto degli specialisti definisce uno standard con tempi, frequenze e modalità di pulizia, ispezione e lubrificazione;
- Il team con il supporto degli specialisti prova ad applicare quanto definito e mettere a ciclo queste attività;
- Il team con il supporto degli specialisti modifica / completa i cicli di pulizia, ispezione e lubrificazione in base alla sperimentazione;
- Il team con il supporto degli specialisti rivede e se necessario ottimizzare il sistema di lubrificazione;
- I conduttori sono in grado di svolgere attività non complesse riguardanti il sistema di lubrificazione;
- Si raggiungono le condizioni di ZERO guasti per mancanza condizione di base.

Perché gli addetti macchina non eseguono gli standard?

Il principale ostacolo all'applicazione di uno standard si ha quando la persona che deve applicarlo non è colui che lo ha generato. Gli standard stabiliti da persone di staff vengono difficilmente osservati quindi bisogna lasciare che essi siano stabiliti direttamente da coloro che poi dovranno utilizzarli e che ci lavorano tutti i giorni.

Gli standard temporanei dello Step3 sono un'evoluzione dei cicli provvisori già modificati agli Step2 grazie a:

- modifiche in seguito ai test: i cicli vengono testati dagli operatori e, raccogliendo i loro suggerimenti, vengono modificati per renderli più pratici o più efficaci;
- ottimizzazione dei cicli: con l'applicazione delle contromisure contro le cause di sporco e le zone di difficile accesso, il numero di cicli viene ridotto e così anche le frequenze e le durate.



Figura 2.6.4.2 Grafici che mostrano l'ottimizzazione dei cicli.

- visual management: si tracciano sul terreno i percorsi delle attività di pulizia, ispezione e lubrificazione e si utilizzano in modo esteso i dispositivi visivi per ridurre i tempi degli standard ciclici.

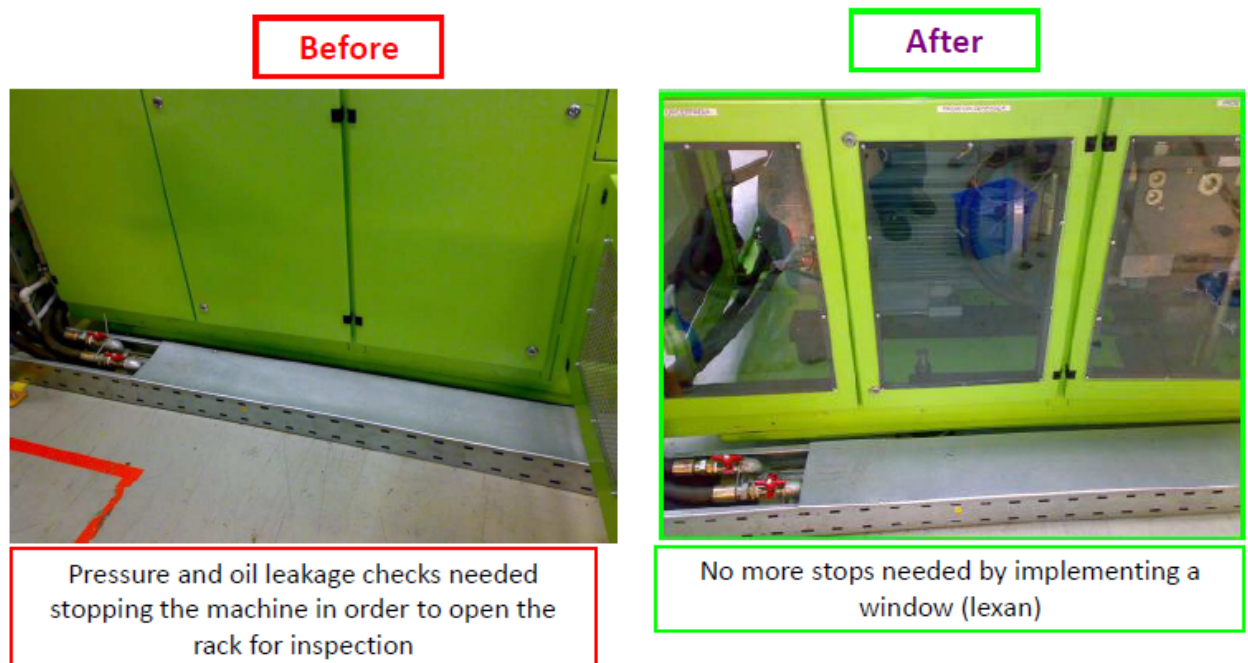


Figura 2.6.4.3 Esempi di applicazioni visual management.

Questa fase è anche chiamata di mantenimento ed è realizzata con una serie di cicli codificati in termini di attività da realizzare, responsabilità e tempi da dedicare. Tutto questo viene messo in atto per evitare che la macchina degradi e si usuri più del normale utilizzo. Vengono anche riepilogate le tempistiche totali con particolare riferimento in cui la macchina è in funzione o ferma.

Per creare uno standard di pulizia, ispezione, lubrificazione e riaggancio è necessario che tutta la documentazione sia ben compresa da tutti e che sia il più semplice ed esaustiva possibile (vengono anche usati colori e illustrazioni come ausilio alla comprensione).

Nei documenti è necessario siano presenti le seguenti parti:

Zone/parti della macchina	→	WHERE
Metodi standard per i settaggi	→	HOW
Durate/frequenze	→	WHEN
Responsabilità	→	WHO
Obiettivi di intervento	→	WHY

Vengono costruite delle mappe dove, con colori diversi, vengono distinte le parti dove devono essere eseguite attività di pulizia, lubrificazione, ispezione o riaggancio con tutte le relative istruzioni e se possibile, anche l'ordine delle movimentazioni in modo evitare dello spreco di tempo.

Il tutto infine viene riepilogato in un calendario, presente nel tabellone delle attività AM. In esso ci sono i riferimenti e i codici per rendere tutto noto a tutti.

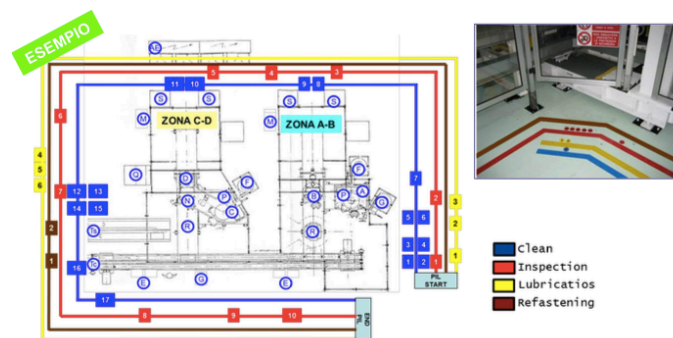


Figura 2.6.4.4 Esempio di mappa dei cicli.

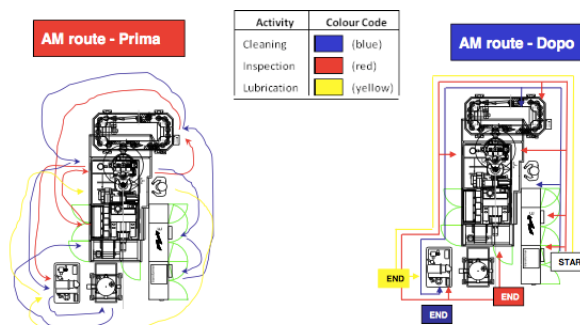


Figura 2.6.4.5 Esempio di mappa con rotta per diminuire gli sprechi di movimentazione e tempo.

Capitolo3. Applicazione dell'AM in Azienda

3.1 Introduzione e contesto

Per motivi di privacy e regolamentazione aziendale non è permesso esplicitare il nome dell'azienda in cui è stata svolta la tesi e di cui esporrò alcune applicazioni, pertanto da ora in avanti la indicherò con il nome "Azienda".

Azienda è un fornitore automobilistico leader mondiale con 327 operazioni di produzione e 100 centri di sviluppo, ingegneria e vendita di prodotti in 29 Stati con oltre 161.000 dipendenti. E' partner dei maggiori produttori dell'industria automobilistica e genera prodotti di valore con processi innovativi con l'ausilio della metodologia WCM (World Class Manufacturing). Alla base dei suoi principi vi è un codice etico ben definito per i suoi dipendenti e si presenta come un investimento sicuro per potenziali azionisti.

Nei prossimi anni, la maggior parte della crescita della produzione auto e delle vendite di veicoli proverranno da mercati non tradizionali come Cina, Sud America, Europa orientale e India. A questo proposito, l'Azienda continua a crescere in ogni regione.

Attualmente continua a crescere e si impegna per rafforzare la sua posizione tra i leader del mercato automotive. Allo stesso tempo riconosce l'impegno e la dedizione dei propri dipendenti come fondamentali per il successo aziendale e mette forte enfasi sul miglioramento continuo e sui rapporti con i dipendenti. In particolare, la Carta dei dipendenti delinea l'impegno a fornire un ambiente di lavoro sicuro in modo da incoraggiare l'innovazione, il coinvolgimento e il lavoro di squadra. Diverse iniziative come "Open Door"¹⁰, "Azienda line"¹¹ e frequenti sondaggi, garantiscono ai suoi dipendenti, alla direzione e agli investitori un miglioramento continuo del posto di lavoro e una condivisione del successo della società.

Innumerevoli sono le tipologie di componenti per auto prodotte da Azienda.

Come anticipato prima, hanno diversi stabilimenti nel Mondo dove avviene la produzione e ingegnerizzazione dei vari pezzi.

Segue un elenco delle maggiori tipologie di prodotto offerte, in cui si distinguono per affidabilità e innovazione.

- *Sistemi di chiusura*: fornitore leader a livello mondiale di chiusure innovative, sigillanti, finiture, sistemi di vetro e sistemi modulari per l'industria automobilistica globale. Le divisioni di produzione e le strutture di ingegneria si trovano in Nord America e Sud America, Europa e Asia.

¹⁰ "Open Door" metodo con il quale ogni dipendente e lavoratore ha la possibilità di interloquire con il suo responsabile o superiore per segnalazioni di diverso genere.

¹¹ "Azienda line" linea telefonica h24 internazionale con la quale è possibile segnalare casi di comportamenti non etici, anche in forma anonima.

- *Esterni:* offre servizi completi per i clienti. Le capacità comprendono, design e l'ingegneria, progettazione, attrezzatura, produzione, assemblaggio e il sequenziamento, sperimentazione, miglioramento continuo delle tecniche, ricerche di mercato, analisi e l'integrazione di sistemi elettronici. Offre una vasta gamma di prodotti, tra cui sistemi di fascia paraurti, trim esterno, sistemi modulari, pannelli e componenti strutturali per veicoli automobilistici commerciali, di consumo e industriali.
- *Elettronica:* fornisce sistemi elettronici innovativi attraverso strutture produttive e le divisioni di engineering situate in tutto il mondo. Il veicolo del futuro avrà bisogno di una gamma completa di comandi elettronici, attuatori e sensori per fornire ai conducenti sistemi che offrono maggiore sicurezza, efficienza e convenienza. Con esperienza e capacità nella produzione e assemblaggio di prodotti elettronici, elettromeccanici e meccatronici, sviluppo software e hardware, simulazione numerica, layout e progettazione, prototipazione e gestione dei progetti, fornisce soluzioni innovative elettroniche come sistemi di guida assistita e diverse tipologie di schede elettroniche.
- *Sistemi di visione:* anche qui si posiziona tra i maggiori produttori di sistemi di visione per automobili. L'obiettivo è sviluppare prodotti a valore aggiunto come sistemi completi di specchi per esterni e interni, attuatori e vetri. Questo tipo di prodotto incorpora sempre più funzioni elettroniche sofisticate. Più di 26 milioni di specchi per interni e 28 milioni di specchi per esterni vengono prodotti annualmente in tutto il mondo.
- *Powertrain:* Dal 2005 fornisce design, sviluppo, collaudo e produzione powertrain per un'integrazione completa che permette di farla distinguere dai concorrenti. Le sue innovazioni danno un contributo importante alle prestazioni complessive del veicolo. Migliorano il consumo del combustibile, rendono il veicolo più sicuro e leggero e garantiscono una piacevole esperienza di guida. In linea con il numero crescente di iniziative a sostegno delle problematiche ambientali, molte delle innovazioni di Azienda Powertrain si concentrano su tecnologie controllate elettronicamente per una ricerca di maggiore efficienza e riduzione delle emissioni.
- *Sistemi di copertura delle automobili:* copre l'intero spettro dei sistemi di copertura dei veicoli, dalla progettazione alla produzione. I prodotti sono definiti dai complessi requisiti richiesti dai clienti e si distinguono per le innumerevoli innovazioni.
- *Sedili:* ha la capacità di soddisfare i requisiti di ingegneria e produzione richiesti dai suoi clienti su base globale anche grazie alla possibilità di sfruttare le risorse di ricerca e sviluppo di altre sedi del gruppo Azienda per progetti specifici del cliente.
- *Telai:* tra i prodotti e servizi automobilistici offerti ai clienti, si distinguono anche per la fornitura del corpo e del telaio dei veicoli. Si sono evoluti in un fornitore leader mondiale di carrelli leggeri, telai SUV e moduli di sospensione. Questa gamma di prodotti è pienamente supportata da un gruppo di ingegneria di livello mondiale che fornisce anche servizi ai costruttori di veicoli.

Tra i numerosi impianti di ingegneria e produzione di Azienda nel Mondo e in particolare quelli della divisione Powertrain, individuiamo nel dettaglio quello situato a Campiglione (To) in Italia, luogo nel quale è stato svolto il tirocinio e per il quale è stato preso spunto per il presente lavoro di tesi. Nello stabilimento di Campiglione coesistono nella stessa struttura operazioni di ingegneria e produzione per quanto riguarda componenti elettroniche e powertrain, pertanto è inglobato nella divisione internazionale Powertrain.

Lo stabilimento di Campiglione fu fondato nel 1970 e poi acquisito da Azienda Group nel 2007 con il nome di Azienda Electronics (Italy). Prima dell'acquisizione, la società era specializzata principalmente nella produzione di stampi, relè, prodotti elettronici ed elettromeccanici. Nel 2010 è stato avviato poi lo sviluppo e la produzione in serie di motori brushless per la ventilazione di raffreddamento del motore. Nel Gennaio 2015 Azienda Electronics diventa Azienda Powertrain con maggiori volumi di produzione e linee maggiormente automatizzate.

Lo stabilimento di Campiglione ha subito diverse trasformazioni e ampliamenti, ad oggi conta oltre 500 dipendenti tra operatori e impiegati, 37417 m² (di cui 20094 m² coperti) per un fatturato che nel 2016 è stato di € 119 Milioni. In questo stabilimento ci si occupa dall'ingegnerizzazione alla validazione degli Smart Actuator (l'intero drive: motore, hardware, software e meccanica), produzione di EWP (Electric Water Pumps), ECF (Engine Cooling Fan), Fans and Shrouds, diverse tipologie di devio, Joysticks manuali ed elettronici, Displays e altre componenti elettroniche (Bed Module, Truck Body Controller IBC 2, Truck Body Controller IBC 3, Chassis Electronic Module, MCNET Interface, Steering Wheel Interface, DC/DC Converter, Mirror Control Unit).



Figura 3.1.1 Engine Cooling Fan completo con Statore, Rotore integrati a ECU (Electronic Control Unit).



Figura 3.1.2 Electric Water Pump con sezione.



Figura 3.1.3 Joystick.



Figura 3.1.4 Displays.



Figura 3.1.5 Moduli elettronici.

Si producono annualmente 3 Milioni di motori brushless per Electric Engine Cooling Fans con 4 linee semiautomatiche e 300 000 Electric Water Pumps con 1 linea semiautomatica.

Le operazioni di assemblaggio dei componenti elettronici e meccanici riguardano componenti di produzione interna, tramite mezzi e attrezzature definite dal loro team di ingegneria di produzione o, avvolta acquistati da fornitori esterni selezionati con cura. Il Design viene concordato e sviluppato congiuntamente al cliente.

Le tecnologie di assemblaggio utilizzate sono:

- Avvitature su metallo/plastica con controllo di coppia e/o angolo;
- Piantaggi a interferenza con controllo di forza e/o posizione;
- Dispensazioni tempo/pressione di collanti e resine sigillanti/termodissipative/isolanti;
- Saldature terminali di potenza a resistenza elettrica;
- Saldature terminali di segnale a induzione o laser.

A queste tecnologie si aggiungono:

- Bobinatura in cava dello statore
- Test di delibera di fine linea (prodotto assemblato 100%)

La manutenzione e il miglioramento continuo delle attrezzature è invece possibile grazie agli interventi dei reparti di manutenzione e attrezzeria.

Hanno raggiunto un'esperienza di alto livello nelle tecniche prima citate ma sono costantemente attivi in azioni volte al miglioramento e all'ottimizzazione sia in ambito tecnologico che gestionale. Attualmente stanno avanzando nuovi progetti volti all'ottimizzazione della saldatura selettiva laser, sviluppo di "Autonomous maintenance" (progetto da cui si è preso spunto per la presente tesi) e ottimizzazione dei flussi di approvvigionamenti delle linee con pianificazione della produzione tramite sistema Kanban¹².

¹² "Kanban" è una tecnica della Lean Production, letteralmente significa segnale visuale e si basa infatti su dei cartellini fisici che guidano la produzione.

3.2 Strategia aziendale e scelta area modello

Uno degli obiettivi principali è quello diventare un'azienda di livello mondiale. Per raggiungere questo obiettivo, tutte le divisioni devono riflettere la stessa immagine e le stesse prestazioni di World Class, clienti, dipendenti e azionisti.

Questo significa che ogni impianto deve apparire pulito, organizzato e possedere buoni controlli visivi in ogni momento.

Gli obiettivi di produzione devono essere visibili e monitorabili in modo da orientare i risultati verso gli scopi preposti. Le persone devono essere ben addestrate, conoscere le loro responsabilità e le operazioni da seguire. Esse devono essere standardizzate e sempre controllate in tutto lo sviluppo del prodotto, dagli acquisti dei componenti, alla spedizione del prodotto finito.

In sostanza, ciascun impianto dovrebbe avere sistemi simili in modo da raggiungere questo proposito. Questo è quello su cui puntiamo con il nostro concetto di “AzFact”¹³ (Azienda Factory, sigla mascherata).

Il concetto di AzFact si è sviluppato nelle operazioni di produzione degli specchi in Europa nel 1999 e in maniera simile nel 2009 sulla produzione di componenti interne ed esterne di autoveicoli.

Questo ha funzionato molto bene per entrambi i gruppi, ma sono necessari ulteriori miglioramenti per poter raggiungere gli obiettivi del World Class Manufacturing (WCM).

Le divisioni Azienda a livello globale sono differenti tra loro e in alcune di esse queste pratiche hanno contribuito notevolmente per il loro successo in passato. Oggi tuttavia, riteniamo fondamentale per il nostro successo a lungo termine, adottare un approccio comune.

Di conseguenza, abbiamo chiesto a ciascuno dei nostri gruppi di contribuire allo sviluppo di questo Manuale AzFact. Questa non è una guida pratica ma è una linea guida che può essere utilizzata per migliorare le nostre operazioni, utilizzando approcci comuni, per diventare World Class in tutte le aree. Questa linea guida non è un prodotto finito, ma un work-in-progress che si svilupperà mentre continuiamo a migliorare le nostre operazioni e imparare collettivamente, durante questo viaggio insieme”. (Tratto dalla prefazione della presentazione del manuale AzFact dell'amministratore delegato di Azienda International).

¹³ “Azfact” titolo mascherato del vero manuale redatto ed utilizzato per l'uso di una linea guida generale per il raggiungimento degli obiettivi del World Class Manufacturing. AzFact riprende il concetto della fabbrica (Factory) secondo Azienda.

Come si evince da questa parte di prefazione del CEO, lo scopo di Azienda è quello di creare un concetto di fabbrica comune ma unico per le divisioni a livello globale, dove i principi operativi siano comuni e impiegati per raggiungere l'obiettivo di essere i migliori produttori a livello mondiale.

Ciò consentirà di soddisfare i clienti, generare margini di profitto sani e fornire ai lavoratori un buon posto in cui svolgere le proprie attività.

L'approccio utilizzato da Azienda al WCM, riprende i concetti base brevemente descritti al capitolo uno, in particolare però, vi sono alcune caratterizzazioni tipiche del contesto lavorativo, che ovviamente portano a concentrarsi su alcuni punti piuttosto che altri e soprattutto a valutarne estensioni e approfondimenti. Resta inteso che il rapporto costo su beneficio è quello che guida la stragrande maggioranza delle scelte aziendali.

Gli obiettivi strategici e i piani d'azione di Azienda si riflettono nei loro plant.

Le finalità di business sono per lo più espresse con indicatori oggettivi KPI (Key Performance Indicator) e le rispettive divisioni, quindi, traggono le proprie finalità da questi obiettivi strategici, espressi in modo simile per ogni impianto (una sorte di linguaggio comune). Al fine di controllare gli indicatori KPI guida delle finalità aziendali, è necessario tenere traccia di alcuni processi chiave, rendendoli monitorabili e misurabili. Creare relazioni robuste tra gli indicatori e monitorarli costantemente è un lavoro in termini di tempo e di costi, ma risultano fondamentali per un buon sistema di controllo di gestione.

La logica è che per ogni area dell'impianto, e ad ogni livello, si scelgano KPI "corretti". Non è sempre così facile scegliere indicatori giusti, questo perché potrebbero essercene anche più di uno, ma soprattutto una volta scelti, guideranno i comportamenti di coloro che ci lavoreranno. Per "Corretto" si intende avere la consapevolezza del fatto che il miglioramento di un qualsiasi KPI, porta ad un miglioramento verso l'obiettivo strategico stesso.

Clear Definitions for the WCM - KPI Measurables (1 of 2)					
Item	Area	KPI Description	Unit	Measurable	Clear Definition
1	Safety	EH&S Audit Performance	Score	Average E H&S Score of Division / quarter	Divisional Health & Safety Performance is referred to as a combination of the findings from 1. Divisional Audit (which checks H&S system), 2. Divisional Inspection (which is a physical review of a Division), 3. Audit Action Plan Item completion, 4. Inspection Action Plan Item completion, 5. Accident/Incident Index and 6. Ergonomics rating. The combination of the ratings for items 3-6 above form the Overall H&S score for a Division, and this is reported as either Green (highest)/Yellow-Green/Yellow/Yellow-Red or Red. The Environmental score for a Division is a measure of the Division's Environmental Impacts in regard to severity, frequency, control system and stakeholder impacts and the Divisional response to these rated as either Green (highest)/Yellow-Green/Yellow/Yellow-Red or Red. Both the Health & Safety and the Environmental findings are reported on a quarterly basis at a minimum.
2	Quality	Customer Defects	Incidents	# of Customer Incidents / month	Customer Incidents are defined as the number of problem occurrences, reported by our Customers, wherein the part or the Divisional process failed to conform to the Customer's expectations, as reported through an official PR&R, QR, NCT or other official Customer concern report. The concern may arise from either Production or Service parts/processes. A precautionary phonecall from the Customer that does not translate into an official complaint is not considered an incident for the sake of this measurement. It is measured as the number of official problem occurrences recorded for any given month.
3	Quality	Supplier Defects	Incidents	# of Supplier Incidents/month	Supplier Incidents are defined as the number of problem occurrences, attributed to a Supplier, wherein the part or the Supplier process failed to conform to Azienda's expectations, as reported through an official NCT or other official Customer concern report. The concern may arise from either Production or Service parts/processes. It is measured as the number of official Supplier problem occurrences recorded for any given month.
4	Quality	Cost of Quality	%	Total Cost of Quality as a Percentage of Sales/month	Cost of Quality is a measure of the cost of assuring the delivery of a quality product on-time to our Customers. Quality cost is established through Prevention, Appraisal, Internal and External failure costs realized by the company. These costs arise from Advanced Quality Planning, Supplier Development, Manufacturing and Industrial Engineering, Quality Assurance, Testing, Warranty, GP12, Cost Of Goods Manufactured, Sorting, Scrap, Rework, Premium Freight, Overtime Labour, Customer Chargebacks, Training and Customer Plant rep cost areas. Cost of Quality is measured as a percentage of the total quality costs for any given month versus the production sales for the same month.
5	Employers	EOS Audit Score	Score	Overall Score of Division yearly	The overall EOS score is the amalgamation of scores from the Divisional employees on the Divisional adherence to the Azienda Charter principles of Job Security, Safe & Healthful Workplace, Fair Treatment, Competitive, Wages & Benefits, Employee Equity & Profit Participation, Communication & Information & Access to the Hotline. It is used as a measurement of the general satisfaction of our employees for their workplace at the time of the survey.

Clear Definitions for the WCM - KPI Measurables (2 of 2)					
Item	Area	KPI Description	Unit	Measurable	Clear Definition
6	Employers	Casual Absenteeism	%	% of Days Absent vs Days Scheduled for Work	Casual absenteeism is referred to as the number of days taken off by employees versus the total number of regular days they were scheduled to work over the course of a year, measured as a percentage. Casual absenteeism should not include days missed due to maternity leave, workers comp/work-related injuries, jury duty, or Short / Long Term Disability. Casual absenteeism should be determined for all employees.
7	Employers	Turnover	%	% of Employees that Leave the Workplace vs. Total Number of Employees	Turnover is referred to as the number of employees that permanently leave the work place over a given time period versus the total number of employees, for the same time period, measured as a percentage. Turnover should be determined for all permanent employees of the company.
8	Employers	Training	%	YTD Training Course Attainment to Plan as a Percentage	It is recommended that the Training measurable refers to the adherence of the Division to the timely completion of planned training for all employees of the company. The training should consist of both mandatory and nonmandatory training. It is measured by determining the total number of completed courses versus the planned courses to-date, calculated as a percentage and recorded monthly.
9	Logistics	Premium Freight	\$	Premium Freight Costs Monthly	Premium Freight is referred to as the additional cost paid for the expediting of shipments to the Customer which would include both inbound (to the plant) and outbound (to the Customer) costs.
10	Employers	Overall Equipment Effectiveness (OEE)	%	OEE (%) = Availability(%) x Performance(%) x Quality (%)	OEE is a measure of the true efficiency for equipment. However, it does not account for people utilization efficiency this can be tracked separately. Availability efficiency is determined as follows: $\text{Availability} = \frac{\text{Total time avail per shift (mins)} - \text{downtime due to breakdowns, set-ups and adjustments (mins)}}{\text{Total time avail per shift (mins)}}$ $\text{Performance} = \frac{\text{Best Cycle Time in mins (with normal \# of operators)} \times \text{Processed part qty/shift}}{(\text{Tot time avail/shift} - \text{Downtime}) \text{ in mins (Numerator from availability above)}}$ $\text{Quality} = \frac{\text{Processed part qty/shift} - \# \text{ of defective parts/shift}}{\text{Processed part qty/shift}}$ OEE (%) = Availability x Performance x Quality x 100
11	Employers	Preventative Maintenance Attainment	%	completed by the scheduled date by month	Preventative Maintenance Attainment refers to the measure of the number of completed maintenance activities by their prescribed due date versus the number of planned maintenance activities for any given month, expressed as a percentage.
12	Working Capital	Inventory	# of Turns	Number of Inventory Turns per Month	Production Inventory Turns is a measure of how often production inventories are being converted into sales. The Production Inventory Turns for a given month is averaged by taking current and previous months costs as follows: $\text{Inventory Turns} = \frac{\text{Production Cost of Materials} + \text{Labour} + \text{Mfg Overhead for the current and previous month} / 2}{\text{Production Inventory Costs for the current and previous month} / 2}$
13	Working Capital	AP vs AR Spread	Days	Number of days of A/R vs A/P Spread - Monthly	Accounts Payable vs Accounts Receivable Spread is referred to as the difference between the number of days of credit that we obtain from our Suppliers and the amount of days it takes to turn production and/or tooling sales into cash. The A/P vs A/R Spread is calculated as follows: $\text{AP/AR Spread} = \frac{\text{Total Accounts Payable}}{\text{Curr} + \text{Prev month Purchases} / \# \text{ of days in Curr} + \text{Prev month}} - \frac{\text{Total Accts Receivable for External Prod\&Tooling Sales}}{\text{Curr} + \text{Prev month prod\&Tool sales} / \# \text{ of days in Curr} + \text{Prev month}}$
14	Cost Savings	Purchasing	%	Actual Purchasing Cost Savings vs Business Plan Targets YTD	Cost savings resulting from Purchasing activities represents a measure of the total actual accumulated savings in purchasing costs Year-To-Date versus the total purchasing cost savings targeted by the business plan Year-To-Date, expressed as a percentage and recorded monthly.
15	Cost Savings	Engineering (VE/VA)	%	Actual Engineering Cost Savings vs Business Plan Targets YTD	Cost savings resulting from Engineering activities represents a measure of the total actual accumulated savings Year-To-Date resulting from Engineering changes (which could result from VE/VA, DFM&A, Complexity Reduction etc.) versus the total Engineering cost savings targeted by the business plan Year-To-Date, expressed as a percentage and recorded monthly.
16	Cost Savings	Continuous Improvement	%	Actual Continuous Improvement Cost Savings vs Business Plan Targets YTD	Cost savings resulting from Continuous Improvement activities represents a measure of the total actual accumulated savings Year-To-Date resulting from process-related improvements versus the total continuous improvement cost savings targeted by the business plan Year-To-Date, expressed as a percentage and recorded monthly. (Note: If a VE/VA change results in process savings, it should not be credited to the Continuous Improvement savings).
17	Program Management	Number of Red Programs	#	Number of Red Program Status - Monthly	Program Management Performance is referred to as the satisfactory completion of all deliverables for a program wherein Quality, Cost and Timing targets are satisfied. Program Management Performance is determined through the use of a Green / Yellow / Red rating in each of the Quality / Cost / Timing categories through all stages of a program, where significant attention is given to the number of programs having a red status, in any of the above areas.

Tabella 3.2.1 KPI di riferimento di Azienda.

Quanto detto dà un'idea sulla modalità con cui Azienda si stia approcciando a questa nuova metodologia e di come ne segua o meno alcuni aspetti.

Come già accennato, vi sono molti stabilimenti nei quali queste applicazioni sono più o meno evolute. Questo ovviamente dipende da molteplici fattori come il tipo di prodotto, dalla cultura degli operatori e da diverse altre variabili.

A questo punto però, Azienda International ha deciso di puntare e diffondere la metodologia in tutti gli stabilimenti, redigendo appunto il manuale "AzFact", in modo di dare delle chiare linee guida per le future implementazioni.

Nello stabilimento di Campiglione (TO) pertanto, è in atto lo sviluppo di questa nuova metodologia ed è per questo motivo che nasce anche il seguente progetto e lavoro di tesi.

Anche qui, naturalmente, si è scelto di puntare maggiormente su alcuni aspetti piuttosto che altri, ed essendo un ambiente dove vi è una forte componente di produzione di massa si è deciso di concentrarsi, oltre che in alcuni altri aspetti (prima di tutto il Safety), in attività di miglioramento continuo nel pillar delle Autonomous Activity (WO Workplace Organization e AM Autonomous Maintenance).

In maniera semplificativa, l'azienda di Campiglione (TO), oltre ad aree dedicate a diverse tipologie di attività (testing, finanza, progettazione, logistica ecc.), ha 3 grandi zone di produzione massiva, dedicate a diversi prodotti:

- **L'area elettronica** dove vengono costruiti e assemblati diversi prodotti come moduli elettronici, display e joystick;
- **L'area EWP** (Electric Water Pump) costituita da una linea semiautomatica, dove vi è la produzione di innovative pompe elettriche;
- **L'area ECF** (Engine Cooling Fans) dove avviene la produzione di sistemi di raffreddamento di autoveicoli. Essa è costituita da quattro linee semiautomatiche comprendenti al proprio interno altre tre linee ciascuna: statore, rotore e motore. Un'altra zona è dedicata alla produzione dei cablaggi, l'area Grommet, fornitore delle quattro linee ECF. Infine vi è la parte del Completamento, dove vengono testate e assemblate le ventole per il completamento del prodotto e la spedizione ai clienti.

Data questa configurazione aziendale e la forte componente produttiva, appare evidente il forte bisogno di creare degli standard, soprattutto dal punto di vista operativo. Lo stabilimento si presenta notevolmente organizzato e attento prima di ogni altra cosa alla sicurezza dei lavoratori.

Per il motivo della forte competitività, già accennato nel primo capitolo, nel settore automotive soprattutto con la sempre crescente globalizzazione, si pone forte attenzione alla competitività, dal punto di vista economico ma soprattutto da un punto di vista della qualità del prodotto offerto.

Non è certo un caso che Azienda fornisca i propri prodotti a clienti di alto livello.

Possedere certi standard o rispettare certe procedure non è sempre opzionale, ma spesso risulta essere indispensabile per poter essere fornitori di clienti che lo richiedono in maniera esplicita o che comunque ne osservano la presenza in maniera tacita ma certo utile nella scelta finale dei propri fornitori.

L'area ECF, formata da 4 linee semiautomatiche, produce annualmente più di 3 Milioni di motori per diversi clienti e questo numero probabilmente continuerà a salire. Per questi motivi, l'elevato volume di produzione e il fatto di rappresentare una grossa fetta percentuale del fatturato aziendale, si è scelto proprio di concentrarsi su una di queste linee, con lo scopo di aumentarne l'efficienza per poi replicare i risultati ottenuti nelle altre aree di espansione (in primis nelle altre linee ECF e successivamente anche tutti gli altri reparti produttivi) puntando all'obiettivo di diventare World Class nella produzione dei propri prodotti.

La scelta è ricaduta sulla Linea1 ECF, la più vecchia. Scegliendo questa linea, è come se si fosse acceso un riflettore su essa, capace di fare risaltare qualsiasi tipo di problema, nell'obiettivo di migliorarla grazie al coinvolgimento di tutto il personale.

Segue una breve presentazione dell'**area modello (Linea1 ECF)** che al suo interno, comprende altre tre linee semiautomatiche:

Linea1 Statore (SL1), Linea1 Rotore (RL1) e Linea1 Motore (ML1).

Nella **Linea1 Statore** (*Figura 3.2.2*), l'operatore evidenziato con il cerchio rosso, segue la produzione del sotto componente statore. Oltre a seguire e controllare lo sviluppo delle fasi produttive nei vari passaggi sui macchinari presenti in linea, si occupa di prelevare la plastica statore da lavorare, posizionandolo sul posaggio e scaricare lo statore finito caricandolo sull' Alu Box della linea1 Motore alle sue spalle (vedi Linea1 completa in *Figura 3.2.5*).

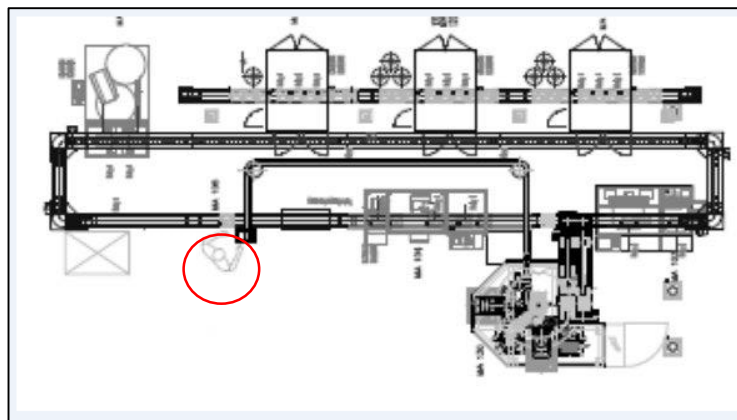


Figura 3.2.2 Layout Linea1 Statore.

Nella **Linea1 Rotore** (*Figura 3.2.3*) vi è la produzione del sotto componente rotore. L'operatore evidenziato con il cerchio rosso in alto a destra, oltre che a seguire e controllare le varie fasi delle lavorazioni semiautomatiche, ha il compito di caricare i rotori, magneti, cuscinetti, anelli di arresto e cambiare la latta della colla. L'operatore evidenziato con il cerchio rosso in basso a sinistra invece preleva il rotore lavorato e lo carica sul pallet (con lo statore) della Linea1 Motore (vedi Linea1 completa in *Figura 3.2.5*) posizionando il tollerance ring, distanziale e cuscinetto.

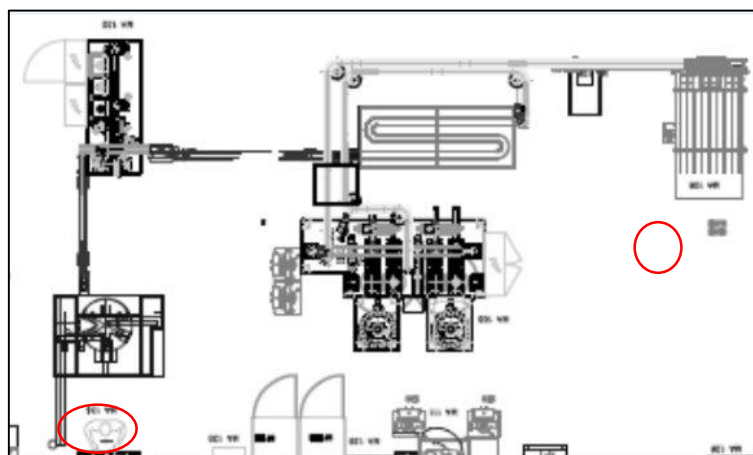


Figura 3.2.3 Layout Linea1 Rotore.

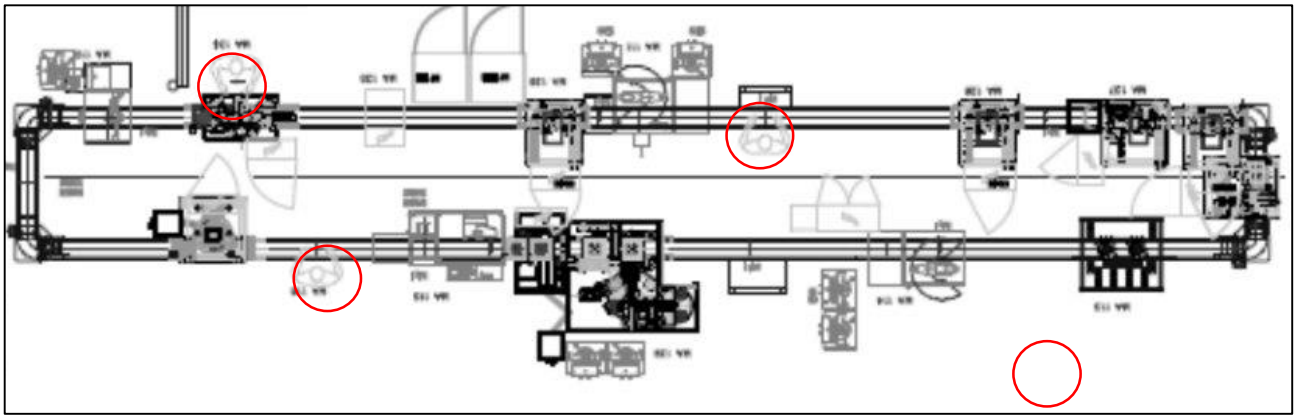


Figura 3.2.4 Layout Linea1 Motore.

In *Figura 3.2.4* infine, vi è il Layout della **Linea1 Motore** dove l'operatore in basso a sinistra carica l'Alu Box e il Grommet (cablaggio) sul pallet; l'operatore di sinistra, come già illustrato nella parte di Linea1 Statore carica lo statore lavorato; l'operatore in alto a sinistra, come già visto nella Linea1 Rotore, carica il rotore lavorato; l'operatore in alto a destra posiziona l'ECU (scheda elettronica) e alle sue spalle, nella posizione opposta, eventualmente riprende la saldatura dell'anellino che avviene in uno dei macchinari sulla destra della figura della linea (uno dei processi più delicati) e infine l'operatore in basso a sinistra (il primo descritto) scarica il motore finito e testato, pronto per essere mandato al reparto Completamento. C'è anche un altro operatore "Team Leader", non presente in figura, uno per ogni linea ECF, che si occupa di seguire il corretto funzionamento dell'intera linea, gestione avvii, fermi, rifornimenti dei materiali e il raggiungimento del target produttivo richiesto, oltre che ad alcune altre attività come la gestione del personale di linea ecc.

Ovviamente, questa è solamente una breve presentazione della linea1 ECF, fatta per dare un'idea dell'area modello di cui spiegherò nel dettaglio le applicazioni in ambito Autonomous Maintenance, pertanto sono state tralasciate e omesse moltissime altre lavorazioni o attività di macchinari ed operatori (ad esempio controlli, etichettature, tagli, movimentazioni ecc...).

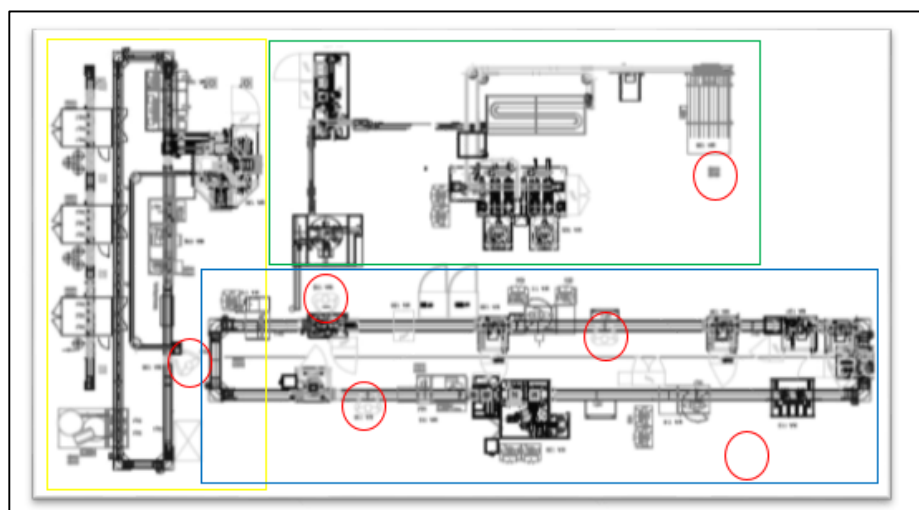


Figura 3.2.5 Layout Linea1 ECF completa. In giallo SL1, in verde RL1 e in blu ML1.

3.3 Step 0 AM in Azienda (Preliminary activities)

Con l'avvio di questo progetto in Azienda, si è cominciato a concentrarsi sullo sviluppo delle attività dell'Autonomous Maintenance. La prima cosa è stata definire il team e definire mansioni e responsabilità per i rispettivi componenti.

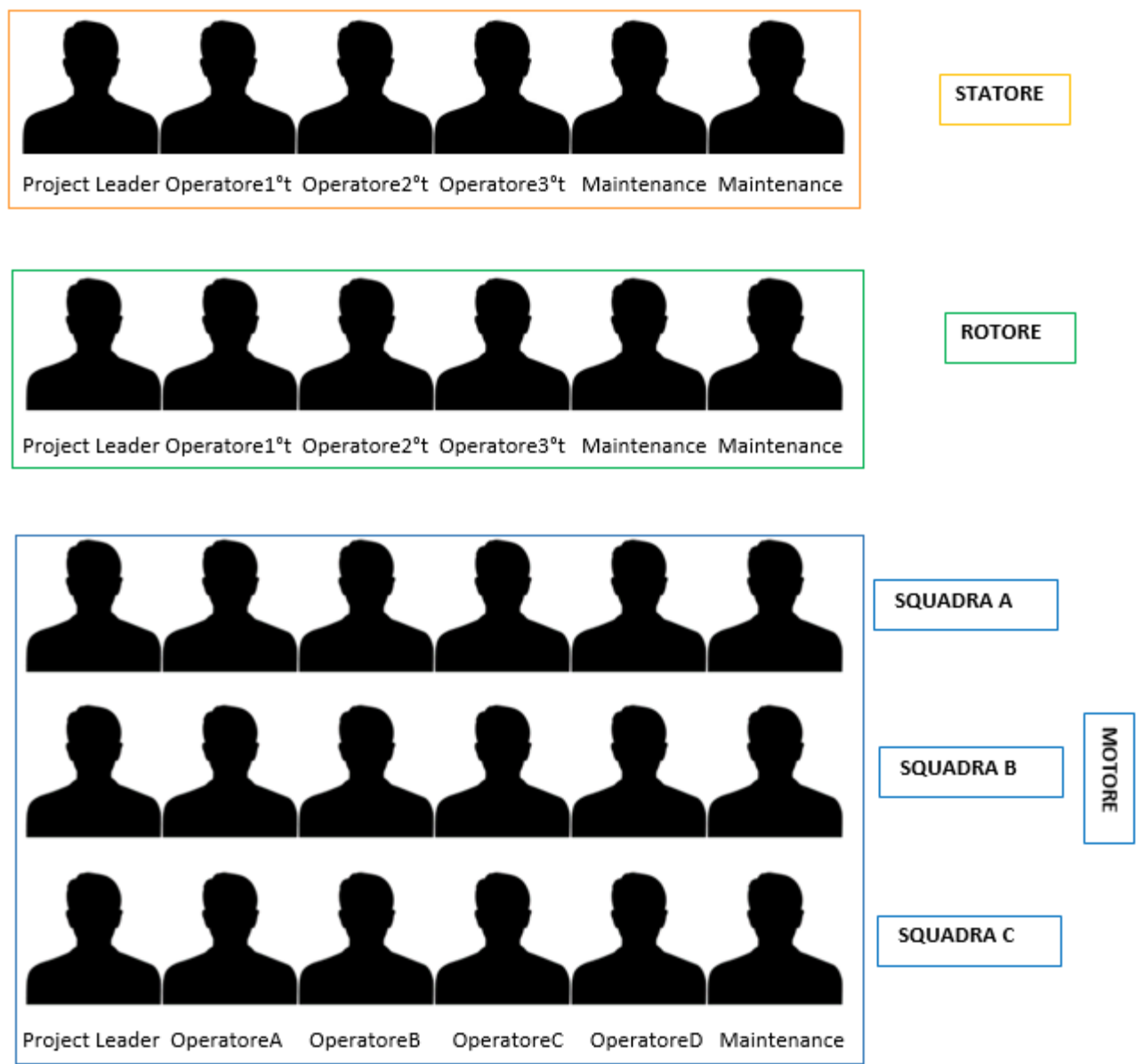


Figura 3.3.1 Team AM.

In **Figura 3.3.1** sono rappresentati i membri del Team AM al completo per motivi di privacy. I volti e i nomi delle persone sono mascherate ma lasciano comunque intendere la struttura organizzativa. Si può notare che tutti i membri a contatto con la linea produttiva (area modello) sono parte integrante del Team AM con il sostegno e la guida del Team management come supporto.

Tutto il personale operante in produzione sui tre turni è coinvolto nel progetto, oltre a loro ci sono i project leader (capi turno), i team leader e manutentori.

Il personale che guida e supporta lo sviluppo del progetto è costituito invece dal Pillar Leader (anche Focus Factory e WCM specialist), il vice direttore generale, il capo della manutenzione, il capo dell'attrezzatura e due WCM assistant.

Tutte le settimane vengono programmate una o due riunioni, dove si ritrova l'intero team di supporto: Pillar Leader, Vice General Manager, i capi della manutenzione e attrezzatura e WCM assistant. Tali riunioni hanno lo scopo di aggiornare tutti i responsabili sul punto della situazione, stato avanzamento, programmazione interventi con relativi scostamenti e discussioni su nuove osservazioni o spunti di miglioramento possibili. Le attività di monitoraggio, pulizia, lubrificazione e ispezione da parte del personale di linea è invece all'ordine del giorno come si vedrà successivamente nella definizione delle attività da svolgere.

Una volta definiti i membri del Team, è stato costruito un Radar Chart per identificare e monitorare il livello di conoscenza su alcune tematiche da parte del personale coinvolto. Il seguente Radar Chart è stato costruito riportando il valore massimo per almeno un componente del Team nelle diverse fasi di sviluppo del progetto ed infine anche il valore target di riferimento. Un altro motivo per l'uso di questo strumento è quello di individuare gli eventuali scostamenti dei livelli di conoscenza tra i membri, con lo scopo di colmarli con riunioni e corsi di formazione. Prima dell'avvio del progetto e anche durante lo sviluppo, sono stati svolti corsi di formazione per il personale del team AM durante l'orario di lavoro, questo lascia intendere quanto l'azienda creda nel progetto e nei suoi futuri benefici.

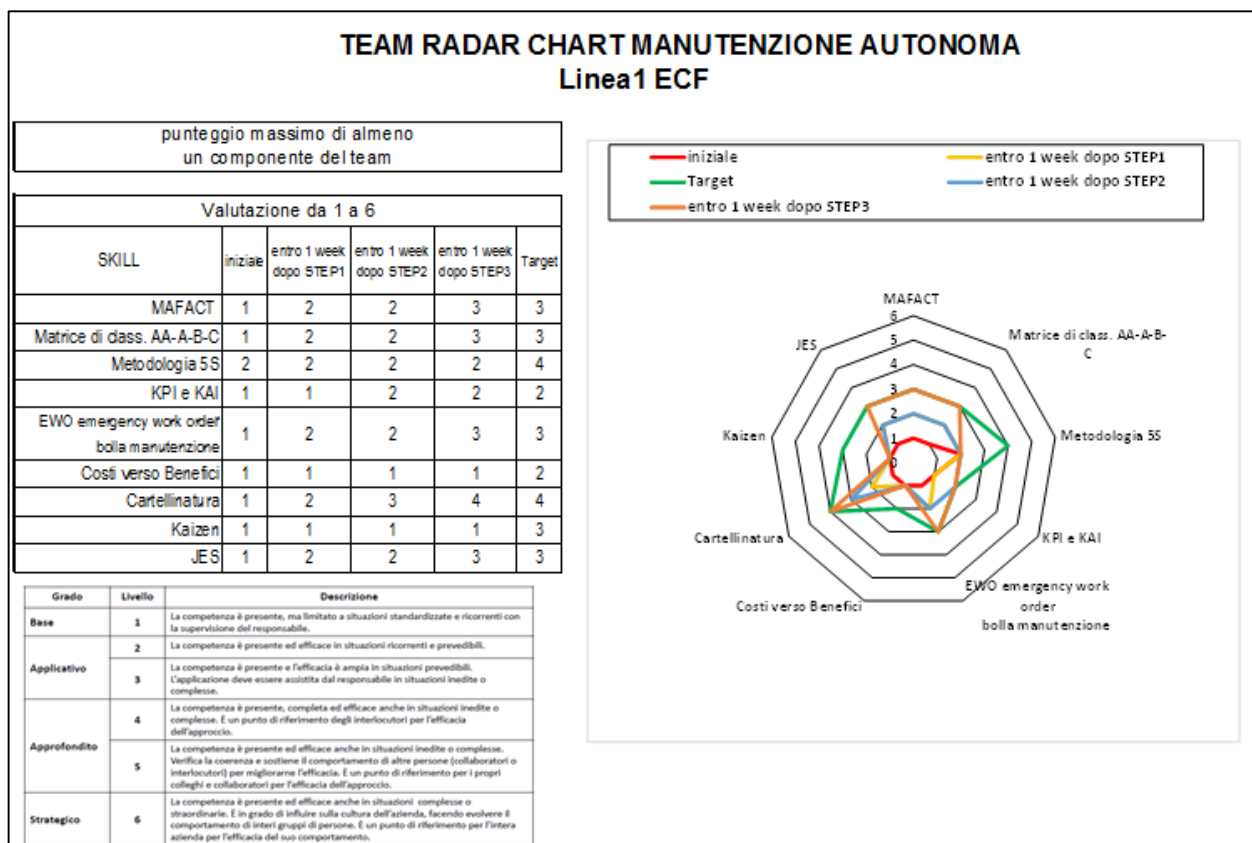


Figura 3.3.2 Radar Chart team AM Statore.

Definito il Team, responsabilità e competenze, si è passati ad un'analisi della criticità dei macchinari presenti in Linea1 ECF rispettivamente per tutte le sotto linee: statore, rotore e motore come mostrato in *Figure 3.3.3; 3.3.4 e 3.3.5*. Le tabelle riportate in figura indicano per ogni macchinario, identificato da sigla alfanumerica e descrizione, delle valutazioni quantificate in valori da 0 (valore minimo) a 3 (valore massimo) per le seguenti caratteristiche: velocità di sporcizia; rallentamento per mancanza di OA e difficoltà di accesso per pulizia. Per ognuno di essi vi è stata riportata la somma cumulativa dei tre risultati parziali caratterizzanti le caratteristiche appena descritte. Infine, i macchinari sono stati ordinati in maniera decrescente di risultato totale, sulla base del quale sono state attribuite le categorie: AA(maggior criticità), A, B e C di priorità di intervento su cui si è puntato nelle attività di auto manutenzione illustrate in seguito. Nelle *Figure 3.3.4 e 3.3.5* vi è anche un'altro modo di rappresentare quanto detto sotto forma di grafico riportante i risultati parziali e totali dei rispettivi macchinari in ordine di priorità decrescente.

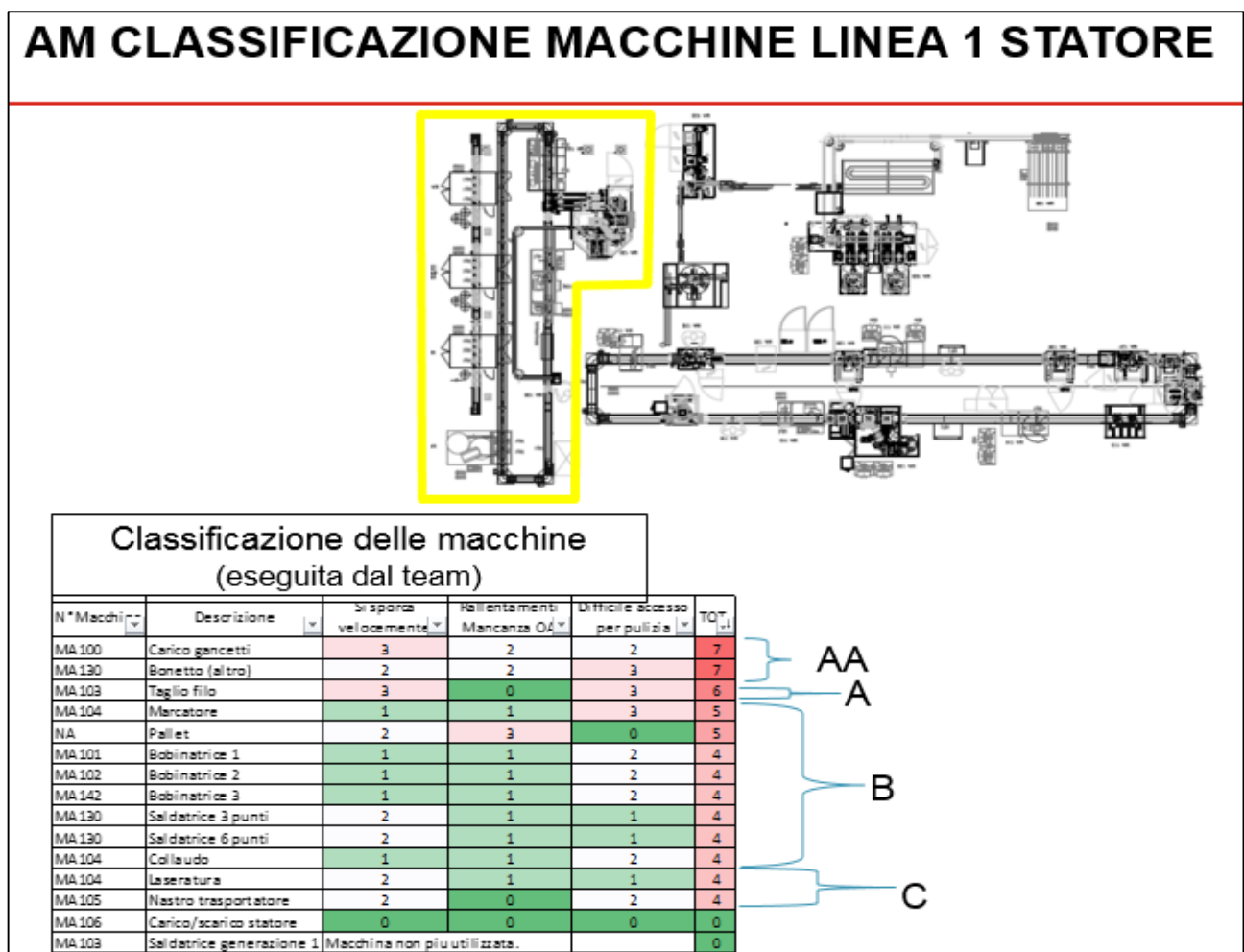
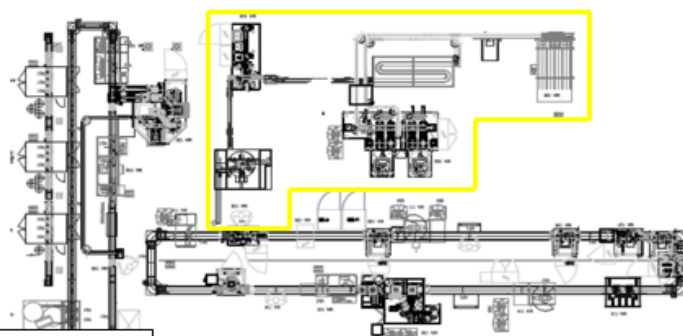


Figura 3.3.3 Classificazione macchine Linea1 Statore.

CLASSIFICAZIONE MACCHINE LINEA 1 ROTORE



Classificazione delle macchine
(eseguita dal team)

N° Macchina	Descrizione	Rallentamenti Mancanza OA	Si sporca velocemente	Difficile accesso per pulizia	TOT-	
MA 131	Incollaggio magneti A	3	3	3	9	AA
MA 131	Incollaggio magneti B	3	3	3	9	A
MA 131	Dispensazione colla	3	3	2	8	
MA 132	Magnetizzatore	2	3	2	7	
MA 106	Tappeto	1	2	3	6	B
MA 195	Piantaggio	2	2	2	6	
MA 108	Tunnel	0	1	3	4	C
MA 106	Laseratura	1	0	0	1	

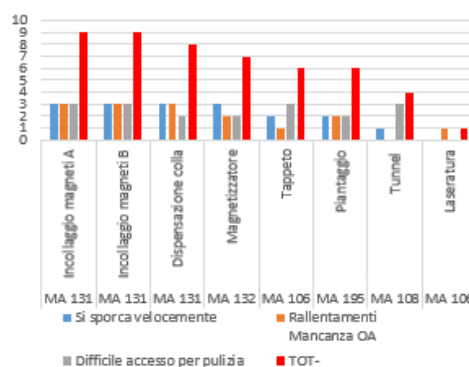
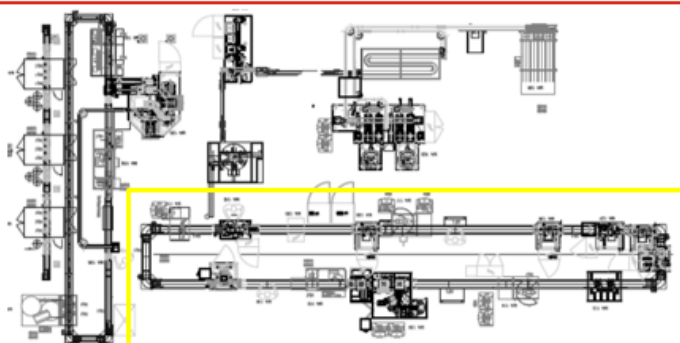


Figura 3.3.4 Classificazione Linea1 Rotore.

CLASSIFICAZIONE MACCHINE LINEA 1 MOTORE



N° Macchina	Descrizione	Rallentamenti Mancanza OA	Si sporca velocemente	Difficile accesso per pulizia	TOT-	
12	Carico + saldatura anellini	3	3	3	9	AA
16	Carico e avvitatura coperchio	3	3	3	9	
5	Avvitatura statore	3	3	1	7	A
17	Stampante	1	3	3	7	
3	Pallet	2	3	1	6	B
8	Bartec	1	3	2	6	
4	Avvitatura grommet	1	2	2	5	
6	Rotor Presfit	1	3	1	5	C
10	Avvitatura ECU	1	3	1	5	
2	Cappe	0	3	1	4	
9	Silicone	1	3	0	4	
11	Saldatura Fasi	1	2	1	4	
13	EOL	2	1	1	4	
1	Nastri	1	1	1	3	
14	Gap filler condensatori	1	1	1	3	
15	AOI 1 e 2	1	1	1	3	
7	Isolamento	0	0	0	0	

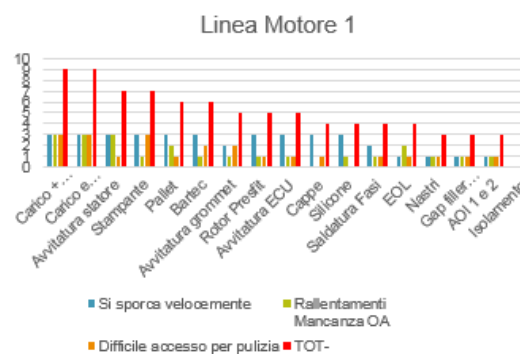


Figura 3.3.5 Classificazione macchinari Linea1 Motore.

Una volta fatta l'analisi qualitativa, quantitativa e stabilita una priorità di intervento si è passati ad una pianificazione e schedulazione delle attività da svolgere con i rispettivi obiettivi da raggiungere tramite un Gantt Chart come mostrato in *Figura 3.3.7*.

Sull'asse delle ascisse, in alto, vi sono indicate le settimane dell'anno mentre sull'asse delle ordinate vi sono elencate le attività programmate, a loro volte raggruppate per aree di intervento e per Step di avanzamento.

Dopo le attività di preparazione e di formazione si è scelto di partire dalla Linea1 Statore per poi proseguire con Linea1 Rotore e Linea1 Motore. Tale scelta è stata indotta dalla valutazione delle criticità dei macchinari delle linee, dagli spunti di miglioramento più facilmente implementabili (osservazioni da parte degli operatori, illustrati in seguito), dalle condizioni al momento della scelta dell'inizio e dalla difficoltà di implementazione (Linea1 Motore, la più complessa, ha seguito e atteso le altre).

Dal Gantt Chart inoltre è mostrato come alcune attività preventivate e programmate si siano prolungate nel tempo (tratteggiamenti), a volte per il non raggiungimento dei risultati desiderati nelle verifiche finali degli audit (in seguito mostrate), altre per bisogno di capitale per lo sviluppo di contromisure, che spesso richiedono costi non programmabili. Va ricordato inoltre che tutte queste attività, seppur importanti, mostrano i risultati attesi nel lungo periodo, ma sul momento richiedono dispendio di forze ed esborso di costi. Spesso tali attività si scontrano con bisogni produttivi di priorità maggiore e quindi tale programmazione "a tavolino", si è dovuta adattare a tutti i vincoli che possono esistere in una realtà aziendale.

PLANNING AM																																																			
Linea 1 Motore (C)																																																			
Linea 1 Rotore (B)																																																			
Linea 1 Statore (A)																																																			
week	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52														

Figura 3.3.6 Planning AM senza ritardi.

GANTT CHART AM LINEA1 ECF

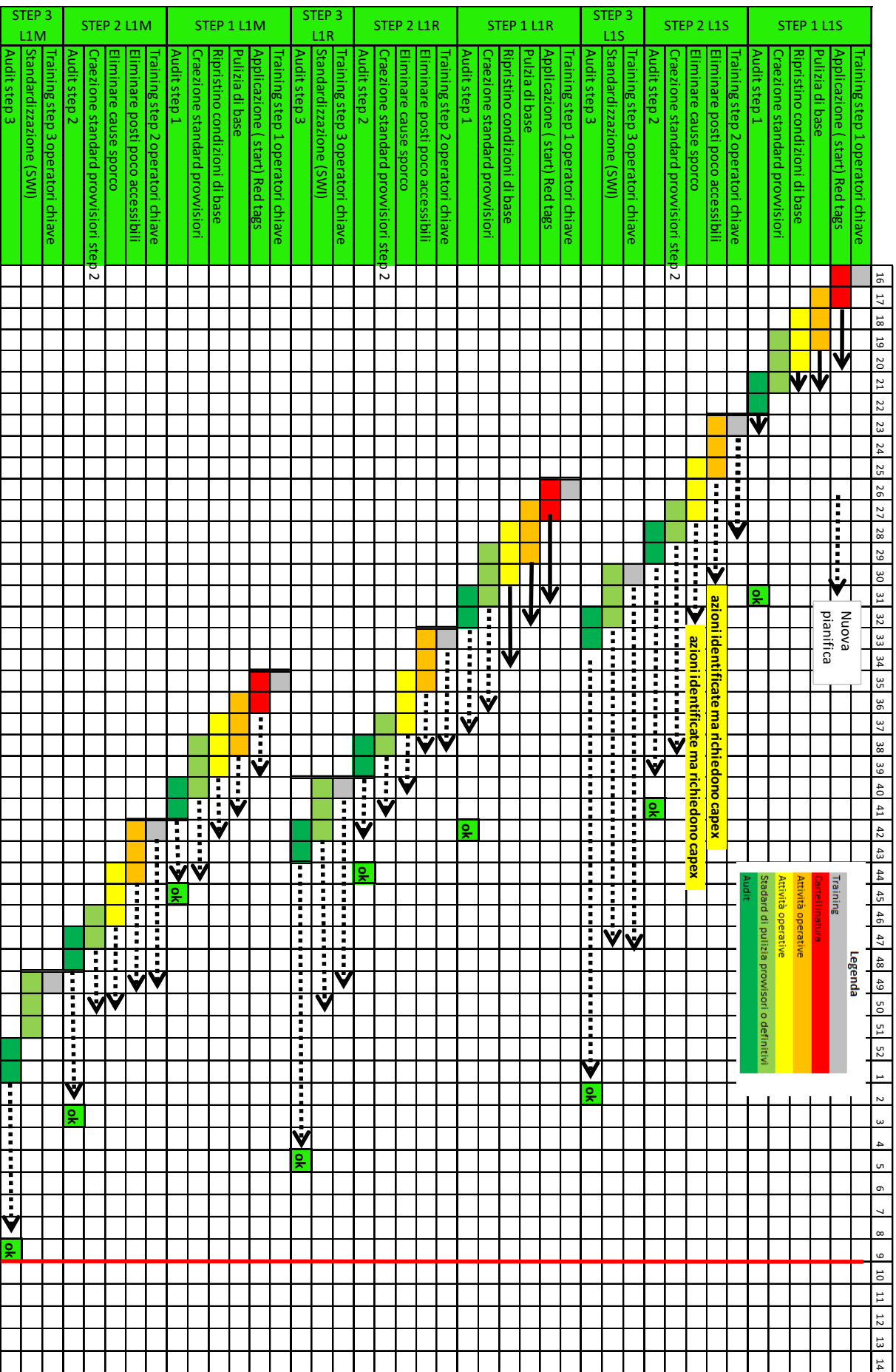


Figura 3.3.7 Gantt chart schedulazione attività AM

Creato il Team, pianificate le attività e illustrato il nuovo progetto agli operatori della Linea1 e prima di partire con il vero e proprio inizio degli Step successivi è stato necessario predisporre tutto il materiale necessario:

- Schemi, disegni, manuali delle macchine scelte;
- Materiali didattici per la formazione iniziale degli operatori;
- Cartellini, moduli, fogli di registrazione delle informazioni;
- Tabelloni per la gestione a vista delle attività (Activity Board);
- Modalità, regole e responsabilità della gestione ed aggiornamento della documentazione di progetto;
- Materiali necessari alla pulizia iniziale ed al mantenimento dell'area:
- scope, guanti, torce, detergenti ecc;
- Materiali e attrezzature necessari ad intervenire sugli impianti: DPI specifici, chiavi, cacciaviti, pinze ecc;
- Analisi delle attività previste dal punto di vista della sicurezza degli operatori, identificando le possibili cause di incidente e adottando le necessarie contromisure;

La presenza dell'Activity Board direttamente nei pressi della linea è fondamentale, non tanto per il personale di management di supporto, il quale potrebbero monitorare le attività direttamente dai propri computer, ma proprio per informare tutto il personale e i visitatori delle attività che si stanno svolgendo, con lo scopo di invogliare ancora di più il personale diretto. In questo modo hanno sempre la possibilità di monitorare lo stato dei loro suggerimenti, essendo perciò sempre più partecipi alla condivisione degli obiettivi aziendali prestabiliti.



Figura 3.3.8 Activity Board AM Linea1, applicazione reale in Azienda.

3.4 Step1 AM in Azienda (Initial cleaning)

Nel primo Step vengono eseguite le attività di pulizia, ispezione e lubrificazione dell'impianto produttivo. In un primo momento, per un paio di sabati, gli operatori già formati, hanno contribuito ad una pulizia approfondita “a tappeto” su tutti i componenti, perlustrando da cima a fondo per poi riportare osservazioni o consigli su possibili spunti di miglioramento.

Come detto in teoria, tali attività non sono fine a se stesse, ma soprattutto l'ispezione. Solo gli operatori, lavorando quotidianamente a stretto contatto con le macchine hanno l'accortezza di cogliere alcuni segnali lievi quali: rumori, vibrazioni, perdite, mancanza di viti, sporcizia ecc.. possibili sintomi di guasti ben più gravi.

Per svolgere attività di pulizia iniziale, nel rispetto anche delle regole del Safety pillar, è importante essere muniti di tutto il materiale occorrente e prima di ogni altra cosa è stato fondamentale definire e procurare tutto il materiale necessario: Dispositivi di Protezione Individuale (DPI), documenti e attrezzi, come mostrato in **Figura 3.4.1**. Tutti i lavoratori devono sapere dove utilizzare cosa ed è per questo motivo che tale tabella è ben esposta nell'Activity Board a bordo linea.

Gestione strumenti di pulizia LINEA 1 STATORE/ROTORE/MOTORE			
Cosa devo avere per fare l'AM sulla linea 1 ?			
DPI	Cosa	Dove	
	Occhiali	Dotazione personale addetto	
	Guanti gommati	Dotazione personale addetto	
	Scarpe	Dotazione personale addetto	
DOCUMENTI	Cosa	Dove	
	Documentazione linea	Armadio documentazione	
	Cartellini rossi	Lavagna AM	
	Cartellini blu	Lavagna AM	
	Cartellini verdi	Lavagna AM	
	Cartellini seggetimenti Kaziezn	Lavagna AM	
ATTREZZI	Cosa	Dove	
	Scopa / paletta	Armadio Linea	
	Stracci	Attrezzaria-Plastica	
	Carta	linea	
	Detergente	Armadio	
	Aspirapolvere	Bordo linea	
	Spugna abrasiva	Armadio Linea	
	Pennelli	Armadio Linea	
	Chiave a brugola	carrellino	
	Spazzola	bordo macchina incolleggio magneti	

Figura 3.4.1 Elenco strumenti di pulizia AM utilizzato in Azienda.

Durante le attività di pulizia, gli operatori hanno la possibilità di scoprire parti della linea più nascoste. Hanno l'opportunità di ispezionare a fondo le componenti meccaniche della linea e imparare nuove cose. La pulizia è importante anche per mettere alla luce problemi che altrimenti sarebbero mascherati dalla sporcizia come ad esempio piccole perdite di olio. Gli operatori hanno sempre la possibilità di annotare le loro osservazioni su appositi cartellini. I cartellini hanno la funzione di riportare problemi o spunti di miglioramento di più genere e per questo motivo sono divisi in tre tipologie: sicurezza (verde), manutenzione (rosso) e operatore (blu). I cartellini vengono compilati in duplice copia, una va posizionata direttamente nei pressi del problema e l'altra va inserita nell'apposita sezione dell'Activity Board in attesa di essere letta e valutata dal Team di supporto. Per una questione di coinvolgimento è indispensabile mantenere il personale informato in maniera attiva, dando loro frequenti feedback circa le loro osservazioni.

The image shows three AM cards (Anomaly Management) used in a factory setting. Each card is a form with a header section for basic information and a grid of checkboxes for specific issues. The cards are color-coded: red for Maintenance, green for Safety, and blue for Operator.

- Red Card (MANUTENZIONE):** Linea: 1 Motore-e, Op.: CARICO STAGIONE, Macchina: 116, Sottogruppo / Componente: [blank]. Description: QUANDO LINEA STAGIONE PRODUCE UN TIPO DIVERSO DI PRODOTTO C'È IL RISCHIO DI CARICARE SU LINEA ATTORI STATORE ERRAZZO (INSERIRE TELECAMERA) X VERIFICARE SEZIONE NON GARANTITO.
- Green Card (SICUREZZA):** Linea: 116/120, Op.: CARICO STAGIONE, Macchina: 116, Sottogruppo / Componente: [blank]. Description: Mancata serratura sportello quadro controllo nostri linee.
- Blue Card (OPERATORE):** Linea: 1 Motore, Op.: [blank], Macchina: [blank], Sottogruppo / Componente: Cappa. Description: Eliminazione raccordo cappa obsoleto.

Figura 3.4.2 Cartellini AM utilizzati in Azienda.



Figura 3.4.3 Cartellino su macchina

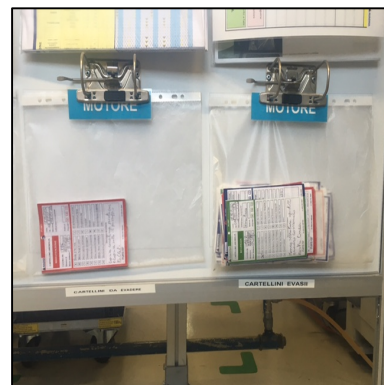


Figura 3.4.4 Cartelli da evadere ed evasi su tabellone

In questo Step si comincia a prendere consapevolezza su alcune problematiche della linea, a volte già presenti da tempo ma mai risolte per non avere mai portato a problemi “troppo gravi”. Un altro aspetto importante è la consapevolezza degli operatori di dover migliorare il loro posto di lavoro, aumentando di conseguenza le loro performance e la loro produttività. Molte delle attività di pulizia erano svolte anche prima dell’implementazione della nuova metodologia, ma erano fatte in maniera del tutto irregolare. Non erano definite tempistiche e responsabilità, ma soprattutto non vi era una raccolta delle informazioni e spunti di miglioramento in grado di risolvere alcuni problemi alla radice (Kaizen).

Tutto viene documentato subito con delle foto!

Il metodo più efficace e coinvolgente per le persone, senza bisogno di troppe parole, è l’utilizzo di immagini, esse mettono a confronto le situazioni PRIMA e DOPO gli interventi. Il Team di supporto preleva quotidianamente i cartellini dal tabellone AM e per prima cosa trascrive i problemi in un elenco riassuntivo dove, durante le riunioni, verranno programmate date, responsabilità e modalità di risoluzione del problema. Tra le diverse tipologie di cartellini esistenti, viene fatta particolare distinzione tra le fonti di sporco e zone di difficile accesso, queste due categorie vengono riportate su moduli a parte.

Nel primo Step non è necessario risolvere la totalità dei cartellini (evaderli) ma è importante prendere coscienza, documentare, formare e coinvolgere il personale per attivare azioni volte al miglioramento.

Con le attività dello Step1 si acquisisce più consapevolezza e conoscenza delle problematiche della linea. Come?

- Pulire per ispezionare, ispezionare per capire, capire per migliorare;
- Implementando tecniche di 5S
(SEPARARE-SEMPLIFICARE-SEGNALARE-STANDARDIZZARE-SOSTENERE)
ottenendo così più spazio e tempo, dovuti alla facilità di trovare gli oggetti;
- Creando e monitorando il primo standard di Pulizia e Ispezione (CI), contenente tutti i punti da pulire e ispezionare mensilmente e per turno.

CALENDARIO PROVVISORIO DELLE FERMATE MANUTENZIONE AUTONOMA																																
linea 1 Motore																																
Squadra "A"																Dalle 13,30 alle 14,00																
Squadra "B"																Dalle 13,30 alle 14,00																
Squadra "C"																Dalle 05,30 alle 06,00																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	
Programmata				X					X			X				X				X				X					X			
Eseguita																																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	
Programmata																																
Eseguita																																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	
Programmata																																
Eseguita																																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	
Programmata																																
Eseguita																																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	
Programmata																																
Eseguita																																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	
Programmata																																
Eseguita																																

LEGENDA

FERMATA

AUTOVALUTAZIONE STEP1 A1

CERTIFICAZIONE STEP1 C1

AUTOVALUTAZIONE STEP2 A2

CERTIFICAZIONE STEP2 C2

AUTOVALUTAZIONE STEP3 A3

CERTIFICAZIONE STEP3 C3

fermata pienamente realizzata

fermata parzialmente realizzata

fermata NON realizzata

LEGENDA	
FERMATA	
AUTOVALUTAZIONE STEP1	A1
CERTIFICAZIONE STEP1	C1
AUTOVALUTAZIONE STEP2	A2
CERTIFICAZIONE STEP2	C2
AUTOVALUTAZIONE STEP3	A3
CERTIFICAZIONE STEP3	C3

	fermata pienamente realizzata
	fermata parzialmente realizzata
	fermata NON realizzata

Figura 3.4.5 Primo tentativo standard delle fermate programmate.

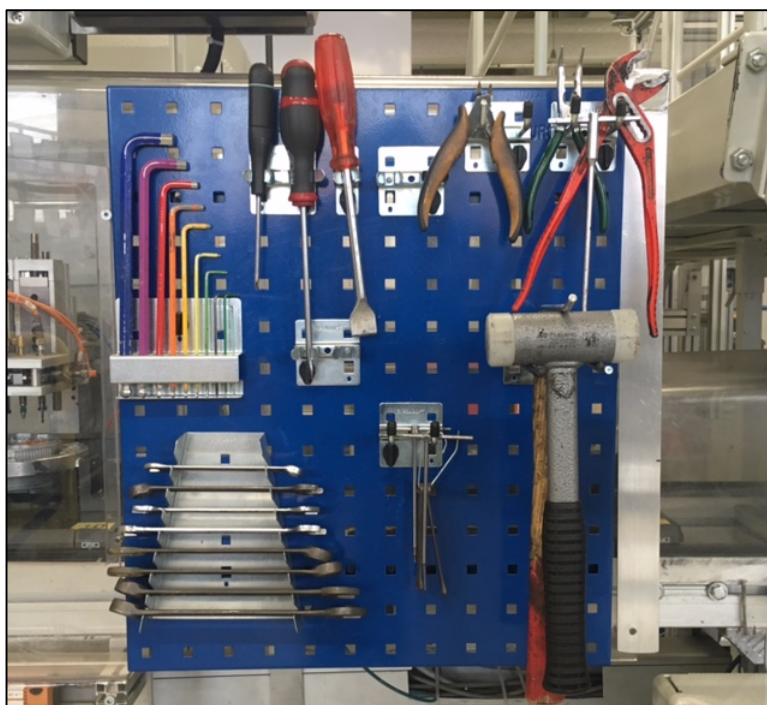


Figura 3.4.6 Applicazione 5S.



Figura 3.4.7 Applicazione 5S.

In **Figura 3.4.8** vi è l'Audit che attesta il superamento dello Step1, indispensabile per procedere con l'avvio delle attività del secondo Step. Nella teoria è precisato che il superamento di tale verifica debba essere vincolato al raggiungimento di un punteggio minimo superiore al 90% del valore massimo raggiungibile. In Azienda si è scelto un criterio meno severo, ovvero per superare la verifica occorre superare l'80% del punteggio massimo come si può notare in figura, dove ci sono dei valori barrati e ricalcolati. Tale decisione è utile allo scopo del miglioramento continuo senza doversi "bloccare" per un risultato non pienamente raggiunto. Tali Audit vengono stilati in maniera regolare tra addetti interni (audit interni) ed WCM specialist esterni (audit esterni).

AM audit				Step 1
Divisione : Campiglione		Macchina LS1		Zona : Statore
Data : week 23		Auditor : x		Timeframe : 6 weeks after basic cleaning
No.	Requirements	Punteggio 0 - KO 5 - parzialmente in uso 10 - completamente in uso		if applicable: remark of auditor
		Target	Actual	
1.1	E' adeguatamente pulito l'intero sistema (comprese le sottosistemi, come pompe, motori, ...) dopo la pulizia normale?	10	5	
1.2	L'ambiente della macchina dà un'impressione ordinata e pulita (pavimenti puliti e asciutti, strumenti e dispositivi di misurazione accettabili, ...)?	10	10	
1.3	Sono tutti in ordine strumenti, attrezzature, servizi e dedicati alla manutenzione e pulizia e sono disponibili direttamente sul luogo di lavoro o nelle immediate vicinanze?	10	10	
1.4	Tutte le attrezzature usate raramente o mai, sono state rimosse dal posto di lavoro o dalle immediate vicinanze?	10	10	
1.5	I punti da migliorare sono gestiti tramite cartellini e risolti velocemente?	10	5	
1.6	I sistemi di lubrificazione funzionano correttamente (giusta quantità di lubrificante, perdite, nessun vecchio olio o grasso, ...)?	NA	NA	
1.7	I principali problemi sulle macchine (degrado, il tempo di pulizia, i rifiuti di imballaggio, sprechi energetici ...), sono registrati numericamente, e sono stati fissati gli obiettivi per la risoluzione?	10	10	
1.8	Tutti i membri del team AM conoscono i fondamenti di base?	10	10	
1.9	Ci sono attività regolari di squadra (ad es. Riunioni di team, azioni comuni sulla linea, ...) e tutti i dipendenti partecipano?	10	10	
Punteggio		80	70	Radar Chart Audit Step 1
Minimo		64		
TPM - AM Audit risultato Step 1		70		
Audit Step 1 superato?		si no		
Firma Auditor:		x		Firma Supervisore: x

Figura 3.4.8 Audit Step1 superato.

3.5 Step2 AM in Azienda (Countermeasures against sorces)

Superato l'audit dello Step1 si procede con le attività dello Step2 di analisi e programmazione di contromisure contro le fonti di sporco e zone di difficile accesso.

Nella **Figura 3.5.1** viene illustrata una lista di riepilogo dei cartellini aperti durante lo Step1. Ogni cartellino viene riportato sull'elenco con un numero identificativo crescente e le righe evidenziate corrispondono ai cartellini che sono stati evasi. Con il termine evaso si intende un cartellino a cui si è trovata una soluzione definitiva al problema. Soltanto nel caso in cui il problema sia stato risolto definitivamente si potrà rimuovere la copia del cartellino sul macchinario, mentre per la copia presente nell'Activity Board si sposterà dalla sezione cartellini da evadere a cartellini evasi.

Nelle **Figure 3.5.2 e 3.5.3** vengono mostrate le liste dei cartellini suddivisi per tipologia di problema: fonte di sporco e zona di difficile accesso.

REGISTRO CARTELLINI LINEA 1 Motore									
N°	nome proponente	kaizen SI/NO	Dove	Descrizione anomalia	Descrizione soluzione	data emesso	data programmato	Data risolto	Nome esecutore
35	R. V.	NO	P. 100	P. 100 con pannello di controllo	Installazione	15/9	15/9		
36	R. V.	NO	P. 100	Numerosi problemi di sicurezza	Installazione	15/9	15/9		
37	ROSSO	NO	P. 100	FASCETTA RACCOMANDO	AGGIUNGERE FASCETTA	15/9	15/9	15/9	ROSSO E
38	ROSSO	NO	P. 100	INTERNO CAVO DANNEGGIATO	CHIEDERE IL CAVO	15/9	15/9	15/9	ROSSO E
39	ROSSO	NO	P. 100	DE MOVIMENTO CAVO	CHIEDERE IL CAVO	15/9	15/9	15/9	ROSSO E
40	R. V.	NO	P. 100	PROTEZIONE PIAZZA CON CAVO	SOSTITUIRE O RIMPIOMBARE	15/9	15/9	15/9	
41	R. V.	NO	P. 100	PROTEZIONE PIAZZA CON CAVO	SOSTITUIRE O RIMPIOMBARE	15/9	15/9	15/9	
42	R. V.	NO	P. 100	PROTEZIONE PIAZZA CON CAVO	SOSTITUIRE O RIMPIOMBARE	15/9	15/9	15/9	
43	R. V.	NO	P. 100	PROTEZIONE PIAZZA CON CAVO	SOSTITUIRE O RIMPIOMBARE	15/9	15/9	15/9	
44	R. V.	NO	P. 100	PROTEZIONE PIAZZA CON CAVO	SOSTITUIRE O RIMPIOMBARE	15/9	15/9	15/9	
45	R. V.	NO	P. 100	PROTEZIONE PIAZZA CON CAVO	SOSTITUIRE O RIMPIOMBARE	15/9	15/9	15/9	
46	R. V.	NO	P. 100	PROTEZIONE PIAZZA CON CAVO	SOSTITUIRE O RIMPIOMBARE	15/9	15/9	15/9	
47	R. V.	NO	P. 100	PROTEZIONE PIAZZA CON CAVO	SOSTITUIRE O RIMPIOMBARE	15/9	15/9	15/9	
48	R. V.	NO	P. 100	PROTEZIONE PIAZZA CON CAVO	SOSTITUIRE O RIMPIOMBARE	15/9	15/9	15/9	
49	R. V.	NO	P. 100	PROTEZIONE PIAZZA CON CAVO	SOSTITUIRE O RIMPIOMBARE	15/9	15/9	15/9	
50	R. V.	NO	P. 100	PROTEZIONE PIAZZA CON CAVO	SOSTITUIRE O RIMPIOMBARE	15/9	15/9	15/9	

Figura 3.5.1 Registro cartellini Linea 1 Motore.

INDIVIDUAZIONE FONTI DI SPORCO									
Step1	Step2	Step3	Step4	Step5	Step6	Step7	Step8	Step9	Step10
1/1/10	PA 120	PA 120	PA 120	PA 120	PA 120	PA 120	PA 120	PA 120	PA 120
1/1/10	PA 120	PA 120	PA 120	PA 120	PA 120	PA 120	PA 120	PA 120	PA 120
1/1/10	PA 120	PA 120	PA 120	PA 120	PA 120	PA 120	PA 120	PA 120	PA 120
1/1/10	PA 120	PA 120	PA 120	PA 120	PA 120	PA 120	PA 120	PA 120	PA 120
1/1/10	PA 120	PA 120	PA 120	PA 120	PA 120	PA 120	PA 120	PA 120	PA 120
1/1/10	PA 120	PA 120	PA 120	PA 120	PA 120	PA 120	PA 120	PA 120	PA 120
1/1/10	PA 120	PA 120	PA 120	PA 120	PA 120	PA 120	PA 120	PA 120	PA 120
1/1/10	PA 120	PA 120	PA 120	PA 120	PA 120	PA 120	PA 120	PA 120	PA 120
1/1/10	PA 120	PA 120	PA 120	PA 120	PA 120	PA 120	PA 120	PA 120	PA 120
1/1/10	PA 120	PA 120	PA 120	PA 120	PA 120	PA 120	PA 120	PA 120	PA 120

Figura 3.5.2 Fonti di sporco.

INDIVIDUAZIONE ZONE DIFFICILE ACCESSO									
Step1	Step2	Step3	Step4	Step5	Step6	Step7	Step8	Step9	Step10
1/1/10	PA 120	PA 120	PA 120	PA 120	PA 120	PA 120	PA 120	PA 120	PA 120
1/1/10	PA 120	PA 120	PA 120	PA 120	PA 120	PA 120	PA 120	PA 120	PA 120
1/1/10	PA 120	PA 120	PA 120	PA 120	PA 120	PA 120	PA 120	PA 120	PA 120
1/1/10	PA 120	PA 120	PA 120	PA 120	PA 120	PA 120	PA 120	PA 120	PA 120
1/1/10	PA 120	PA 120	PA 120	PA 120	PA 120	PA 120	PA 120	PA 120	PA 120
1/1/10	PA 120	PA 120	PA 120	PA 120	PA 120	PA 120	PA 120	PA 120	PA 120
1/1/10	PA 120	PA 120	PA 120	PA 120	PA 120	PA 120	PA 120	PA 120	PA 120
1/1/10	PA 120	PA 120	PA 120	PA 120	PA 120	PA 120	PA 120	PA 120	PA 120
1/1/10	PA 120	PA 120	PA 120	PA 120	PA 120	PA 120	PA 120	PA 120	PA 120
1/1/10	PA 120	PA 120	PA 120	PA 120	PA 120	PA 120	PA 120	PA 120	PA 120

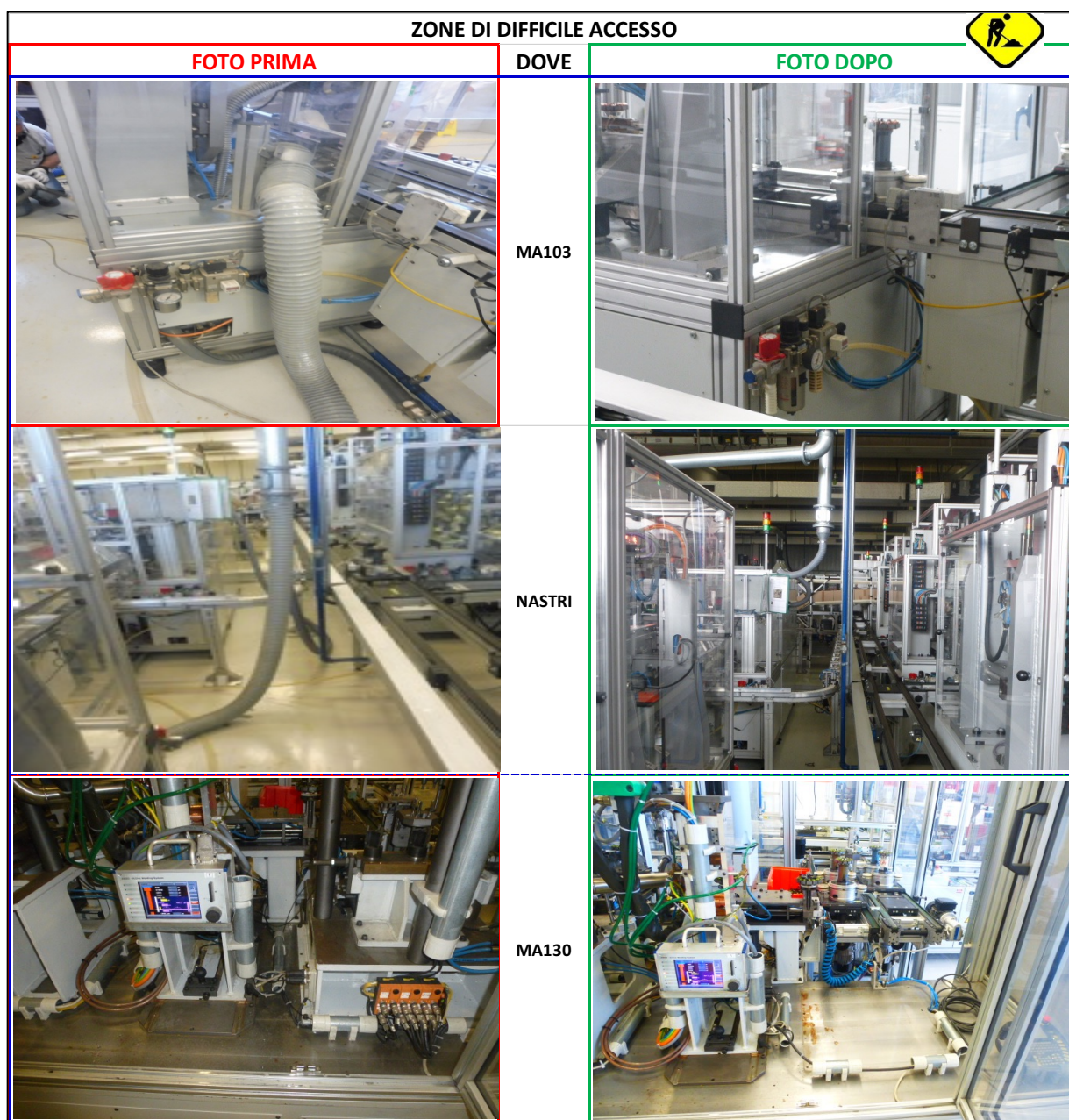
Figura 3.5.3 Zone di difficile accesso

Questo è lo Step dove effettivamente vengono prese delle contromisure per risolvere i cartellini segnalati dagli operatori.

Nelle *Figure 3.5.2 e 3.5.3* è mostrata (vedi cambio colore e titolo Step) la parte di modulo compilata durante lo Step1 (in giallo) e le contromisure programmate nella sezione dedicata alle attività dello Step2 (in verde).

Durante la settimana vengono svolte tre riunioni tra i due WCM assistant e il Pillar leader (Focus Factory e WCM specialist) dove si discute sull'avanzamento delle attività, del coinvolgimento degli operatori, andamento del progetto, risultati delle contromisure attuate e riflessioni sui nuovi cartellini emessi. Tra i nuovi cartellini ne vengono selezionati alcuni, argomento della riunione settimanale con l'intero Team di supporto, durante il quale, dopo uno scambio di opinioni e punti di vista, viene concordata la tempistica, esecutore e modalità di intervento.

PRIMA e **DOPO** ogni azione vengono scattate delle foto per documentare la differenza e l'apporto del miglioramento eseguito.



*Figura 3.5.4 Zone di difficile accesso Linea I Statore **PRIMA** e **DOPO**.*

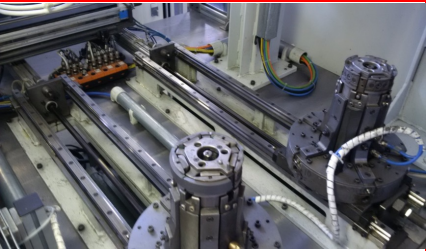
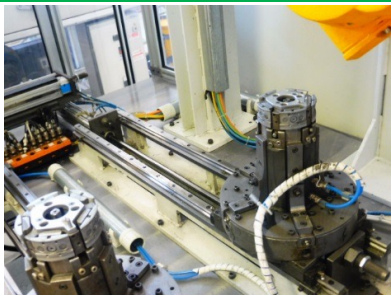
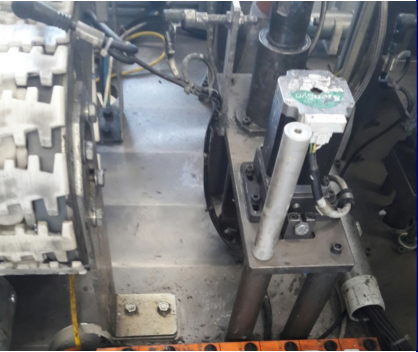
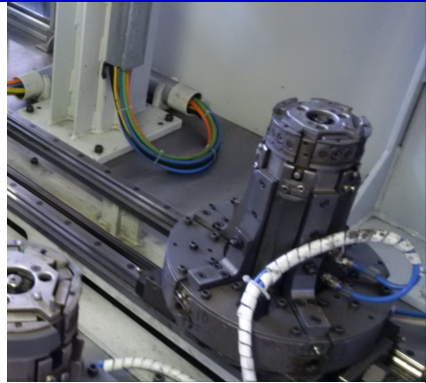
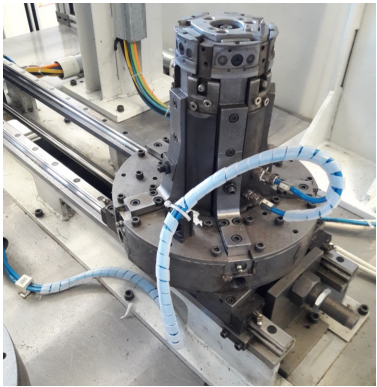
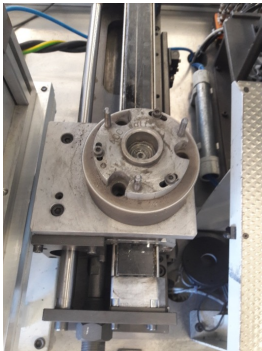
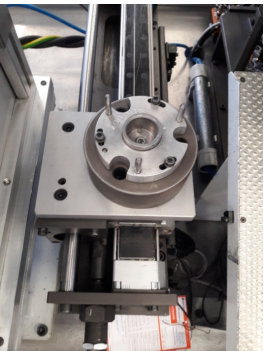
AM LINEA1 ROTORE			
FOTO PRIMA	DOVE	FOTO DOPO	
	MA 131		
	MA131		
	MA 131		
	MA 131		
	MA 132		

Figura 3.5.5 Sorgenti di sporco Lineal Rotore PRIMA e DOPO.

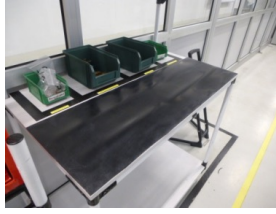
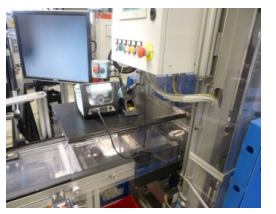
ATTIVITA' KAIZEN ECF					
Prima	Descrizione	Azione	Quando	Chi	Dopo
	cavi sparsi. Possibile inciamparsi e danneggiarli con transpallet/carrelli linea rotore	sistemare cavi	WK4	manutenzione	
	carrello porta materiale sempre in disordine e con materiale inutile linea rotore	eliminare banco, trovare un posto per tutto	WK19	addetti rotore	
	banco porta attrezzi linea statore	migliorare sistemazione attrezzature e proteggere banco	WK20	operatore linea	
	postazione erogazione silicone su alta potenza linea motore	Eliminare fonte sporcizia. Togliere siringa sparsa nell'area. Rendere lavorazione ergonomica.	WK14	capoturno	
	postazione carico ECU e touch up linea motore	Sistemare postazione carico ECU e touch up sempre sporca, disordinata. Trovare posto per scarto ECU.	WK4	capoturno	
	zona SAG magazzino rosso	Pulire zona SAG, eliminare disordine e con materiale obsoleto	WK12	waters pyder	
	zona resine magazzino rosso	togliere materiale inutile, rendere agibile sempre l'arera	WK11	waters pyder	

Figura 3.5.6 Kaizen Linea I ECF PRIMA e DOPO.

Durante questo Step, vengono regolarmente monitorati i tempi di pulizia. Normalmente si riducono drasticamente, ma questo è dovuto a più fattori come ad esempio una standardizzazione dei processi o facilità nel reperire informazioni e materiale. E' normale che i tempi di pulizia diminuiscano quando si svolgano attività del genere in ambienti meno sporchi e più ordinati di prima. Anche l'eliminazione delle zone di difficile accesso influenzano notevolmente la qualità e i tempi della pulizia e assieme alle attività di Kaizen (eliminazione del problema) si può arrivare ad una diminuzione dello spreco di materiale e tempo decisamente notevole.

Anche qui, come in tutti gli altri Step, vengono stilati Audit ad intervalli regolari (generalmente ogni 2 settimane) per il monitoraggio delle attività. Viene riportato in *Figura 3.5.7* l'Audit di superamento dello Step2.

Audit per Autonomous Maintenance				Step 2
Divisione:	Campiglione	Macchina:	LS1	Zona: Statore
Data:	week 41	Auditor:	X	Periodo da inizio attività: 18 week
No.	Requisiti	Score 0 - NON APPLICATO 5 - APPLICATO PARZIALMENTE 10 - APPLICATO COMPLETAMENTE	Note dell'auditor	
		Target	PUNTEGGIO	
2.1	Step 1. Le condizioni ottenute dopo lo step 1 sono mantenute e migliorate.	10	10	
2.2	Sono state intraprese adeguate contromisure contro le Sorgenti di Sporco (individuate su mappa su Activity Board). Le azioni sono state adeguatamente documentate.	10	10	
2.3	Si sono ottenuti dei miglioramenti contro le Sorgenti di Sporco (individuate su mappa su Activity Board). I miglioramenti sono stati adeguatamente documentati.	10	10	
2.4	Sono state intraprese adeguate contromisure contro le Aree di Difficile Accesso (individuate su mappa su Activity Board). Le azioni ed i miglioramenti sono stati adeguatamente documentati.	10	10	
2.5	Le più grosse problematiche legate ai guasti per mancanza di condizioni di base sono state risolte? Esiste documentazione a riguardo?	10	10	
2.6	I punti di rabbocco sono stati adeguatamente individuati sull'impianto e riportati sull'Activity Board?	NA	NA	
2.7	Le attività di Ispezione sono state semplificate? Esempio: Utilizzando delle coperture in plexiglas?	10	10	
2.8	Il team è riuscito a ridurre in maniera significativa il tempo di pulizia dell'impianto? Esiste documentazione a riguardo?	10	10	
2.9	Il team propone suggerimenti e miglioramenti riguardanti l'impianto? Vengono successivamente implementati?	10	10	
2.10	Gli operatori di tutte le aree vengono coinvolti nelle attività di CIP?	10	10	
Punteggio		90	90	Radar Chart Audit Step 2
Minimo		80		
TPM - AM Audit. Risultato Step 2		90		
Audit Step 2 superato? (barrare apposita voce)		SI		
		No		
Firma dell'auditor:		X	Firma del Supervisor: X	

Figura 3.5.7 Audit Step2 superato.

3.6 Step3 in Azienda (Tentative standards)

Questo Step è anche soprannominato del “mantenimento” perché dopo aver preso coscienza e aver applicato contromisure alle fonti di sporco e a zone di difficile accesso, questa è la fase dove viene definito il vero standard da utilizzare e mostrare nell’Activity Board nelle vicinanze della linea.

Nasce “la bella copia” da tutti i tentativi di bozza utilizzati in precedenza. Già dallo Step1 e ancor più nello Step2, sono state create tabelle (talvolta anche manualmente) dove vi è indicato quando occorre fermare la linea per attività di manutenzione autonoma da parte degli operatori. Le attività di pulizia e ispezione sono state definite e reiterate nel tempo apportando sempre maggiori dettagli e precisazioni su modalità e tempistiche. Con l’evolversi delle attività e il realizzarsi delle contromisure sono diminuiti i tempi e le frequenze di pulizia per motivazioni già discusse.

Partendo da un’analisi dei macchinari sono state create delle mappe dove vengono evidenziate alcune aree critiche, in base alla velocità di sporcizia o difficoltà di accesso, sono state ipotizzate le frequenze di pulizia basandosi sugli indici di priorità calcolati per ogni macchinario.

In TUTTI i tentativi di standard, dalle bozze al calendario definitivo dello Step3, sono sempre stati coinvolti e intervistati i membri del team AM. Gli operatori con molta esperienza, sono stati interpellati frequentemente e sono stati chiesti loro ogni tipo di consigli. Molte attività dell’AM erano già svolte, seppur in maniera disordinata e irregolare, prima dell’applicazione della metodologia. Infatti nel TPM gli operatori pulivano e ispezionavano le linee frequentemente. Impossibile seguire tempi e modalità scelti da qualcuno che non lavora giornalmente sui macchinari, per cui si raccoglie l’esperienza dai migliori operatori e con un pò di buon senso si rielaborano.

In *Figura 3.6.1* viene mostrata un esempio di evoluzione della documentazione, da una tabella delle fermate provvisoria alla creazione di un calendario standard con istruzioni di lavoro.

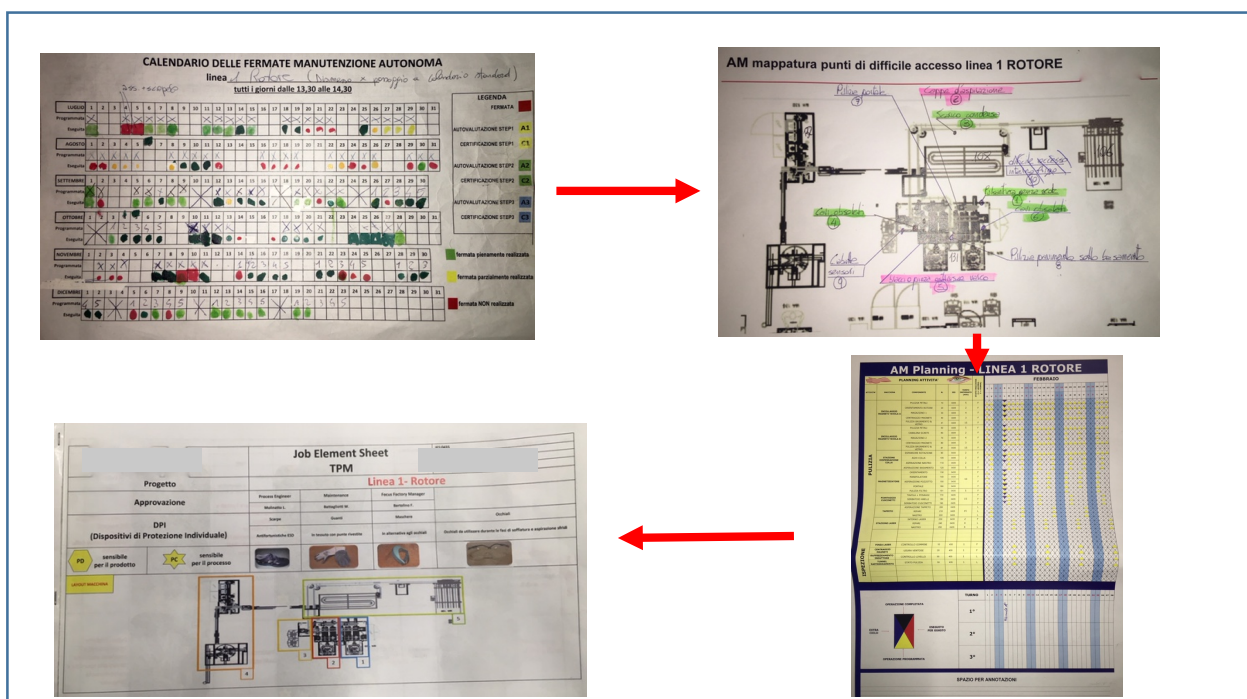


Figura 3.6.1 Evoluzione dei tentative standard.

Definito lo standard comune e collaudato da tutti i membri dei Team, sono stati creati Layout di pulizia e ispezione specifici. Ogni area è identificata da un colore e ogni macchinario da un codice identificativo. Le attività dell'AM sono numerate e in base alla forma e il colore del loro numero sul bollino nei pressi della macchina, corrisponde un certo tipo di attività con una frequenza specifica, come mostrato in *Figura 3.6.2*, dove è mostrata la legenda. Nello stabilimento di Campiglione si è scelto di mantenere le attività di lubrificazione come mansione da far svolgere al personale della manutenzione professionale. Da qui a poco, probabilmente, tramite ausilio di corsi di formazione e preparazione di manuali standardizzati tali attività passeranno agli operatori di linea.

LEGENDA per SCHEDE ISPEZIONE - LUBRIFICAZIONE e PULIZIA	
	Il <u>QUADRATO</u> identifica un Operazione di <u>ISPEZIONE</u>
	Il <u>TRIANGOLO</u> identifica un Operazione di <u>LUBRIFICAZIONE</u>
	Il <u>CERCHIO</u> identifica un Operazione di <u>PULIZIA</u>
	Il colore <u>ROSSO</u> identifica un Operazione da eseguire <u>1 VOLTA AL TURNO</u>
	Il colore <u>CELESTE</u> identifica un Operazione da eseguire <u>1 VOLTA AL GIORNO</u>
	Il colore <u>GIALLO</u> identifica un Operazione da eseguire <u>2 VOLTE ALLA SETTIMANA</u>
	Il colore <u>BLU</u> identifica un Operazione da eseguire <u>1 VOLTA ALLA SETTIMANA</u>
	Il colore <u>GRIGIO</u> identifica un Operazione da eseguire <u>1 VOLTA OGNI 2 SETTIMANE</u>
	Il colore <u>VERDE</u> identifica un Operazione da eseguire <u>1 VOLTA AL MESE</u>
	Il colore <u>BIANCO</u> identifica un Operazione da eseguire " <u>A NECESSITA'</u> "
La numerazione delle operazioni (di Ispezione, Lubrificazione e Pulizia) e' da eseguirsi utilizzando i multipli del numero 10 (quindi 10, 20, 30 ... e così via) : così facendo potremo in seguito inserire numeri intermedi per eventuali operazioni aggiuntive senza dover modificare tutta la numerazione !	
All'interno del simbolo e' inserito un numero che rappresenta il numero attribuito a tale operazione nella scheda specifica (vedere esempio sottostante).	
	<u>CERCHIO BLU</u> con dicitura -10- identifica un Operazione di <u>PULIZIA</u> in fase 10 da effettuarsi <u>1 VOLTA ALLA SETTIMANA</u>

Figura 3.6.2 Legenda bollini Layout.

Per ogni Linea è stato creato un Layout standard definitivo con le indicazioni sulle attività di pulizia e ispezione da eseguire in corrispondenza del macchinario. Il numero all'interno del bollino identifica un'operazione specifica. Il bollino si trova nei pressi dei macchinari, nel manuale delle istruzioni di lavoro (JES Job Element Sheet) e nel calendario standardizzato, in modo da avere tutte le istruzioni necessarie allo svolgimento delle attività.

Nelle Figure in seguito (dalla *Figura 3.6.3 alla Figura 3.6.8*) vengono riportati i Layout con la pianificazione delle attività Autonomous Maintenance da svolgere per la pulizia e per l'ispezione di tutte e tre le sotto linee: Motore, Statore e Rotore.

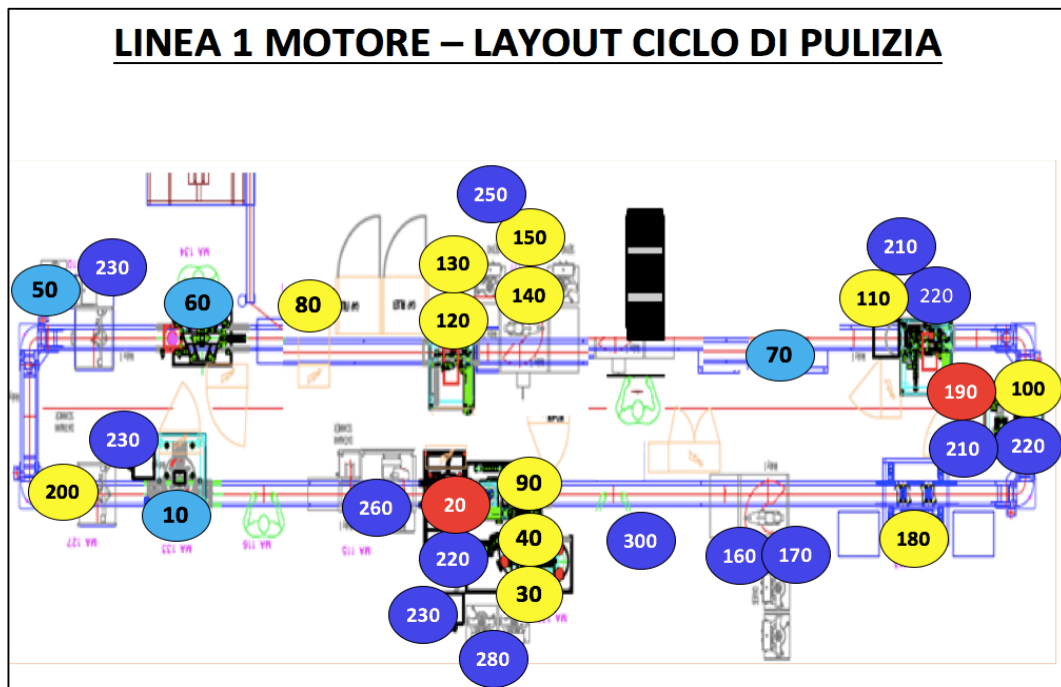


Figura 3.6.3 Layout pulizia AM Linea1 Motore.

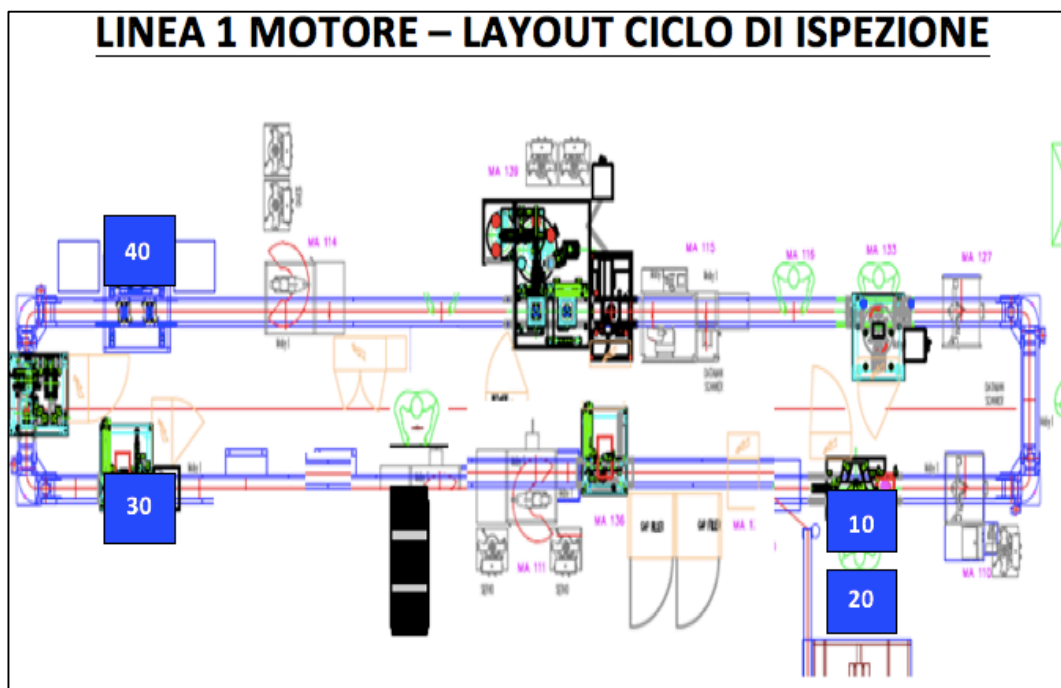


Figura 3.6.4 Layout ispezione AM Linea1 Motore.

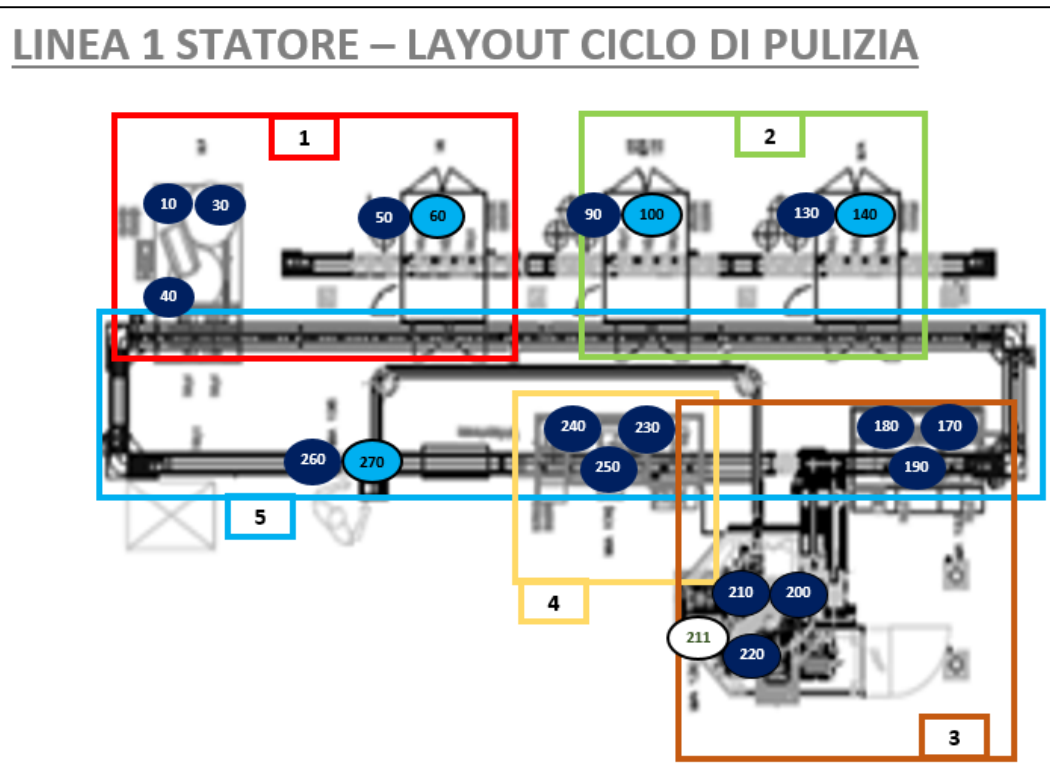


Figura 3.6.5 Layout pulizia AM Linea1 Statore.

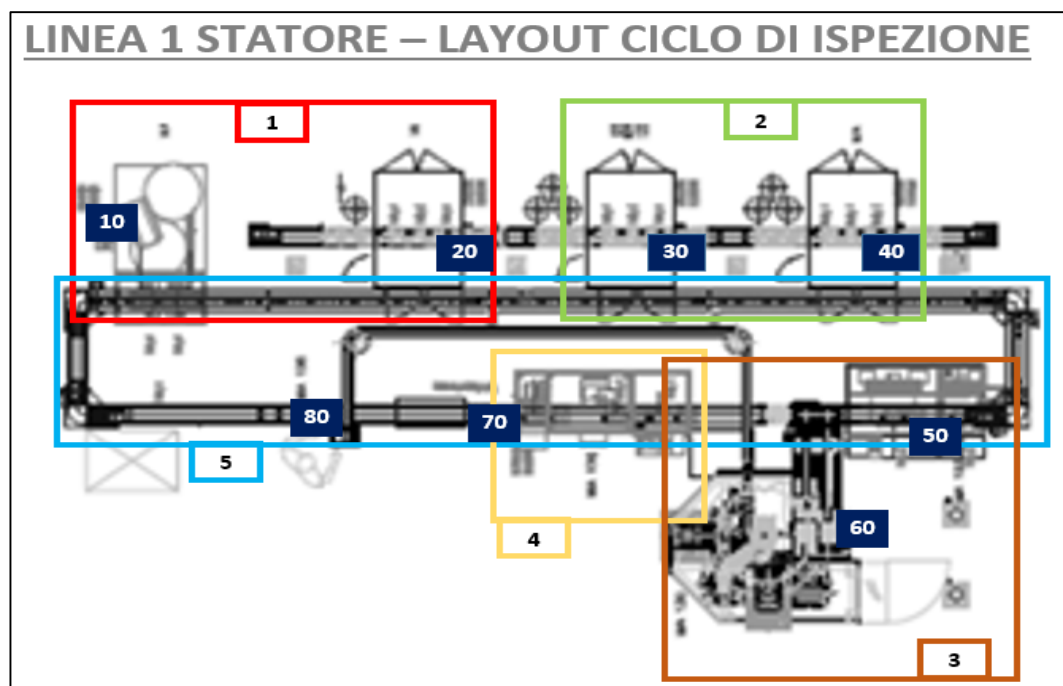


Figura 3.6.6 Layout ispezione AM Linea1 Statore.

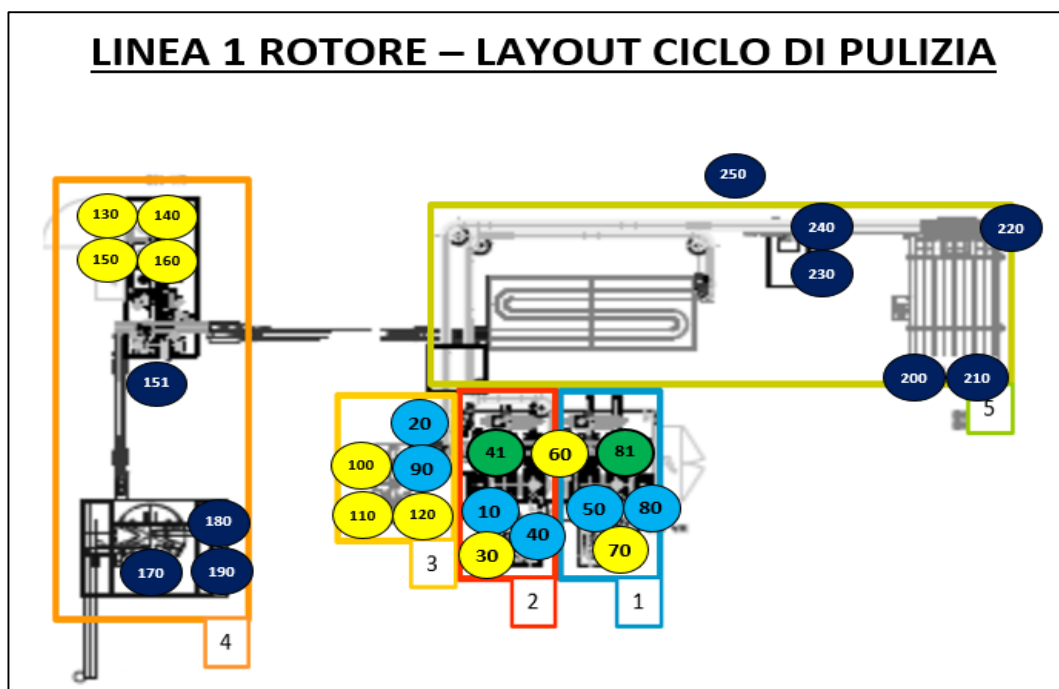


Figura 3.6.7 Layout pulizia AM Linea1 Rotore.

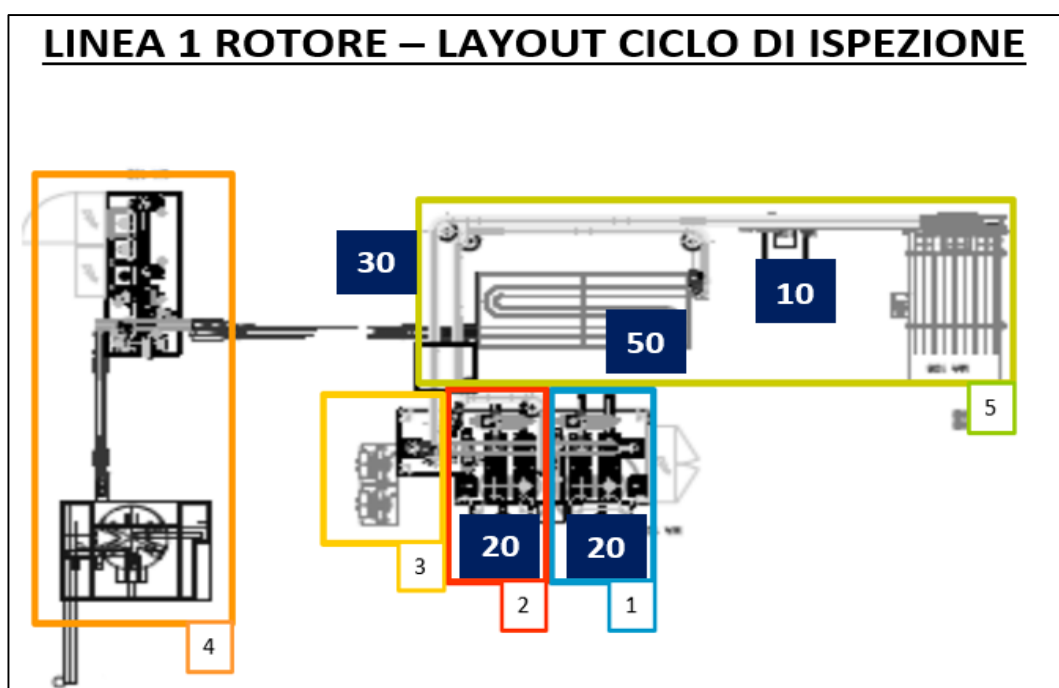


Figura 3.6.8 Layout ispezione AM Linea1 Rotore.

Nell'Activity Board nei pressi della linea è collocato il calendario standard redatto dall'evoluzione dei documenti delle fermate programmate per le attività di automanutenzione, come già illustrato negli Step1 e 2.

Nel documento vi è la lista delle attività standardizzate da eseguire da parte del Team AM. Nelle ascisse vi sono indicati i giorni del mese, mentre nelle ordinate vi è l'elenco delle attività da eseguire. Negli incroci della matrice vi è l'utilizzo di una simbologia comune per indicare la programmazione di un'attività (triangolino giallo), la corretta esecuzione (triangolino nero), extra ciclo (triangolino blu) e l'esecuzione per guasto (triangolino rosso) come mostrato nelle successive figure.

Nel calendario è indicato il macchinario, il tipo di attività da svolgere, l'operatore che deve eseguirla, lo stato della macchina (ferma o in lavoro), tempistica, numero identificativo (quello presente nei bollini sui Layout della linea visti prima), JES di riferimento e le frequenze indicate nei giorni del mese. Con il numero di riferimento, l'operatore può incrociare le informazioni sulla postazione direttamente sul Layout e munirsi delle istruzioni riportate sulle JES AM. Nelle JES vi è definito, spiegato e illustrato il modo in cui bisogna svolgere le attività. Esse sono ordinate prima per tipologia di pulizia, poi per ispezione e vengono pianificate mensilmente e controllate giornalmente. Nella seconda sezione vi è indicato il nome di chi è incaricato di controllare o svolgere le attività programmate. Ad ogni ciclo di manutenzione autonoma il calendario deve essere aggiornato e firmato dal responsabile nell'apposita sezione. Attualmente siamo in fase di cambiamento e stiamo valutando la modalità di definizione degli incarichi. Con la nuova introduzione dei 18 turni, l'ingresso di nuovi operatori non formati e la rotazione non più a cadenza settimanale si è deciso di impostare le attività il primo turno per una durata di mezz'ora. Inoltre le colonne evidenziate in blu chiaro nelle successive figure corrispondono ai giorni di ferie, ma ormai il sabato è diventato un giorno lavorativo e quindi il calendario dovrà essere modificato per seguire l'evoluzione strutturale dell'azienda. Fino ad oggi, gli incarichi coperti nelle varie postazioni erano abbastanza stabili e a cadenza regolare (nonostante iniziative di job rotation tra gli operatori) quindi era possibile segnalare non solo la postazione ma proprio il nome e il cognome dell'incaricato.

Attualmente, in situazione di cambiamento, si è optato per incaricare di tali attività colui che ricopre il ruolo indicato, nel primo turno delle date programmate. A tal proposito, si sta anche pensando di traslare le attività dal primo al terzo turno per aumentare la probabilità di cogliere l'opportunità di svolgere l'AM durante dei fermi macchina di altra natura. In tale modo si recupererebbe la mezz'ora spesa. Al fondo del documento è possibile annotare degli appunti su eventuali motivi per cui non si è fatta la manutenzione oppure per il quale si è fatto un extra ciclo, ogni annotazione deve contenere l'informazione temporale e la firma di chi lo ha scritto.

Sono stati fatti calendari standard per ognuna delle linee così come riportato nelle seguenti figure. Tutta la documentazione AM è esposta nell'Activity Board. Al termine di ogni attività gli operatori sono tenuti ad aggiornare i calendari mentre il Team di supporto deve controllare che la programmazione sia rispettata.

AM Planning - LINEA 1 MOTORE																																				
PLANNING ATTIVITA'								FEBBRAIO																												
ATTIVITA'	MACCHINA / POSTAZIONE	COMPONENTE	N.	CHI	JES	TEMPO IMPIEGATO (min)	STATO MACCHINA (L=LAVORO - F=FERMA)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	
PULIZIA	AVVITATURA GROMMET	PULIZIA BASAMENTO MACCHINA	10	Carico/Scarico Motore	0098	10	F																													
	CARICO COPERCHIO	PULIZIA AGO WACKER (TUTTI I TURNI)	20	Operatore	0098	3	F																													
		PULIZIA POSAGGI COPERCHI ZONA EROGAZIONE RESINA	30	Carico ECU	0098		F																													
		SOSTITUZIONE BICCHIERINI	40		0098	30	F																													
		PULIZIA BASAMENTO MACCHINA	90		0098		F																													
	AVVITATURA STATORE	PULIZIA BASAMENTO MACCHINA	50	Carico/Scarico Motore	0098	20	F																													
	ROTORPRESFIT	PULIZIA PIASTRA INFERIORE	60	Rotorpresfit	0098	15	F																													
	AVVITATURA ECU	PULIZIA PIASTRA CENTRAGGIO E BASAMENTO	70	Rotorpresfit	0098	10	F																													
	HV TEST	PULIZIA PIASTRA CENTRALE E CONTATTI	80	Carico/Scarico Statore	0098	5	F																													
	CARICO ANELLINO	PULIZIA BASAMENTO MACCHINA	100	Carico ECU	0098	20	F																													
	SALDATURA ANELLINO	PULIZIA INDUTTORE (TUTTI I TURNI)	190	Operatore	0098	3	F																													
	SALDATURA ECU	PULIZIA PIASTRA CENTRAGGIO E BASAMENTO	110	Carico/Scarico Statore	0098	10	F																													
	EROGATORE GAP FILLER	PULIZIA POSTAZIONE	120	Carico/Scarico Statore	0098	10	F																													
		PULIZIA CANNUCCIA DISPENSATORE E CAMBIO BICCHIERINO	130																																	
	EROGATORE SILICONE	PULIZIA POSTAZIONE	140	Carico/Scarico Statore	0098	20	F																													
		PULIZIA AGO DISPENSATORE E CAMBIO BICCHIERINO	150																																	
		PULIZIA MACCHINA	250																																	
	EROGATORE RESINA GAP FILLER CONDENSATORI	PULIZIA BASAMENTO MACCHINA	160	Carico/Scarico Statore	0098	10	F																													
		PULIZIA CANNUCCIA E BICCHIERINO	170																																	
	END OF LINE	PULIZIA BASAMENTO MACCHINA	180	Carico/Scarico Statore	0098	15	F																													
	CARICO STATORE	PULIZIA PALLET	200	Carico/Scarico Statore	0098	15	L																													
	TUTTE LE MACCHINE	PULIZIA VETRI E PROTEZIONI	210	Tutta La squadra	0098	40	F																													
		ASPIRAZIONE TOTALE BASAMENTI	220																																	
	VIBRATORI	PULIZIA INTERNA VIBRATORI	230	Tutta La squadra	0098	20	F																													
	MA 140	PULIZIA STAZIONE	260	Carico/Scarico Statore	0098	15	F																													
	CARICO COPERCHIO	PULIZIA POMPE	280	Carico ECU	0098	20	F																													
	TELECAMERA/STAZIONE CONTROLLO VISIVO TOUCH UP-REWORK	PULIZIA BASAMENTO MACCHINA	300	Carico ECU	0098	10	F																													
ISPEZIONE	PIANTAGGIO ROTORE	VERIFICA INTEGRITA' PERNO (MA 134)	10	Operatore	0098	3	F																													
		VERIFICA INTEGRITA' TAMPONE INSERIMENTO TOLERANCE RING	20																																	
	SALDATURA ECU	VERIFICA INTEGRITA' TUBO DI ASPIRAZIONE	30	Operatore	0098	2	F																													
	END OF LINE	VERIFICA CONNESSIONI	40	Operatore	0098	3	F																													
OPERAZIONE COMPLETATA EXTRA CICLO ESEGUITO PER GUASTO OPERAZIONE PROGRAMMATA																																				
								TURNO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
A Operatore 1								1°																												
B Operatore 1																																				
C Operatore 1																																				
SPAZIO PER ANNOTAZIONI																																				

Figura 3.6.9 Calendario AM Linea1 Motore.

 PLANNING ATTIVITA'

TIVITA'	MACCHINA	COMPONENTE	N.	JES	TEMPO IMPIEGATO [min]	STATO MACCH. (L= LAVORO F = FERMA)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	
							G	V	S	D	L	M	M	G	V	S	D	L	M	M	G	V	S	D	L	M	M	G	V	S	D	L	M	M	
PULIZIA	STAZIONE PIANTAGGIO GANCI	SMONTAGGIO RIPARI	10	0416	10	F																													
		PULIZIA VIBRATORE	30	0416		F																													
		PULIZIA CANALINA	40	0416		F																													
	BOBINATRICE 1	PULIZIA BASAMENTO INFERIORE E SUPERIORE	50	0416	5	F																													
		CAMBIO FILO & VERIFICA USURA AGO	60	0416	5	F																													
	BOBINATRICE 2	PULIZIA MACCHINA	90	0416	5	F																													
		CAMBIO FILO & VERIFICA USURA AGO	100	0416	5	F																													
	BOBINATRICE 3	PULIZIA MACCHINA	130	0416	5	F																													
		CAMBIO FILO & VERIFICA USURA AGO	140	0416	5	F																													
	STAZIONE TAGLIO FILO	SFRIDI INTERNI	170	0416	10	F																													
		SFRIDI SOTTO	180	0416		F																													
		SFRIDI POSIZIONAMENTO	190	0416		F																													
	ZONA CARICO E SALDATURA PHASE RING	SUPPORTO 3 PUNTI	200	0416	15	F																													
		SUPPORTO 6 PUNTI	210	0416		F																													
		BONETTO GENERALE	220	416		F																													
		SOSTITUZIONE O-RING	211	0416	15	F	(OGNI MESE)																												
	STAZIONE TEST STATORE	CONTATTI	230	0416	10	F																													
LASERATURA		240	0416	F																															
POSIZIONAMENTO PALLET		250	0416	F																															
NASTRI		PULIZIA	260	0416	8	F																													
PALLET		PULIZIA	270	0416	10	L																													
ISPEZIONE	STAZ. PIANT. GANCI	BOCCHETTONI & MANOMETRI	10	0416	3	L																													
	BOBINATRICE 1	BOCCHETTONI & MANOMETRI	20	0416		L																													
	BOBINATRICE 2	BOCCHETTONI & MANOMETRI	30	0416		L																													
	BOBINATRICE 3	BOCCHETTONI & MANOMETRI	40	0416	L																														
	STAZ. TAGLIO FILO	BOCCHETTONI & MANOMETRI	50	0416	L																														
	SALD. PHASE RING	BOCCHETTONI & MANOMETRI	60	0416	L																														
	STAZ. TEST STATORE	BOCCHETTONI & MANOMETRI	70	0416	L																														
	NASTRI	CONTROLLO USURA NASTRO	80	0417	2	L																													

[illegible]

Figura 3.6.10 Calendario AM Lineal Statore.

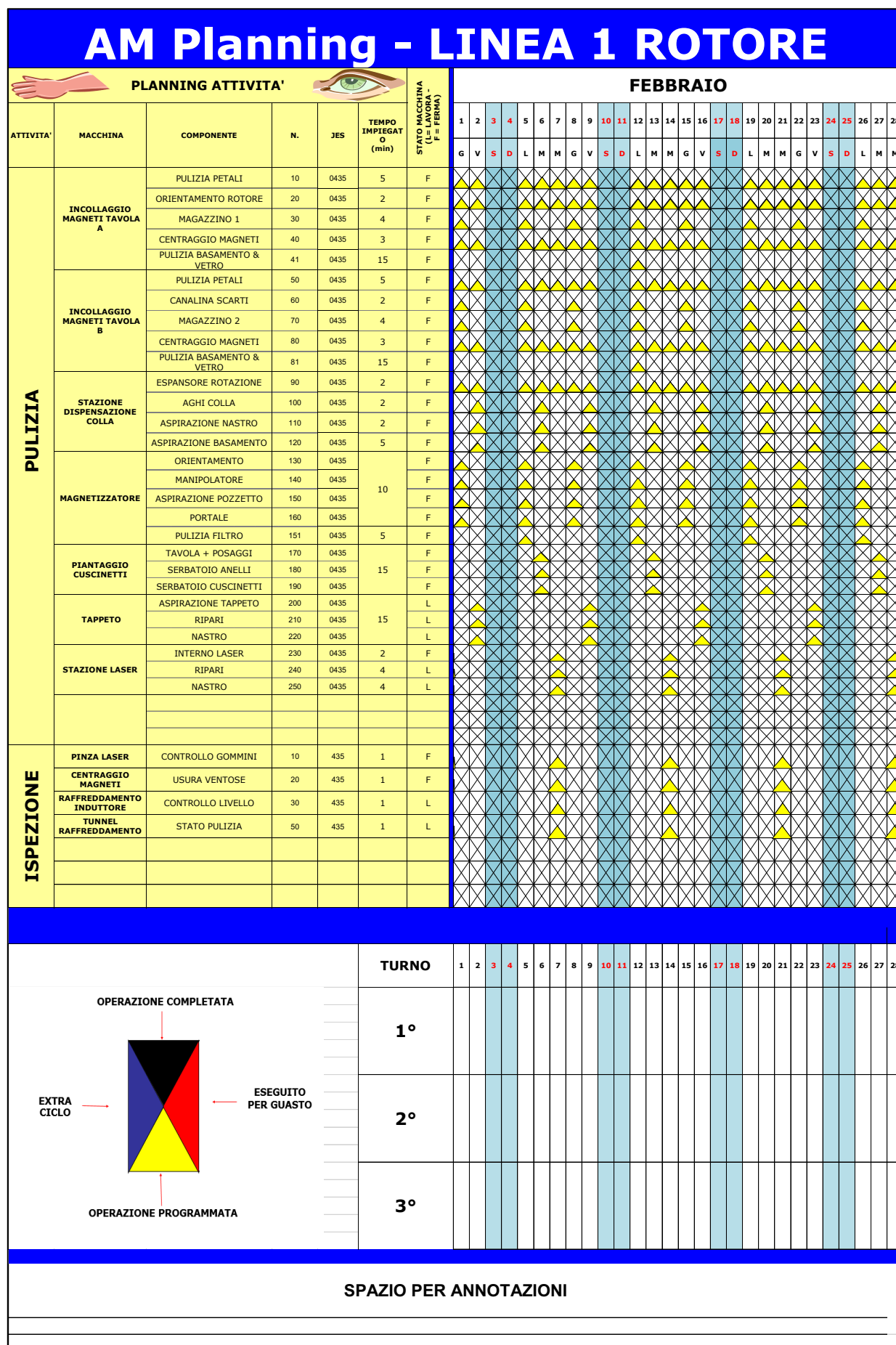


Figura 3.6.11 Calendario AM Linea1 Rotore.

L'intera linea presenta tutta la documentazione necessaria al corretto svolgimento delle attività. In particolare, per le attività AM, pulizia e ispezioni, abbiamo introdotto una segnaletica opportuna non solo sul tabellone, ma anche nei pressi dei macchinari e postazioni di lavoro. L'obiettivo è rendere tutto il più semplice possibile tramite l'uso di immagini e una standardizzazione accurata grazie ai consigli degli operatori più esperti. Per questo motivo, in linea sono presenti bollini che indicano non solo l'attività, ma anche punti particolarmente sensibili per il processo o per il prodotto. Con la stella è indicato un punto sensibile per il processo e con l'esagono un punto sensibile per il prodotto. Queste informazioni sono utili sia per far porre maggior attenzione durante lo svolgimento delle loro attività ma è anche uno strumento informativo.

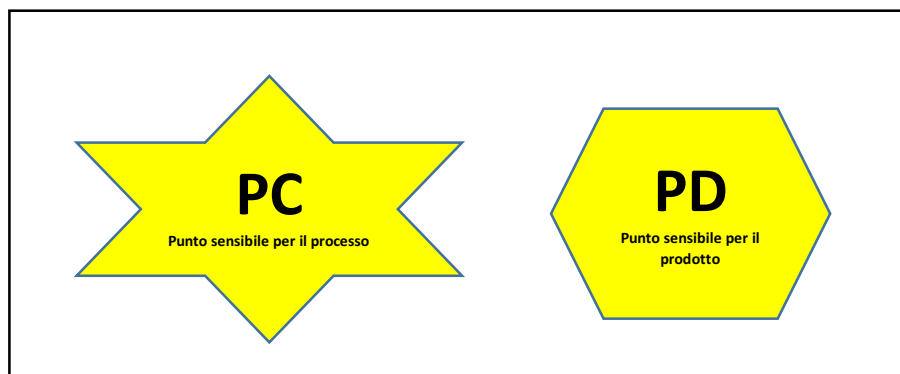


Figura 3.6.12 Bollini punti sensibili.

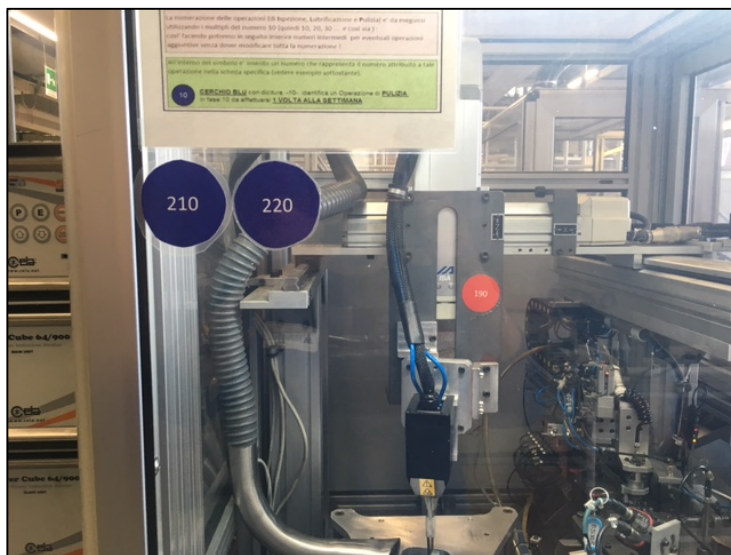


Figura 3.6.13 Bollini attività AM su macchina.

I membri del Team possono consultare giornalmente le informazioni presenti sul tabellone. Spesso, gli operatori più esperti sanno già cosa devono fare e quindi si recano all'Activity Board una volta terminata la manutenzione autonoma per aggiornare il calendario. A volte però capita che sorga loro qualche dubbio sulla modalità di svolgimento di qualche operazione o sulle frequenze, possono quindi controllare quando devono fare cosa sui calendari, dove fare cosa sui layout AM e come fare cosa sulle JES AM. Insomma hanno tutto l'occorrente per poter svolgere le loro mansioni in maniera ottimale.

Nelle JES AM è riportata, in maniera accurata, la modalità con cui gli operatori devono svolgere le operazioni. In esso sono presenti la numerazione delle attività riportate anche sul calendario, le zone delle operazioni (OP) su layout, l'addetto incaricato, la frequenza (anche se già implicita nella forma e colore del bollino), punti chiave delle operazioni e specificazione sul perché dei punti chiave. Ogni operazione è documentata con immagini per rendere chiara la posizione e il punto su cui bisogna fare attenzione. I punti chiave hanno la finalità di specificare le modalità di svolgimento per evitare delle complicazioni mentre illustrare il motivo del punto chiave è fondamentale per il coinvolgimento degli operatori, in questo modo capiscono le motivazioni, acquisiscono informazioni e si sentono maggiormente coinvolti. Sulla documentazione JES inoltre è riportata la mappa del Layout con l'indicazione delle postazioni di operazioni, informazioni di carattere generale (come le approvazioni) e soprattutto vengono riportati i DPI (Dispositivi di Protezione Individuale) da utilizzare. In fondo al documento vi è un elenco con tutti i nomi e le firme degli operatori e responsabili con le relative annotazioni sul grado di formazione (abilitato ad addestrare, autonomo e da addestrare).

Per questioni di sintesi, segue la presentazione JES AM della Linea1 Motore, in realtà sono state create apposite JES anche per la linea Statore e Rotore.

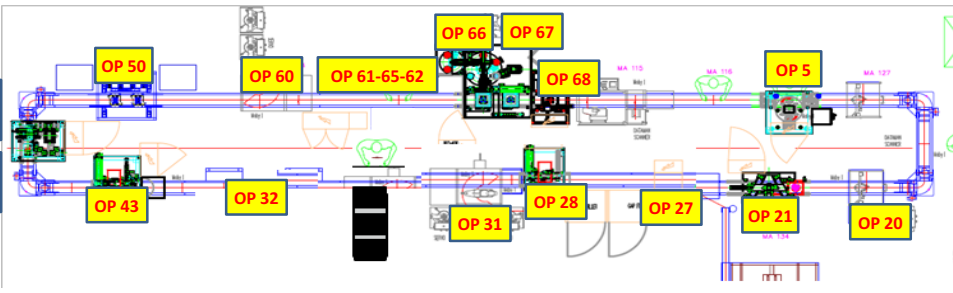
		Job Element Sheet AM			
Progetto		Linea Motore 1			
Approvazione		Process Engineer	Maintenance	Focus Factory Manager	
DPI (Dispositivi di Protezione Individuale)		Scarpe	Guanti	Maschere	Occhiali
		Antifortunistiche ESD	In tessuto con punte rivestite	In alternativa agli occhiali	Occhiali da utilizzare durante le fasi di soffiatura e aspirazione sfidri
 PD sensibile per il prodotto	 PC sensibile per il processo				
LAYOUT MACCHINA					

Figura 3.6.14 JES AM Linea1 Motore Pag.1 di 9.

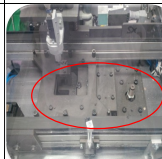
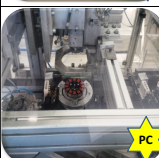
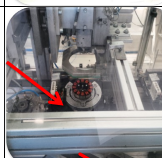
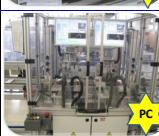
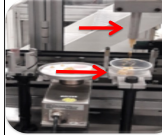
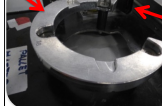
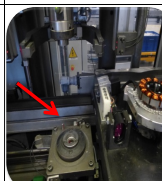
OP	MACCHINA/POSTAZIONE	Addetta/o	AM	FREQUENZA	Operazione principale (Major step)	Foto	Punto chiave (key point)	Foto	Perché (key point reason)	
							Testo		Testo	
5	Avvitatura Grommet	ADDETTA CARICO/ SCARICO MOTORE	10	Giornaliera [10 min]	PULIZIA BASAMENTO MACCHINA		• Rimuovere tutti gli sfridi aspirandoli • Non Soffiare con Aria Compressa • Pulizia Basamento Macchina		Evitare che gli sfridi possano finire all'interno dei motori	
20	Avvitatura Statore		50	Giornaliera [20 min]	PULIZIA BASAMENTO MACCHINA		• Rimuovere tutti gli sfridi aspirandoli; se necessario passare straccio umido di detergente. • NON SOFFIARE CON ARIA COMPRESSA		Evitare che gli sfridi possano finire all'interno dei motori	
OP	MACCHINA/POSTAZIONE	Addetta/o	AM	FREQUENZA	Operazione principale (Major step)	Foto	Punto chiave (key point)	Foto	Perché (key point reason)	
							Testo		Testo	
27	HV TEST	ADETTA CARICO/ SCARICO STATORE	80	settimanale 2 volte [5 min]	Pulizia piastra centrale e pulizia contatti		Pulire la piastra i zona piastra centrale e contatti + Aspirazioni		Evitare che la sporcizia impedisca una corretta contattazione tra motore e macchina	
28	EROGATORE GAP FILLER		120 130	settimanale 2 volte [10 min]	Pulizia postazione erogazione Gap filler e cannuccia dispensatore, cambio bicchierino		• Rimuovere il gap filler presente nella postazione e pulire la zona di passaggio pallet • Rimuovere tutti gli sfridi aspirandoli • Non soffiare con aria compressa		Evitare che la resina presente sulla punta dell'ago possa alterarne il funzionamento e preparare la macchina per la produzione	
31	EROGATORE SILICONE		140 150	Settimanale 2 volte [10 min]	Pulizia postazione erogazione silicone e ago dispensatore, sostituzione bicchierino di scarico		Rimuovere il silicone presente nella postazione e pulire la zona di passaggio pallet		Evitare che il silicone presente sulla punta dell'ago possa alterarne il funzionamento e preparare la macchina per la produzione	
			250	Settimanale 1 volta [10 min]	Pulizia Macchina		• Rimuovere tutti gli sfridi aspirandoli • Non soffiare con aria compressa • Pulizia parte esterne		• Evitare che gli sfridi possano finire all'interno dei motori • Mantenere adeguato Livello pulizia	
43	Saldatura ECU	ADETTA CARICO/ SCARICO STATORE	110	Settimanale 2 volte [10 min]	Pulizia piastra centraggio pallet + pulizia basamento		• Rimuovere tutti gli sfridi aspirandoli • Non soffiare con aria compressa		Evitare che gli sfridi possano finire all'interno dei motori	
50	END OF LINE		180	Settimanale 2 volte [15 min]	Pulizia basamento macchina		Rimuovere i residui di alluminio			
60	Erogazione Resina Gap Filler Condensatori		160 170	Settimanale 1 volta [10 min]	Pulizia basamento, cannuccia erogazione resina e bicchierino		Rimuovere i residui di resina		Evitare il rischio di contaminazione pezzi e /o bloccaggio alza pallet	
68	Etichettatrice		260	Settimanale 1 volta [15 min]	Pulizia stazione		• Pulizia basamento macchina • Rimuovere tutti gli sfridi aspirandoli • Non soffiare con aria compressa		Evitare che gli sfridi possano finire all'interno dei motori	
	Carico Statore		200	settimanale 2 volte [15 min]	Pulizia pallet tramite apposita spazzola applicata all'aspiratore		• Rimuovere tutti gli sfridi aspirandoli • Non soffiare con aria compressa		Evitare problemi di contaminazione	

Figura 3.6.15 JES AM Linea1 Motore Pag.2-3-4 di 9.

OP	MACCHINA/POSTAZIONE	Addetta/o	AM	FREQUENZA	Operazione principale (Major step)	Foto	Punto chiave (key point)	Foto	Perché (key point reason)
							Testo		Testo
21	RotorPresfit	Rotor presfit	60	Giornaliera [15 min]	pulizia piastra inferiore reazione piantaggio cuscinetto e traslatore		• Rimuovere tutti gli sfridi ed eventuali componenti sparsi, aspirandoli; se necessario passare straccio umido di detergente. • NON SOFFIARE CON ARIA COMPRESSA		Evitare che gli sfridi possano finire all'interno dei motori
32	Avvitatura ECU		70	Giornaliera [10 min]	Pulizia piastra centraggio pallet ed aspirazione basamento		• Rimuovere tutti gli sfridi aspirandoli • NON SOFFIARE CON ARIA COMPRESSA		Evitare che gli sfridi possano finire all'interno dei motori

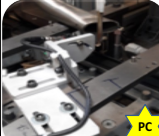
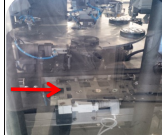
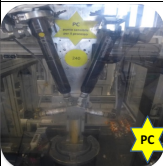
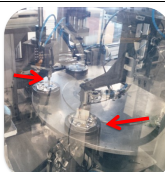
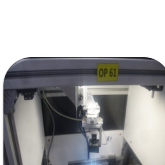
OP	MACCHINA/POSTAZIONE	Addetta/o	AM	FREQUENZA	Operazione principale (Major step)	Foto	Punto chiave (key point)	Foto	Perché (key point reason)
							Testo		Testo
43	Saldatura ECU	Operatore	30	Settimanale 1 volta [2 min]	• Verifica integrità tubo di aspirazione • Verifica corretto funzionamento aspirazione		Evitare che gli sfridi possano finire all'interno dei motori		
45	Saldatura Anellino		190	Giornaliera [3 min]	Pulizia induttore tramite apposita spazzola		Rimuovere i residui di saldatura tramite spazzola metallica dedicata		Garantire qualità saldatura
50	END OF LINE		40	Settimanale 1 volta [3 min]	Verifica connessioni		Garantire collaudo corretto, no falsi scarti		
67	CARICO COPERCHIO		20	Giornaliera [3 min]	Pulizia Basamento Macchina		• Rimuovere tutti gli sfridi aspirandoli • Non soffiare con aria compressa • Eseguire da lato interno		Evitare che gli sfridi possano finire all'interno dei motori
21	PIANTAGGIO ROTORE		Operatore	20	Settimanale 1 volta [2 min]	Verifica integrità e movimento del tampone per l'inserimento del tolerance ring		Il tampone non deve essere grippato, ma deve compiere un movimento fluido	
		10		Verifica sulla pressa di piantaggio rotore dell'integrità del perno				Garantire un corretto piantaggio del rotore sull'alubox	

Figura 3.6.16 JES AM Linea1 Motore Pag.5-6-7 di 9.

OP	MACCHINA/POSTAZIONE	Addetta/o	AM	FREQUENZA	Operazione principale (Major step)	Foto	Punto chiave (key point)	Foto	Perché (key point reason)
							Testo		Testo
28	Erogatore Resina Gap Filler AluBox	Carico ECU	240	Settimanale 2 volte [10 min]	Pulizia Erogazione				
44	Carico Anellino		100	Settimanale 2 volte [20 min]	pulizia basamento macchina		• Rimuovere tutti gli anellini sparsi aspirandoli • NON SOFFIARE CON ARIA COPRESSA		Evitare che gli anellini possano finire all'interno dei motori
66	Carico Coperchio		30	Settimanale 2 volte [30 min]	• Resinatura e carico coperchio • Pulizia ago erogazione wacker • Pulizia posaggi coperchi zona erogazione resina • Sostituzione		Rimuovere i residui di resina		Evitare problemi di sigillatura e scarto vacuum dei motori
			40						
		90							
		280	Settimanale 1 volta [20 min]	Pulizia Pompe		• Pulizia pompe tramite apposita spazzola • Aspirazioni • Pulizia parte esterne		compromettere il buon funzionamento della Pompa	
61 65 62	Telecamera/stazione controllo visivo touch up-rework	Carico ECU	300	Settimanale 1 volta [10 min]	Pulizia Basamento Macchina	 	• Rimuovere tutti gli sfridi aspirandoli; se necessario passare straccio umido di detergente. • NON SOFFIARE CON ARIA COPRESSA		Evitare che gli sfridi possano finire all'interno dei motori

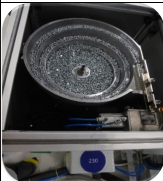
OP	MACCHINA/POSTAZIONE	Addetta/o	AM	FREQUENZA	Operazione principale (Major step)	Foto	Punto chiave (key point)	Foto	Perché (key point reason)
							Testo		Testo
	• Vibratori • Vetri • Basamento	Tutta la squadra	210	Settimanale 1 volta [60 min]	Pulizia interna vibratori		• Svuotare vibratore e pulire l'interno • Rimuovere sfridi depositati all'interno della macchina		Ridurre rischio di inceppamenti e di contaminazione
			220		Pulizia vetri e protezione				
			230		Aspirazione totale basamenti				

Figura 3.6.17 JES AM Lineal Motore Pag.8-9 di 9.

Superando l'Audit dello Step3 si conclude la parte Reactive della metodologia, ovvero ci si è reso conto di alcune problematiche della linea che sono state analizzate, e in base questo sono state prese contromisure per risolverle. A questo punto l'intero Team AM comincia a vedere significativi risultati (mostrati nel capitolo conclusivo) e il coinvolgimento aumenta, arrivando anche agli occhi di altri operatori che incuriositi cominciano a interessarsi alla tematica. Grazie alla collaborazione dei più esperti si è costruito uno standard consultabile da tutti in modo da avere tutto il materiale ma soprattutto l'informazione necessaria allo svolgimento delle proprie mansioni. Con il termine di questo Step l'obiettivo è quello di mantenere la linea produttiva in condizioni di base, quindi soggetta a normale usura e non al degrado accelerato dovuto all'uso improprio dei macchinari o a condizioni di scarsa pulizia. Spesso la sporcizia oltre a poter creare difetti di qualità o di processo ha la capacità di nascondere altri tipi di problema. Grazie all'automanutenzione, gli operatori acquisiscono maggiori compiti e imparano nuove cose, diventando letteralmente dei piccoli esperti e gestori del proprio impianto. Come visto ampiamente nella parte teorica, l'operatore non è più tenuto a svolgere soltanto attività produttive ma è chiamato a prendersi cura del proprio posto e attrezzi di lavoro. Inoltre tale progetto è anche un modo per spiccare dalla massa facendo osservazioni intelligenti per migliorarsi continuamente.

Auditform per Autonomous Maintenance				Step 3	
Divisione:		Campiglione	Macchina:	LM1	Zona:Motore
Data:		week 2	Auditor:		Periodo da inizio attività: 14 week
No.	Requisiti	Score	Note dell'auditor		
		0 - NON APPLICATO 5 - APPLICATO PARZIALMENTE 10 - APPLICATO COMPLETAMENTE			
		Target	PUNTEGGIO		
3.1	Le condizioni ottenute grazie alle attività dello Step 1 e 2 sono mantenute e migliorate?	10	10		
3.2	Sono stati elaborati standard per le attività di pulizia, ispezione e lubrificazione da realizzare sull'impianto?	10	10		
3.3	L'esecuzione degli standard richiesti è opportunamente verificata tramite check-list?	10	10		
3.4	Gli standard sono direttamente visibili sull'impianto e sono facilmente comprensibili da parte degli operatori?	10	10		
3.5	Esiste un'area ben definita per lo stoccaggio dei lubrificanti? L'occorrenza necessario per i raccocchi è tenuto in opportune condizioni di 5s?	NA	NA		
3.6	Tutto ciò che serve per i raccocchi è sempre disponibile al team di reparto?	NA	NA		
3.7	Esiste un grande livello di Visual Management che consente agli operatori di vedere facilmente le deviazioni dagli standard (es. livelli di pressione, corrente, livelli d'olio, ecc. ecc.)?	10	5		
3.8	L'ambiente circostante l'impianto è ben organizzato: sono usati colori standard per identificare attrezzi, materiale, scarico, ecc. ecc.	10	10		
3.9	Sono documentati i miglioramenti ottenuti durante lo Step 1 e lo Step 2.	10	10		
3.10	Gli standard ottenuti durante lo Step 3 sono opportunamente aggiornati e tracciati.	10	10		
Punteggio		80	75	Radar Chart Audit Step 3	
Minimo		64			
TPM - AM Audit. Risultato Step 3		75			
Audit Step 3 superato? (barrare apposita voce)		☒ SI ☐ No			
Firma dell'auditor:X				Firma del Supervisor:X	

Figura 3.6.18 Audit Step3 superato.

Capitolo4. Conclusioni

4.1 Indici KPI e KAI

A questo punto dello sviluppo della metodologia, in particolare delle attività di Autonomous Maintenance, i benefici ottenuti sono molteplici.

Molti dei miglioramenti raggiunti nell'implementazione sono anche non monetari o misurabili, primo su tutti il livello di coinvolgimento del personale, parte integrante del progetto, ma anche l'immagine che si mostra a visitatori clienti o potenziali.

Seguiranno gli indicatori più comunemente utilizzati nella gestione del pillar ed utilizzati in Azienda. Ogni indicatore verrà mostrato in maniera distinta per ogni Linea: Motore, Statore e Rotore.

KAI (Key Activity Indicator):

- Numero di cartellini
- Evasi / Emessi

KPI (Key Performance Indicator):

- Guasti AM
- OEE
- Tempi di pulizia e ispezione

In *Figure 4.1.1, 4.1.2 e 4.1.3* vi sono rappresentati i grafici degli andamenti dei cartellini emessi ed evasi delle rispettive linee di riferimento. Viene riportata la somma cumulata mese per mese, indicando con il colore arancione quelli emessi e in colore blu quelli evasi. Viene calcolata la percentuale degli evasi sugli emessi e indicata in colore rosso sul grafico, mentre con il colore verde indichiamo il valore percentuale target di riferimento. Il valore target è deciso internamente ed è migliorativo. Quando si passa dallo Step2 allo Step3 è richiesto che tale Target sia come minimo superato. In basso a sinistra vi è indicato il grado di completamento del progetto in corso e il week di inizio, le tacche colorate in verde rappresentano in modo qualitativo lo stato di avanzamento.

Si può facilmente notare un incremento dei cartellini emessi ed evasi nel tempo in tutte le linee in concordanza con l'evoluzione del progetto AM. Ad un certo punto, il grafico dei cartellini evasi su emessi interpola e supera il target di riferimento, a quel punto, sull'asse delle ascisse si può individuare il mese in cui si è già raggiunto un buon livello di risoluzione dei cartellini e il raggiungimento del target desiderato. E' evidente anche come una volta giunti allo Step3 e successivamente con il suo mantenimento, rallenti l'emissione dei cartellini emessi, questo è dovuto principalmente al fatto che a quel punto la maggioranza delle segnalazioni di miglioramento da farsi su quella linea sono già state fatte e in gran percentuale anche risolte.

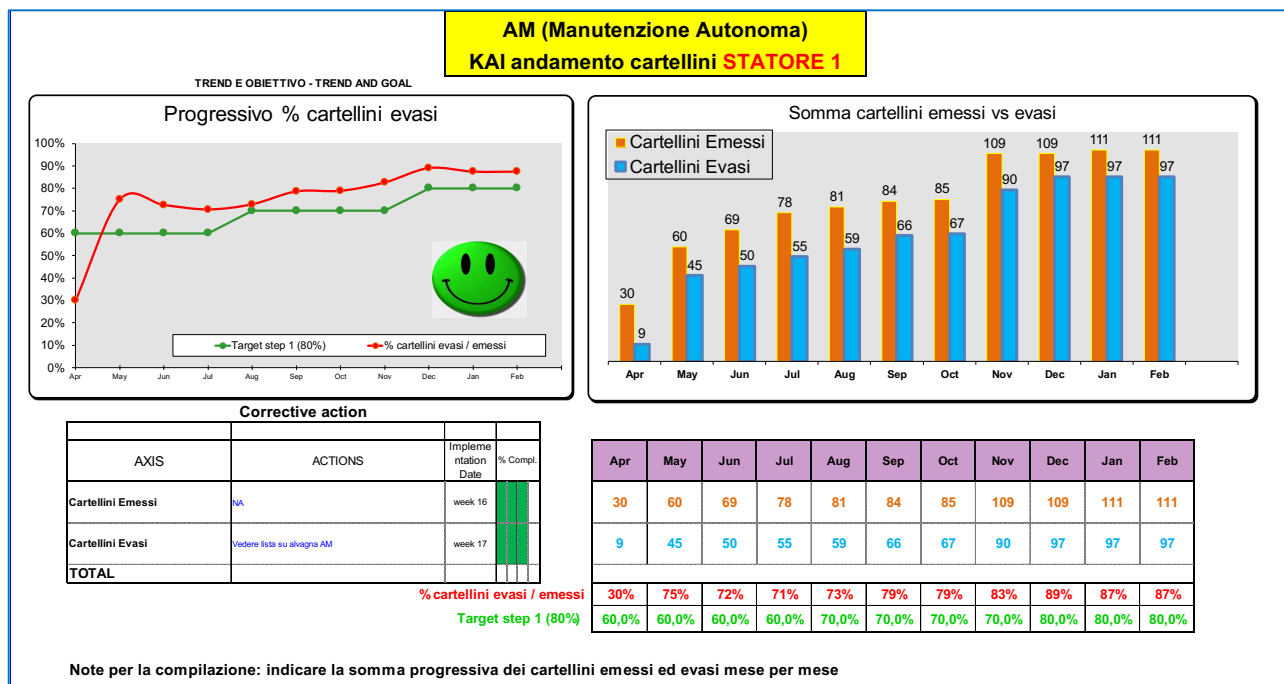


Figura 4.1.1 KAI Linea1 Statore, andamento cartellini.

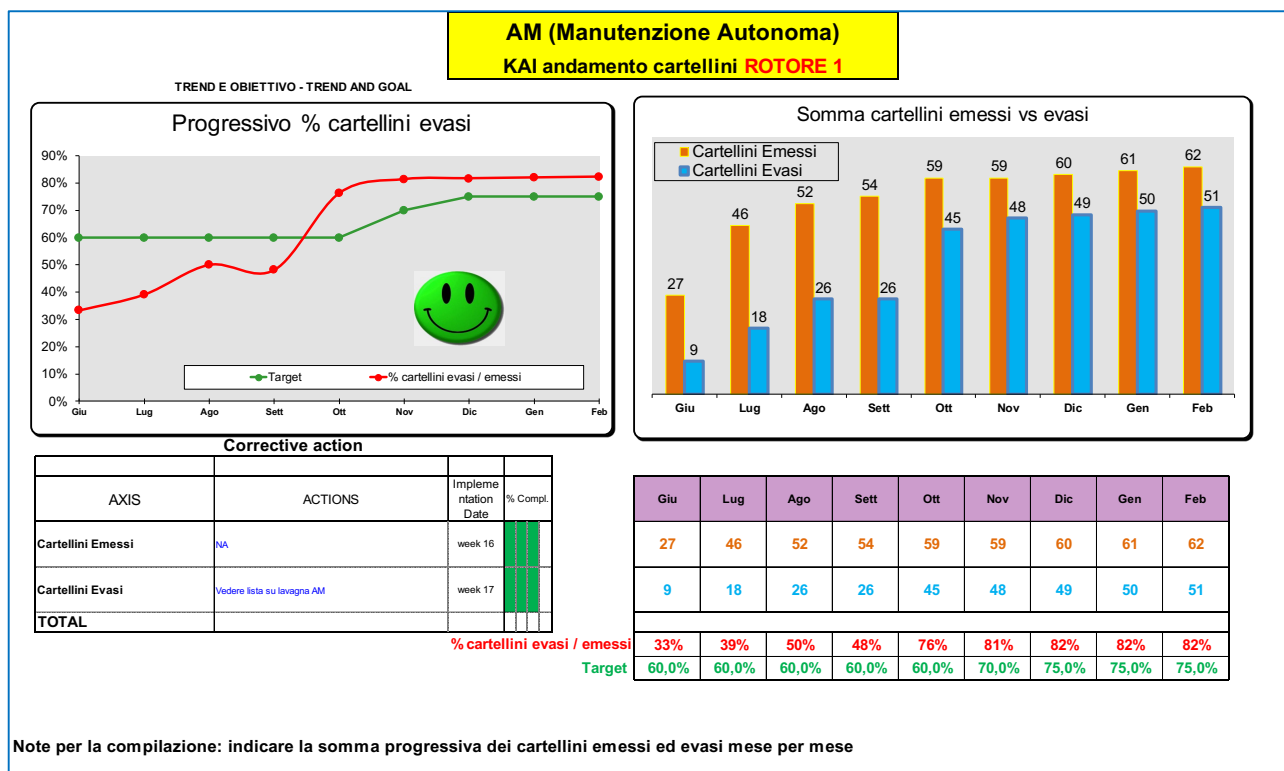


Figura 4.1.2 KAI Linea1 Rotore, andamento cartellini.

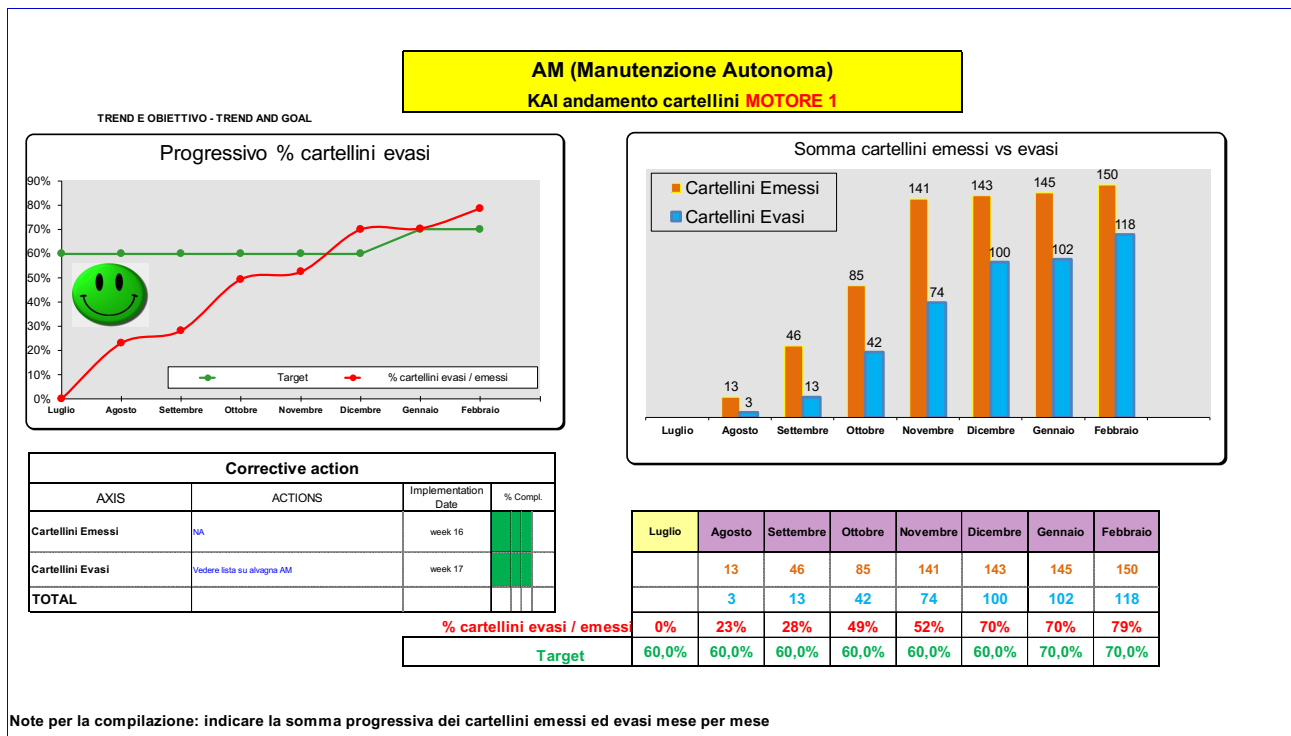


Figura 4.1.3 KAI Linea1 Motore, andamento cartellini.

Con il termine «resa» di un impianto o linea di produzione si intende il rendimento globale di una risorsa produttiva o di un insieme di risorse, siano esse umane o tecniche, durante il tempo nel quale queste sono disponibili a produrre. Gli Indicatori di Produzione rappresentano alcuni degli strumenti gestionali più potenti a cui un responsabile direttivo possa fare riferimento. Su di essi si basano importanti decisioni tecniche, relazionali ed economiche. Sono un termometro orientativo che nasce dal rapporto fra grandezze, ed è essenziale che il percorso informativo che conduce alla loro definizione sia corretto e controllabile con costanza e precisione. L'O.E.E. (Overall Equipment Effectiveness), letteralmente “efficienza generale dell’impianto”, è un indicatore percentuale che rappresenta il rapporto fra i pezzi buoni prodotti al primo passaggio e i pezzi target per un determinato periodo di tempo di riferimento.

$$OEE = \frac{\text{Pezzi buoni al primo passaggio}}{\text{Pezzi Target}}$$

E' un indicatore “esigente” ed omnicomprensivo, in quanto considera tutte le tipologie di inefficienze che portano ad una minore produttività: dalla mancanza di materiali alla cattiva pianificazione, dai setup ai tempi morti, dalle microfermate ai guasti, dalle rilavorazioni alle non conformità.

Esso è quindi un indice di sintesi che dipende appunto dagli indici di disponibilità dei macchinari, indice di qualità e indice di performance.

Il valore dell'OEE può anche essere calcolato in un intervallo di tempo (t) in questo modo:

$$OEE(t) = ID(t) \times IP(t) \times IQ(t)$$

$ID(t)$ = Indice di Disponibilità dell'impianto

$IP(t)$ = Indice di Performance

$IQ(t)$ = Indice di Qualità

t = è l'intervallo di tempo di riferimento per l'analisi (ad esempio turni di lavoro)

Indice di Disponibilità dell'impianto – ID(t)

L'indice viene calcolato tramite il rapporto tra i tempi in cui la linea è effettivamente in lavoro e sta producendo pezzi (Tempo effettivo di lavorazione), al netto di tutte le fermate a causa di guasti, manutenzioni preventive, setup e di tutti quegli intervalli tempo di cui è possibile tenere traccia (Tempo di fermo) ed il totale di tempo potenziale in cui la linea potrebbe lavorare, ovvero la somma tra Tempo effettivo di lavorazione e Tempo di fermo, che idealmente dovrebbe corrispondere a t .

$$ID(t) = \frac{\text{Tempo effettivo di lavorazione}(t)}{\text{Tempo effettivo di lavorazione}(t) + \text{Tempo di fermo}(t)}$$

Indice di Performance – IP(t)

Questo indice rappresenta il rapporto tra il numero di pezzi effettivamente prodotti dalla linea in (t) (cadenza della linea) e quelli che teoricamente potrebbe fare nello stesso tempo (t), con (t) inteso come il tempo effettivo di lavorazione. Nella situazione ideale il numero di pezzi effettivi ed il numero di pezzi teorici dovrebbero corrispondere allo stesso valore ma spesso per motivi di diverso genere (manutenzione, usura, modifiche successive) le linee producono più lentamente del programmato a causa di microfermate di pochi secondi (non tenendone traccia non possiamo contabilizzarli nel tempo di fermo come nel caso di fermate più lunghe) e questo porta ad una diminuzione in termini di efficienza. Proprio per questo motivo: il fatto dell'impossibilità di tenere traccia delle microfermate, possiamo calcolare la performance dell'impianto come rapporto tra il numero di pezzi effettivamente prodotto e il numero teorico in riferimento al tempo di produzione effettiva.

$$IP(t = \text{Up Time}) = \frac{\text{Numero di pezzi effettivamente prodotti (Up Time)}}{\text{Numero di pezzi teoricamente da produrre (Up Time)}}$$

Indice di Qualità – IQ(t)

Si calcola facendo il rapporto tra i pezzi prodotti conformi alle specifiche richieste e il numero totale di pezzi prodotti in un intervallo di tempo (t).

$$QR(t) = \frac{\text{Numero pezzi realizzati conformi (t)}}{\text{Numero pezzi totali realizzati (t)}}$$

L'analisi dell'OEE, soprattutto studiandone gli andamenti delle sue diverse variabili può portare a delle considerazioni interessanti. E' opportuno di volta in volta analizzare in maniera più approfondita quelli che sono i valori più bassi sui quali bisogna migliorare.

Nelle *Figure 4.1.4, 4.1.5 e 4.1.6* sono rappresentati i valori dell'indicatore di performance OEE della Linea1 Statore, Rotore e Motore. Inoltre sono mostrati i minuti di guasto cumulati nei mesi suddivisi in tre diverse tipologie: mancanza di condizione di base, robustezza, e altro (mancanza manutenzione, materia prima, ricambi inadeguati). Fatta eccezione per la Linea1 Statore (che ha avuto qualche problema di troppo su una delle tre Bobinatrici automatiche in parallelo), in generale si può notare un decremento dei minuti di fermo per mancanza di condizione di base ed una certa correlazione con l'incremento dell'OEE delle linee produttive nel tempo, di pari passo con l'evoluzione del progetto AM. L'aumento dell'indicatore non è assolutamente solo dovuto alle attività di Autonomous Maintenance ma certamente, tali attività hanno contribuito all'aumento dell'indicatore di disponibilità ID(t) della linea e quindi ha dato un contributo nel risultato di performance finale.

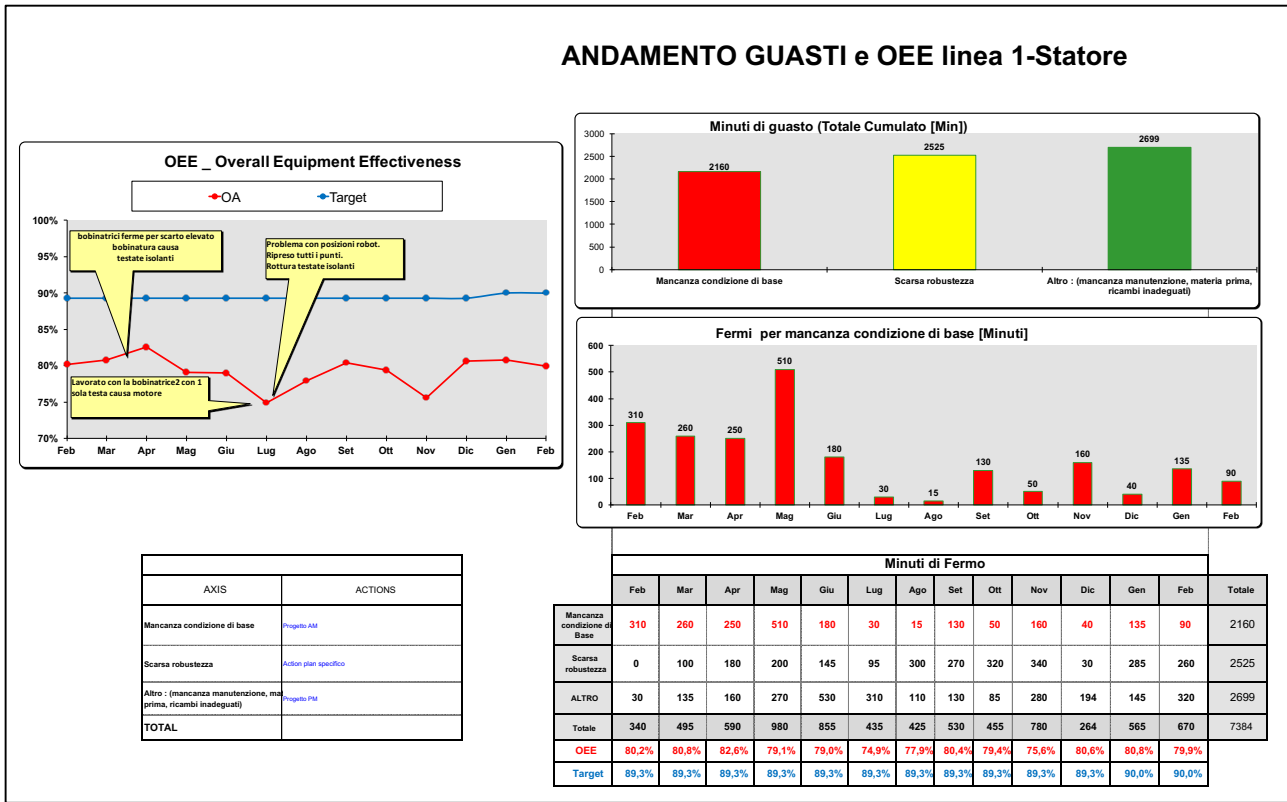
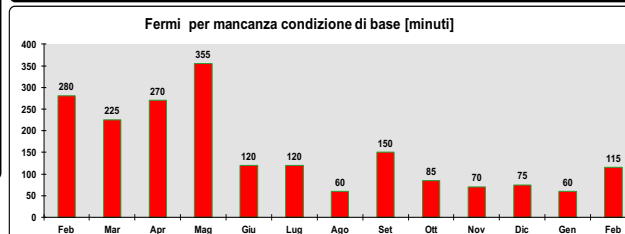
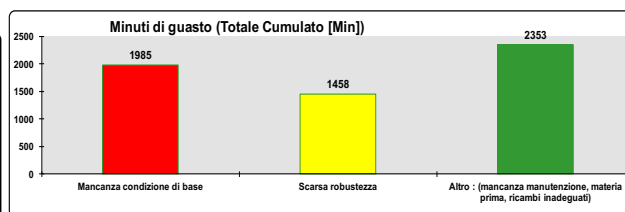
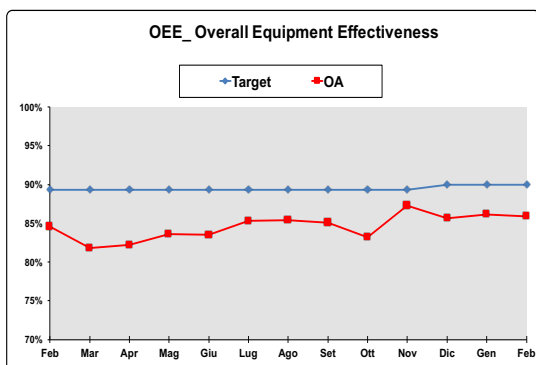


Figura 4.1.4 KPI Linea1 Statore, andamento OEE e minuti di fermo macchina.

ANDAMENTO GUASTI e OEE linea 1- Rotore

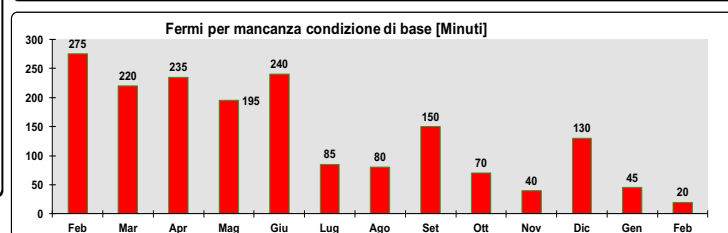
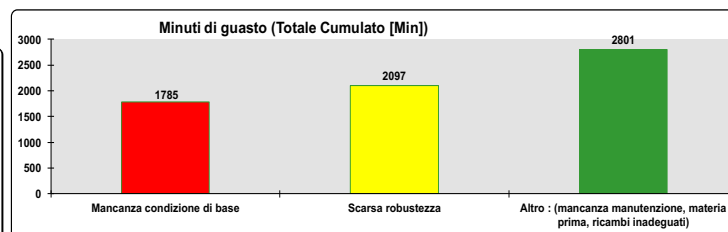
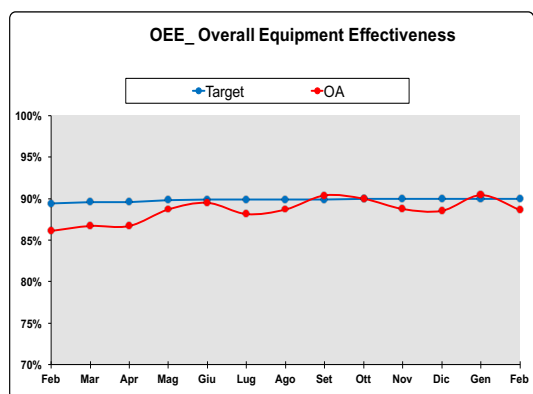


AXIS	ACTIONS
Mancanza condizione di base	Progetto AM
Scarsa robustezza	Action plan specifico
Altro : (mancanza manutenzione, materia prima, ricambi inadeguati)	Progetto PM
TOTAL	

	MINUTI DI FERMO MACCHINA													Totale
	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic	Gen	Feb	
Mancanza condizione di Base	280	225	270	355	120	120	60	150	85	70	75	60	115	1985
Scarsa robustezza	170	70	35	80	25	225	0	160	30	45	255	25	338	1458
Altro	15	90	138	0	30	133	420	10	120	120	320	495	462	2353
Totale	465	385	443	435	175	478	480	320	235	235	650	580	915	5796
OEE	84,6%	81,8%	82,2%	83,6%	83,5%	85,3%	85,4%	85,1%	83,2%	87,3%	85,6%	86,1%	85,9%	
Target	89,3%	89,3%	89,3%	89,3%	89,3%	89,3%	89,3%	89,3%	89,3%	89,3%	90,0%	90,0%	90,0%	

Figura 4.1.5 KPI Linea1 Rotore, andamento OEE e minuti di fermo macchina.

ANDAMENTO GUASTI e OEE linea 1- Motore



AXIS	ACTIONS
Mancanza condizione di Base	Progetto AM
Scarsa robustezza	Action plan specifico
Altro : (mancanza manutenzione, materia prima, ricambi inadeguati)	Progetto PM
TOTAL	

	MINUTI DI FERMO MACCHINA													Totale
	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic	Gen	Feb	
Mancanza condizione di Base	275	220	235	195	240	85	80	150	70	40	130	45	20	1785
scarsa robustezza	35	245	145	175	70	475	120	105	225	62	100	270	70	2097
Altro	70	162	90	290	155	0	505	435	230	420	119	90	235	2801
Totale	380	627	470	660	465	560	705	690	525	522	349	405	325	6683
OEE	86,1%	86,7%	86,7%	88,7%	89,5%	88,1%	88,7%	90,4%	89,99%	88,75%	88,54%	90,43%	88,62%	
Target	89,4%	89,6%	89,6%	89,8%	89,9%	89,9%	89,9%	89,9%	90,0%	90,0%	90,0%	90,0%	90,0%	

Figura 4.1.6 KPI Linea1 Motore, andamento OEE e minuti di fermo macchina.

Come già ampiamente illustrato prima è di fondamentale importanza calcolare e monitorare i risultati ottenuti. Non è sempre così semplice avere un sistema informativo efficace, tale da poter trarre poi le giuste conclusioni. In Azienda tali difficoltà sono affrontate con una forte collaborazione tra i vari reparti e supportandosi con adeguati sistemi di immagazzinamento dati come schede standard, in questo modo la condivisione dell'informazione tra un attore e l'altro avverrà in maniera semplice e comprensibile.

La manutenzione, ad esempio, riceve delle richieste di intervento attraverso schede standardizzate compilate dal richiedente mentre al termine della riparazione, il manutentore compilerà la parte della stessa scheda riguardante l'analisi dell'intervento effettuato. Le bolle di manutenzione sono numerate in maniera progressiva e, compilate in ogni campo, identificano il guasto in maniera univoca in modo da poter essere richiamato per analisi successive.

Di seguito viene mostrato lo standard usato per effettuare un ordine di manutenzione in *Figura 4.1.7* e la scheda che viene compilata in caso di successive analisi più dettagliate in *Figura 4.1.8* (fatte solamente in casi dove si vuole fare uno studio approfondito ma necessarie per progettare dei Kaizen risolutivi). Tali documenti sono fondamentali per le nostre analisi e lo studio dell'andamento dei guasti macchina. A termine di ogni intervento, oltre a diverse altre informazioni, si ha possibilità di tener traccia del numero di minuti in cui un determinato macchinario è stato fermo, il componente specifico e la tipologia del guasto.

EWO												RICHIESTA INTERVENTO MANUTENZIONE																																							
DA COMPILARE DAL RICHIEDENTE												DA COMPILARE DAL MANUTENTORE																																							
Descrizione del Guasto e dell'intervento												N° bolla.		Tipo d'intervento		Manutentori				Data																															
																				/ /																															
Linea		peratore		INDICARE LA MATRICOLA DELLA		Inizio Guasto (ora)		Chiamata (ora)		Tempo o attesa		Tempo o fermo		Durata totale intervento		Tempo arrivo ricambi		Tempo Start- Up		Fine Start Up																															
scrizione del Guasto con eventuale schizzo												e intervento se provvisorio indicare cosa fare per completarlo)																																							
NOTE VARIE												LISTA CAUSE RADICE																																							
												<table border="1"> <tr> <th>CODICE</th> <th>DESCRIZIONE</th> </tr> <tr> <td>01</td> <td>Contaminazione/Sporco.</td> </tr> <tr> <td>02</td> <td>Debolezza di progetto.</td> </tr> <tr> <td>03</td> <td>Insufficienti competenze.</td> </tr> <tr> <td>04</td> <td>Manutenzione insufficiente</td> </tr> <tr> <td>05</td> <td>Materiale di lavorazione.</td> </tr> <tr> <td>06</td> <td>Perdita di aria o liquidi.</td> </tr> </table>						CODICE	DESCRIZIONE	01	Contaminazione/Sporco.	02	Debolezza di progetto.	03	Insufficienti competenze.	04	Manutenzione insufficiente	05	Materiale di lavorazione.	06	Perdita di aria o liquidi.	<table border="1"> <tr> <th>CODICE</th> <th>DESCRIZIONE</th> </tr> <tr> <td>07</td> <td>Problema software.</td> </tr> <tr> <td>08</td> <td>Regolazione elettrica.</td> </tr> <tr> <td>09</td> <td>Regolazione meccanica.</td> </tr> <tr> <td>10</td> <td>Ricambio mancante o difettoso.</td> </tr> <tr> <td>11</td> <td>Usura.</td> </tr> <tr> <td>12</td> <td>Altro.....</td> </tr> </table>						CODICE	DESCRIZIONE	07	Problema software.	08	Regolazione elettrica.	09	Regolazione meccanica.	10	Ricambio mancante o difettoso.	11	Usura.	12	Altro.....
CODICE	DESCRIZIONE																																																		
01	Contaminazione/Sporco.																																																		
02	Debolezza di progetto.																																																		
03	Insufficienti competenze.																																																		
04	Manutenzione insufficiente																																																		
05	Materiale di lavorazione.																																																		
06	Perdita di aria o liquidi.																																																		
CODICE	DESCRIZIONE																																																		
07	Problema software.																																																		
08	Regolazione elettrica.																																																		
09	Regolazione meccanica.																																																		
10	Ricambio mancante o difettoso.																																																		
11	Usura.																																																		
12	Altro.....																																																		
FIRMA RICHIEDENTE												FIRMA MANUTENTORE/I																																							
RICAMBI UTILIZZATI																																																			
Quantità		Codice		Descrizione																																															

Figura 4.1.7 Esempio di bolla di manutenzione, parte del richiedente e del manutentore.

DA COMPILARE IN TEAM IN CASO DI ANALISI DEL PROBLEMA										
Analisi della causa radice										
Definizione del problema e analisi delle cause radice	Analisi 5W+1H				Lista Possibili Cause					
	Chi cosa (what)	Che prodotto si stava lavorando?			1					
	Quando (when)	Avviamento impianto - Inizio turno - Durante il turno - Fine turno - Dopo il cambio tipo - Altra circostanza			2					
	Dove (where)	Sottogruppo, componente			3					
	Chi (who)	Errore del conduttore - Errore del manutentore - Il problema è evidenziato solo da qualcuno? Chi?			4					
	Quale (which)	Ci sono stati sintomi premonitori del guasto? Succede in una particolare condizione?			5					
	Come (how)	Quali sono le conseguenze del guasto sul funzionamento della macchina? (rispetto alle								
	Verifica delle possibili cause				SI	NO	Scarsa robustezza Influenze esterne (temperatura, vibrazioni, ecc.) Ricambi mancanti o inadeguati Insufficienti competenze del conduttore o del manutentore Debolezza di progetto Manutenzione insufficiente Sollecitazioni eccessive Degrado Mancata osservanza delle condizioni operative (velocità, pressione, ecc.) Mancato mantenimento delle condizioni di base (pulizia, lubrificazione, serraggi, ecc.)			
	Analisi dei 5 Perché (5 Whys)-individuazione causa radice									
	1° Perché									
2° Perché										
3° Perché										
4° Perché										
5° Perché										
Azioni contro la causa radice			Chi	Quando	Schizz(se occorre, usare/allegare altri fogli)					
1										
2										
3										
Azioni per il mantenimento			Chi	Quando	Segnalazioni al fornitore FI JES per con.-man. Matrice competenze PD Rivedere sta progetto FI Calendario PM PM JES su cond. op. PD Standard AM AM					
Validation	Analisi eseguita da (Firma)		Verifica efficacia:							
	Efficacia da (Firma Leader)									
Data chiusura scheda										

Figura 4.1.8 Standard utilizzato in Azienda in caso di analisi dettagliata del guasto.

Grazie a questi standard è possibile poter monitorare i tempi di fermo macchina per tipologia di problema, per linea di riferimento e per macchinario. Queste analisi sono necessarie per valutare l'andamento della disponibilità della linea e di ogni sua attrezzatura. Nel caso specifico con le attività di Autonomous Maintenance si va ad attaccare quelli che sono i tempi di fermo macchina per mancanza di condizione di base, ovvero, tutti quei guasti che si sarebbero potuti evitare con le attività programmate di manutenzione autonoma e ispezione da parte dei conduttori di linea.

In **Figura 4.1.9** vengono mostrati i minuti di fermo macchina suddivisi per macchinario e ne viene tracciato il trend, che migliora (cioè i minuti di fermo diminuiscono) con l'evolversi delle Attività AM. E' stato già detto che tali attività sono volte ad abbassare i tempi di fermo macchina per mancanza di condizione di base, ma in tale grafico la tipologia del guasto non è identificata, tuttavia nel grafico precedente (**Figura 4.1.6**) vi è mostrato oltre all'OEE, anche i minuti cumulati di fermo macchina per mancanza di condizione di base e possiamo affermare che per tale tipologia i minuti sono diminuiti nel tempo.

A partire dallo Step3 e dal suo mantenimento si può notare una forte diminuzione dei tempi totali di fermo macchina, percentuale che tende a migliorare sempre più per via della quasi totale eliminazione di guasti per mancanza di condizioni di base. In *Figura 4.1.10* inoltre viene illustrato come esempio, il dettaglio del mese di Settembre per i minuti di fermo della Linea1 Motore con l'attribuzione alle diverse tipologie di causa, in *Figura 4.1.11* il numero di interventi giorno per giorno per ogni macchinario e in *Figura 4.1.11* la descrizione di ogni tipo di intervento con durata superiore ai 30 minuti, in riferimento alle bolle di manutenzione.

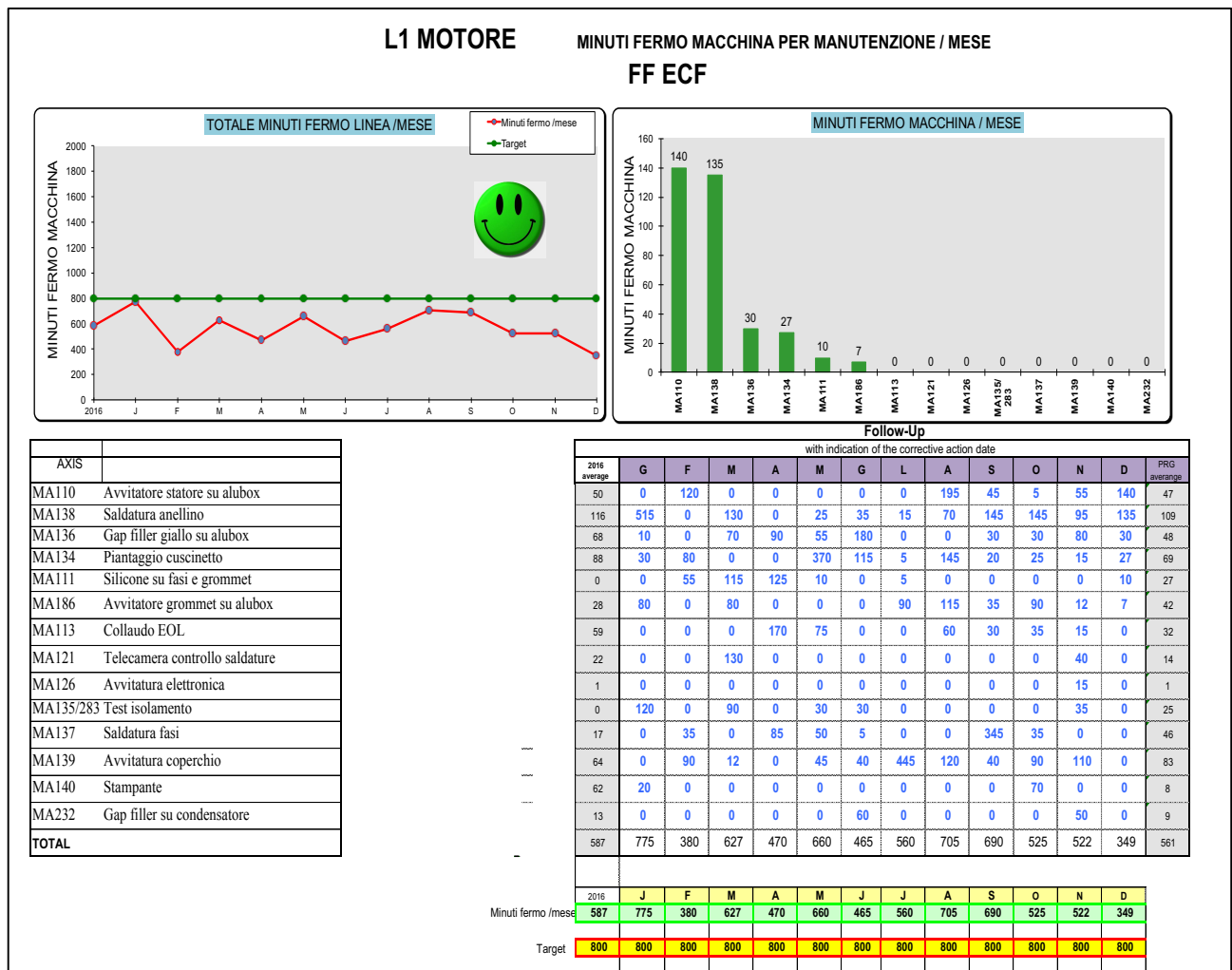


Figura 4.1.9 Minuti di fermo macchina, Linea1 Motore.

FERMI > 30 MINUTI L1										
	N. bolla	Data	Macchina	OP	Descrizione del problema	Soluzione	F.M.			
1	149732	05-set	ma130		Cinghia rotta.	Montato rulli xche non c'e la cinghia ordinata.	80			
2	149673	01-set	ma131		Portale 1 fungo n° 2	Sostituito cilindro espansore tulipano 2 trafilata	60			
3	149678	02-set	ma131		Sensori centraggio magneti in anomalia	Difficolta nella regolazione dei sensori della pinza con 400w xche la corsa e di pochi mm	40			
4	149727	05-set	ma131		Sostituzione cilindro espansore distribuzione colla	Sostituito cilindro.	45			
5	149672	01-set	ma137		Saldatrice fase ring in allarme.	Errore azionamento saldatrice manca ready	80			
6	150004	18-set	ma103		Taglio filo	Sost.coltello e regolazioni varie	60			
7	149837	09-set	ma130		Phase ring si bloccano.	Varie prove e regolazioni con pochi esiti	60			
8	149839	11-set	ma130		Non oltrepassano stopper all'ultima curva.	Sostituito bandelle di guida phase ring	60			
9	149845	11-set	ma130		I pallet si bloccano in ingresso.	Sostituito sensore presenza pallet	40			
10	149963	13-set	ma130		Bonetto KO	Varie prove con PC collegato poi ripartita	180			
11	149951	14-set	ma130		Robot bloccato.	Da pannello mandato in home da pulsantiera del robot fatta ripartire.	100			
12	149972	15-set	ma130		Moby bonetto pallet	Sostituito moby + cavo e varie prove	145			
13	150112	19-set	ma130		phase ring bloccati.	Ripristinato bandelle laterale usurata	60			
14	149853	12-set	ma131		Anomalia robot 2	Controllo e verifica ,spento e riaccesso macchina robot fermo senza allarme	60			
15	149997	18-set	ma131		Orientatore non si ferma continua a girare	Dopo varie prove e ripartita	60			
16	150115	21-set	ma131		Sensore rotativo incollaggio.	Sostituito sensore rotazione rotore	149			
17	149842	11-set	ma137		Saldatrice asse ko e allarme ricircolo acqua	Sostituito gruppo raffreddamento	70			
18	150116	20-set	ma137		Sostituzione pannello saldatrice	Sostituito saldatrice invertor testa e display	180			
19	149849	11-set	ma138		Saldatura anellino stagno in blocco	Frigo saldatrice ko ripristino pressostato.	50			

Figura 4.1.11 Descrizione guasti in riferimento alle bolle di manutenzione, mese di Settembre Linea1 Motore.

Un altro KPI costantemente monitorato e di fondamentale importanza è l'andamento dei tempi spesi per lo svolgimento delle attività di automantenimento standardizzate in calendario AM.

Nelle *Figure 4.1.12, 4.1.13 e 4.1.14* sono mostrati i tempi dedicati a tali attività per la Linea1 Motore, Statore e Rotore, mese per mese. Si può notare una diminuzione consistente dei tempi e questo è dovuto fondamentalmente all'implementazione di attività Kaizen prima (già a partire dallo Step2) e alla definizione di uno standard accurato e condiviso da tutti gli operatori poi. La diminuzione del tempo dedicato a queste attività porta ad un aumento di disponibilità dei macchinari che anziché essere fermi possono produrre. Nel caso in riferimento ad Azienda ad esempio, su Linea1 Motore si era partiti con un tempo di fermo macchina pari ad un'ora e si è giunti ad un tempo dedicato alle attività di manutenzione autonoma di circa 30 minuti giornalieri, in cui alcune attività possono essere svolte anche mentre il macchinario lavora, portando ad un vantaggio di risparmio di tempo ancora maggiore. Attualmente la linea viene fermata per un tempo di circa 20-30 minuti a fronte di un tempo iniziale di almeno 60 minuti (come attualmente avviene nelle altre tre linee ECF). I tempi di pulizia preventivati sono calcolati in maniera migliorativa in base allo storico dei tempi di pulizia e ispezione spesi normalmente. Con l'avanzamento del progetto AM tali obiettivi si sono alzati (ovvero si riducono i tempi preventivati) arrivando fino a raggiungere il tempo desiderato, ad esempio 30 minuti per svolgere le attività di pulizia e ispezione a calendario per la Linea1 Motore.

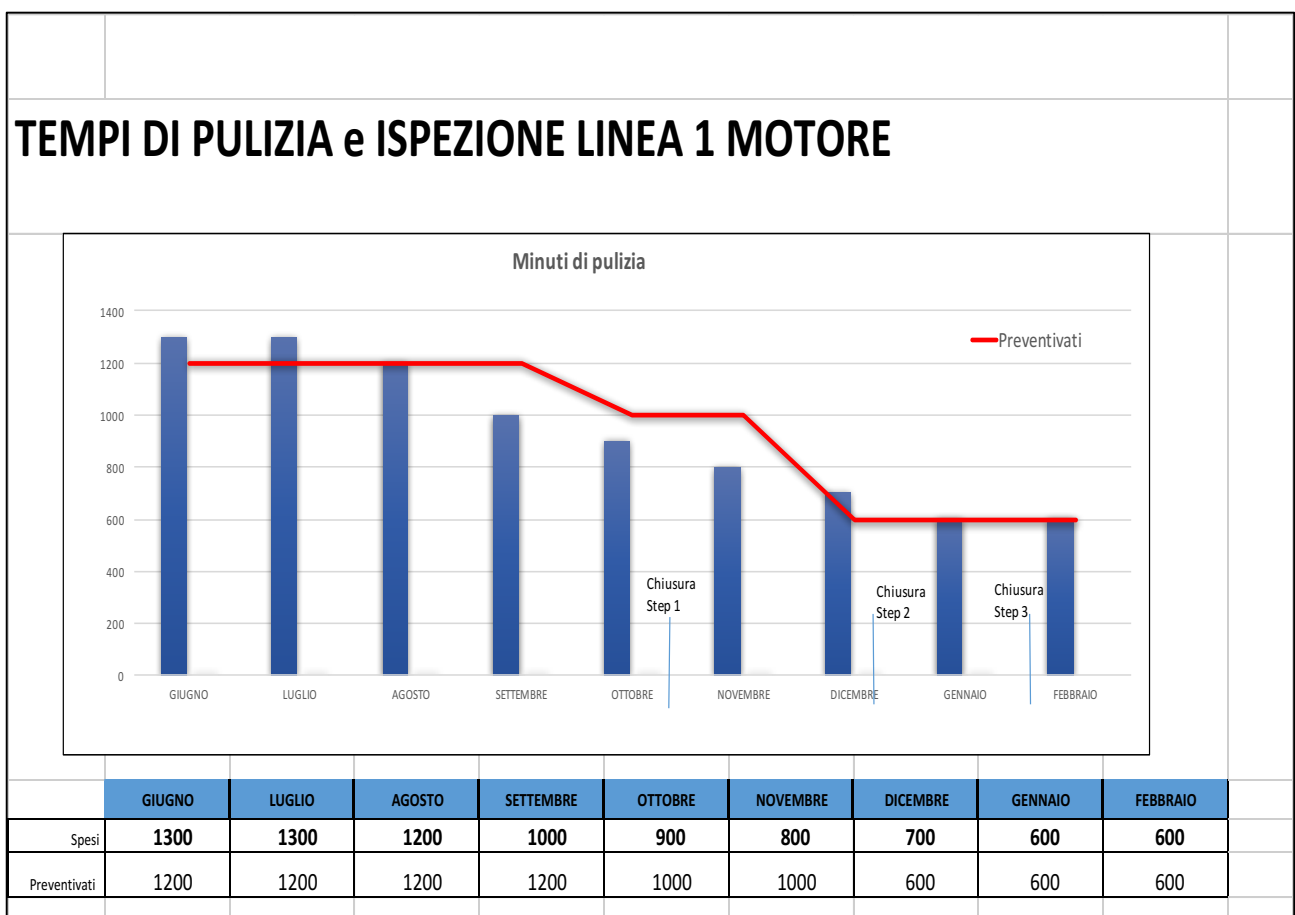


Figura 4.1.12 Tempi di pulizia e ispezione Linea1 Motore.

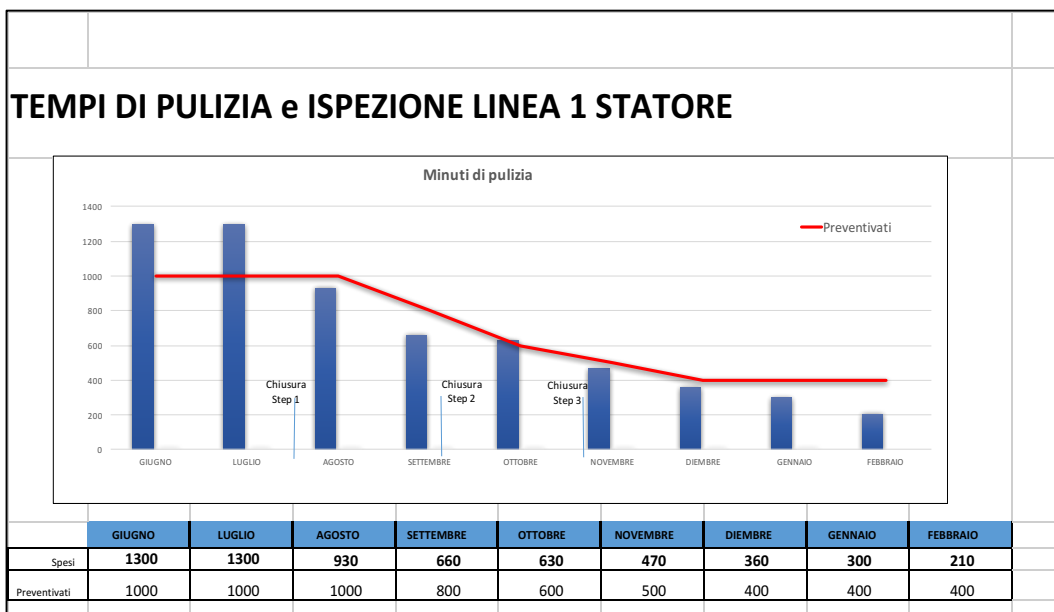


Figura 4.1.13 Tempi di pulizia e ispezione Linea1 Statore.

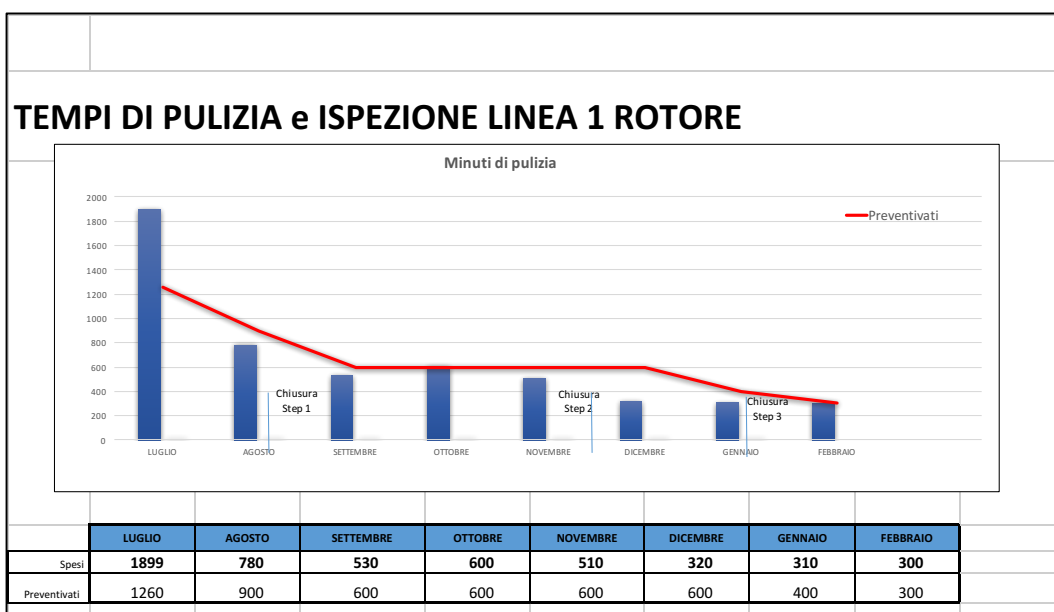


Figura 4.1.14 Tempi di pulizia e ispezione Linea1 Rotore.

REGISTRAZIONE TEMPI DI PULIZIA STEP 1 LINEA 1 ROTORE																							
N° Macchina	Descrizione	Data	min	Data	min	Data	min	Data	min	Data	min	Data	min	Data	min	Data	min	Data	min	Data	min	Data	min
MA 106	Tappeto																						
MA 106	Laseratura																						
MA 131	dispensazione colla																						
MA 131	Incollaggio tav A																						
MA 131	Incollaggio tav B																						
MA 108	Tunnel																						
MA 132	Magnetizzatore																						
MA 135	Piantaggio cuscinetto																						

COMPILAZIONE : a ogni attività AM registrare la data e i minuti spesi per la pulizia della singola macchina

Figura 4.1.15 Standard registro tempi di pulizia Step1 Linea1 Rotore.

4.2 Considerazioni ed estensioni

L'implementazione del progetto AM in Azienda ha portato degli ottimi risultati. Ad oggi l'OEE dell'area modello è migliorato sensibilmente. Come detto nei paragrafi precedenti non è soltanto merito delle attività di Autonomous Maintenance ma sicuramente grazie a questo focus sulla linea è come se si fosse acceso un riflettore potentissimo in grado di mettere in evidenza ogni suo punto migliorabile. Un risultato forte è stato raggiunto ad esempio dalla Linea1 Motore che rispetto a prima dell'implementazione ha migliorato l'OEE di oltre 8 punti percentuali. Tutto questo grazie alla collaborazione di tutto il personale, dagli operatori ai manutentori all'attrezzatura e alla guida di tutto lo staff di supporto che frequentemente si ritrovava per studiare e valutare possibili miglioramenti. Il materiale, la formazione o il tempo speso hanno avuto un costo non indifferente ma i risultati si sono visti in maniera positiva, soprattutto a partire dallo Step3. I benefici non sono solo economici ma anche motivazionali, infatti i lavoratori sono i primi ad apprezzare il miglioramento del loro posto di lavoro. Si è creato un lavoro di gruppo, capace di raccogliere i suggerimenti di tutti in modo da condividere e tramandare conoscenza in maniera collettiva. Molti operatori sono davvero coinvolti nelle attività di suggerimento e vedono questo anche come un modo di apportare la loro conoscenza, oltre ad un sano modo per far notare le proprie competenze (sana competition). Inoltre proprio grazie alle attività di training, pulizia e ispezione gli stessi operatori hanno avuto modo di imparare nuove nozioni e approfondire quelle che già erano le loro competenze sul funzionamento del macchinario. Hanno avuto modo di perlustrare parti anche nascoste della macchina e magari capirne il funzionamento. Va sempre ricordato che solo loro hanno quella sensibilità di lettura del macchinario, nel senso che nessuno meglio di loro è capace di prevedere un guasto, anche solo da una piccola vibrazione o rumore e questo è proprio dovuto alla loro esperienza sul campo.

L'Autonomous Maintenance e il World Class Manufacturing in toto non è un libretto delle istruzioni, è una filosofia che può dare delle linee guida con l'obiettivo finale del miglioramento continuo su ogni fronte, pertanto anche essa stessa è in evoluzione continua se non per il fatto anche di essere una tecnica relativamente giovane.

Durante l'applicazione in Azienda il metodo è stato accettato da quasi la totalità del personale. Inutile dire che, soprattutto per lavoratori esperti avvolte ci può essere stato dello scetticismo sull'utilità del metodo, poi smentito.

La metodologia prende spunto da una cultura estremamente diversa dalla nostra e va quindi modellata sul proprio fit aziendale. Esso può variare non solo da un estremo all'altro del Globo, ma si differenzia anche per diverse altre variabili come nazionalità, area geografica, grado di istruzione, età ed molte altre ancora.

Come mostrato nell'intero capitolo conclusivo i benefici sono stati evidenti. Viene abbastanza semplice e di facile comprensione far presente che l'utilizzo di questa metodologia e nel nostro caso l'AM, ha portato sicuramente dei vantaggi di immagine, una sorta di "vetrina" nei confronti di clienti, visitatori e dipendenti stessi. Esempio lampante è stato il riconoscimento da parte di uno dei maggiori clienti di Azienda che ha lasciato scritto un riconoscimento alle ottime performance della Linea1 ECF. Essa infatti è la linea più vecchia delle quattro ECF, core business dell'azienda, ma quella con l'OEE più alto di tutte e questo proprio anche alla grossa attenzione dedicatagli. La Linea1 ECF infatti si presenta pulita e analizzata in ogni sua parte, inoltre l'Activity Board immediatamente nelle vicinanze fa intuire un'elevata attenzione sul miglioramento continuo. Nel tabellone infatti vi è tutta la documentazione e fotografie delle attività del progetto del Pillar AM.

In *Figura 4.2.1* viene evidenziato un giudizio positivo (cerchiato in rosso) sulla Linea1 ECF da parte di uno dei maggiori clienti di Azienda.

AKTIENGESELLSCHAFT

Protocol for multi-level acceptance of 2 Day Production (2 DP)

☒	Process approval 2DP	☐	Performance Test 2 DP
Part family: Cooling Fan			
Supplier: MAGNA MPT		Risk class / Priority: A	
Production site: Wolfsburg		DUNS: 42-899-6466	

Gesamtergebnis*

☐ Red*
☐ Yellow*
☒ Green*

Agreed customer requirements are not met. The project start is at risk. The release is not granted. A repetition of the 2 DP Pre Check is required.

Agreed customer requirements are not completely fulfilled. Deliveries acc. to schedule can be made for a certain time or an agreed quantity, providing below stated conditions are fulfilled. A repetition of the 2 DP is required.

The agreed customer requirements concerning capacity and quality are entirely fulfilled/met.

*) Traffic light colour by hand to define. Total result consists of the single result "capacity" and the result from the "Checklist".

☐ A repetition thr 2 DP is required
☐ The 2DP took place autonomously, by the supplier
☐ With this protocol the process chain was evaluated according to the 2 Day Production Checklist (attachment)

Date: _____
☐ together with the customer

Summary of the single results from the capacity and process evaluation				
Amount ok-parts/week:	8.600	Amount ok-parts/week incl. 15% flexibility:	10.320	Result the "Checkliste 2DP" (Process evaluation):
				n.b.

Management summary

intends to produce 5Q0 121 203 DE also on the line4 and the following product as well:

- 5Q0 121 203 CN
- 5Q0 121 203 CP
- 2Q0 121 203 K-D

PAPP cover sheet will be submitted to via BEON

Very good conditions on ECF line1 (oldest ECF line 2010) thanks to AM activities

Figura 4.2.1 Giudizio positivo da parte di uno dei maggiori clienti di Azienda.

La Linea1 ECF è la più vecchia delle quattro ma grazie alle attività di AM si presenta in ottimo stato. Essa è stata scelta come area modello e al termine del terzo Step, ovvero dell'intera fase Reactive possiamo affermare di aver ottenuto degli splendidi miglioramenti e ottimi risultati in termini di performance.

Sicuramente questo progetto ha contribuito all'evitare o comunque nel diminuire i minuti di fermo macchina per mancanza di condizione di base. Inoltre proprio grazie a queste attività si è potuto approfondire ogni altro campo migliorabile della linea.

Infatti, tramite le attività di cartellinatura e segnalazione dei problemi sulla linea spesso si sono affrontati temi di miglioramento che interessano cause diverse della manutenzione autonoma, anzi

molte volte si va ad intervenire in vere e proprie problematiche di progettazione o attività di miglioramento che interessano la manutenzione professionale (organo che svolge attività diverse dalla attività di automanutenzione svolte dai conduttori di linea). Tutto questo ha portato ad un miglioramento globale, non solo postazioni di lavoro più pulite, più ordinate, attività standardizzate e programmate ma veri e propri miglioramenti definitivi (Kaizen) e tutto questo inevitabilmente ha una relazione con l'aumento dell'indice di performance di sintesi più utilizzato in Azienda, l'OEE.

DESCRIZIONE	CODICE CAVO (da saldare)	Sequenza Colore (Stripped Wire Only: Soldering side only)	Copertura	Sezione Cavi [mm²]	Colore Clamp	Spine	Diametro Cavi [mm]
SLAVE SHARAN GP	23176300	Red_Black_Yellow_Brown	Nulla	2,5_0,5_0,5_2,5		23149220	2,85_1,5_1,5_2,85
BMW 200-300-400W	23160220	Red_Green_Brown	Guaina	4_0,5_4		23149230	3,55_1,5_3,55
MQB 300-400W	23174700	Red_Black_Green_Brown	Guaina	4_0,5_0,5_4		23149210	3,55_1,5_1,5_3,55
PQ25	23150700	Red_Black_Green_Brown	Nulla	4_0,5_0,5_4		23149210	3,55_1,5_1,5_3,55
PORSCHE 300-400W	23172500	Red_Black_Green_Brown	Guaina	4_0,5_0,5_4		23149210	3,55_1,5_1,5_3,55
PORSCHE NT	23175200	Red_Black_Green_Brown	Guaina	4_0,5_0,5_4		23149210	3,55_1,5_1,5_3,56
VW UP	23154400	Red_Black_Green_Brown	Guaina	4_0,5_0,5_4		23149210	3,55_1,5_1,5_3,55
A0	23181210	Red_Black_Green_Brown	Guaina	4_0,5_0,5_4		23149210	3,55_1,5_1,5_3,55
G2X 300/400/500 W	23178800	Red_white_Black_Brown	Guaina	4_0,5_0,5_4		23149210	3,55_1,5_1,5_3,55
MASTER SHARAN GP	23176200	Red_Black_Yellow_Green_Brown	Nulla	4_0,5_0,5_0,5_4		23149200	3,55_1,5_1,5_1,5_3,55
BMW 600W	23160800	Red_Green_Brown	Nulla	6_0,5_6		23149250	4,15_1,5_4,15
MQB 600W	23173900	Red_Black_Green_Brown	Guaina	6_0,5_0,5_6		23149240	4,15_1,5_1,5_4,15
PORSCHE 500W	23167000	Red_Black_Green_Brown	Guaina	6_0,5_0,5_6		23149210	4,15_1,5_1,5_4,15
G2X 600W	23179000	Red_white_Black_Brown	Nulla	6_0,5_0,5_6		23149240	4,15_1,5_1,5_4,15
BMW 850W	23162300	Red_Green_Brown	Nulla	10_0,5_10		23149250	5,7_1,5_5,7
DUCATO 600-850W	23176700	Red_Black_Green_Brown	Guaina	10_0,5_0,5_10		23149240	5,7_1,5_1,5_5,7
GIORGIO DENSO	23177600	Red_Black_Green_Brown	Guaina	10_0,5_0,5_10		23149240	5,7_1,5_1,5_5,7
G2X 850W	23179200	Red_white_Black_Brown	Nulla	10_0,5_0,5_10		23149240	5,7_1,5_1,5_5,7
							
	23.1492.00	23.1492.10	23.1492.20	23.1492.30	23.1492.40	23.1492.50	
	A	Guida di Scorrimento			4 codici universale		
	B	Guida cavi inferiore					
	C	Bloccaggio cavi superiore			8 codici		

Figura 4.2.2 Esempio di un'attività di miglioramento elaborata a seguito di segnalazione su cartellino AM. Questa segnalazione non riguarda soltanto attività di automantenzione, infatti in questa tabella abbiamo standardizzato alcune guide cavo che andavano cambiate per ogni tipologia di cablaggio. A seguito di questa standardizzazione si è diminuita la scorta pezzi di ricambi e diminuito il tempo di fermo macchina per le installazioni da parte della manutenzione professionale.

In **Figura 4.2.3** viene mostrato, a titolo di esempio il risultato dell'OEE del solo mese di Febbraio per tutte e quattro le linee ECF, e da come si può notare in figura la Linea1 è quella che presenta il valore dell'indicatore più alto di tutte, nonostante sia la linea più vecchia ad essere stata installata.

SITUAZIONE AL 28/02/18											
LINEA1 MOTORE			LINEA2 MOTORE			LINEA3 MOTORE			LINEA4 MOTORE		
zona	Totale	NO OEE % su pianificato	zona	Totale	NO OEE % su pianificato	zona	Totale	NO OEE % su pianificato	zona	Totale	NO OEE % su pianificato
anellino	177	0,64%	EOL	560	1,71%	COPERCHIO	114	0,36%	SALDATURA FASI	259	0,81%
cambio tipo	103	0,37%	CAMBIO TIPO	251	0,76%	SEICA	105	0,33%	AVV. STATORE	254	0,80%
gap filler su condensatore	75	0,27%	AVV. STATORE	220	0,67%	GAP FILLER BLU	91	0,29%	SEICA	192	0,60%
saldatura fasi	29	0,11%	COPERCHIO	118	0,36%	ROTORPRESFIT	70	0,22%	EOL	190	0,60%
etichettatrice	27	0,10%	GAP FILLER BLU	98	0,30%	EOL	65	0,20%	GAP FILLER SU ECU	140	0,44%
isolamento statore	20	0,07%	GAP FILLER SU ECU	87	0,27%	SILICONE	61	0,19%			
avvitatura statore	15	0,05%	SALDATURA FASI	74	0,23%	qualità	60	0,19%			
materiale	15	0,05%	ANELLINO	68	0,21%	ETICHETTATRICE	46	0,14%			
gap filler su alubox	10	0,04%	ETICHETTATRICE	67	0,20%	cambio tipo	44	0,14%			
coperchio	5	0,02%	ROTORPRESFIT	57	0,17%	AVV. COPERCHIO	35	0,11%			
OEE TARGET 93,00%			OEE TARGET 89,00%			OEE TARGET 93,00%			OEE TARGET 89,00%		
OEE 94,76%			OEE 91,18%			OEE 93,37%			OEE 87,00%		
availability 98,34%			availability 94,57%			availability 96,07%			availability 92,46%		
fpv 99,70%			fpv 99,47%			fpv 99,65%			fpv 99,35%		
performance 96,65%			performance 96,93%			performance 97,52%			performance 94,71%		
OEE TARGET TOTALE 91,0%											
OEE MESE TOTALE with L4 91,6%											

Figura 4.2.3 OEE delle quattro linee ECF, mese di Febbraio.

Spesso la Linea1 Motore è quella che presenta un valore di OEE più alto rispetto alle restanti tre linee ECF e questo sicuramente non può essere che inteso come un ottimo risultato e preso da esempio per le restanti. Il valore dell'OEE viene calcolato per ogni turno, giornalmente, settimanalmente, mensilmente e anche annualmente. Anche qui il valore target di riferimento è migliorativo ed in base all'esperienza o aspettative fondate.

A titolo di esempio, si mostrano alcuni benefici derivanti dall'aumento dell'OEE sulla Linea1 Motore che è migliorato di circa di 8 punti percentuali rispetto all'inizio dell'implementazione.

I risultati ottenuti verranno presentati sotto forma di delta pezzi prodotti in più annualmente, ipotizzando un aumento stabile dell'OEE dell'8%. Mediamente infatti l'OEE è passato da un valore di circa 85% al 93%.

Sottostando a tali ipotesi e ricordando che l'OEE può essere calcolato anche come:

$$OEE = \frac{\text{Pezzi buoni al primo passaggio}}{\text{Pezzi Target}}$$

Target Linea1 Motore per ora = 170 pz/ ora;

Si lavora per 3 turni al giorno; 5 giorni lavorativi a settimana per circa 49 settimane all'anno;

Durata del turno di lavoro al netto delle pause = 7 ore e 10 minuti;

L'incremento medio dell'OEE è stato dell'8%, si è passati da circa 85 al 93%

Per questi dati si avrà:

$$7 \text{ ore e } 10 \text{ minuti} = 430 \text{ minuti} = 7,17 \text{ ore} = 1 \text{ turno effettivo}$$

$$\text{Numero pezzi a Target per turno} = 7,17 \text{ ore} \times 170 \frac{\text{pezzi}}{\text{ora}} = 1218 \text{ pezzi/turno}$$

$$\text{Numero pezzi conformi al primo passaggio per turno con OEE } 85\% = 0,85 \times 1218 \text{ pezzi} \\ = 1035 \text{ pezzi/turno}$$

$$\text{Numero pezzi conformi al primo passaggio per turno con OEE } 93\% = 0,93 \times 1218 \text{ pezzi} \\ = 1132 \text{ pezzi/turno}$$

$$\Delta \text{pz/turno} = \text{numero pezzi (OEE} = 93\%) - \text{numero pezzi (OEE} = 85\%) \\ = 1132 \text{ pz/turno} - 1035 \text{ pz/turno} = 97 \text{ pezzi/turno}$$

$$\text{Numero turni in un anno} = 3 \frac{\text{turni}}{\text{giorno}} \times 5 \frac{\text{giorni}}{\text{settimana}} \times 49 \frac{\text{settimane}}{\text{anno}} = 735 \text{ turni/anno}$$

$$\frac{\Delta \text{pezzi}}{\text{anno}} = 97 \frac{\text{pezzi}}{\text{turno}} \times 735 \text{ turni/anno} = 71295 \text{ pz/anno}$$

Questo risultato in termini di pezzi prodotti in più all'anno è estremamente positivo anche perché sono fabbricati a parità di input: costi di manodopera, energia elettrica, ore di lavoro ecc...

Inoltre per scelta aziendale, i tempi sul quale sono calcolati i valori dell'OEE sono al netto dei tempi di pulizia e ispezione, quindi, riprendendo come esempio la Linea1 Motore si è passati da un tempo di 60 minuti al giorno ad un tempo di circa 30 minuti. Si avrà quindi del tempo risparmiato utile alla produzione.

In riferimento all'esempio preso prima in esame e disponendo degli stessi dati, si avrà:

$$\text{Risparmio di tempo al giorno} = 60 \frac{\text{minuti}}{\text{giorno}} - 30 \frac{\text{minuti}}{\text{giorno}} = 30 \text{ minuti/giorno}$$

(Questi minuti sono recuperati per diminuzione dei tempi spesi per effettuare le stesse attività di pulizia e ispezione rispetto a prima dell'utilizzo del metodo AM)

$$\text{Risparmio di tempo all'anno} = 30 \frac{\text{minuti}}{\text{giorno}} \times 5 \frac{\text{giorni}}{\text{settimana}} \times 49 \frac{\text{settimane}}{\text{anno}} = 7350 \frac{\text{minuti}}{\text{anno}} \\ = 122,5 \text{ ore/anno}$$

$$\text{Numeri pezzi producibili a Target nel tempo risparmiato nell'anno} \\ = 122,5 \frac{\text{ore}}{\text{anno}} \times 170 \frac{\text{pezzi}}{\text{ora}} = 20825 \text{ pezzi/anno}$$

Per coerenza inoltre, ipotizziamo di mantenere un OEE pari al 93% (media reale della Linea1 Motore) si può pensare di produrre realmente $20825 \text{ pz} \times 0,93 = 19367$ pezzi in più all'anno per via della diminuzione del tempo dedicato alle attività di pulizia e ispezione.

$$Totale \frac{\Delta pezzi}{anno} = 71295 \frac{pezzi}{anno} + 19367 \frac{pezzi}{anno} = 90662 pezzi/anno$$

Detto questo e mostrati alcuni dei benefici derivanti dal progetto e dal focus sul miglioramento continuo va sempre ricordato che ciò che guida le scelte aziendali sono sempre le analisi B/C ovvero benefici su costi, punto cardine e innovativo della metodologia WCM. Attualmente tale studio è supportato da indici e da stime come mostrato anche nel capitolo finale del presente elaborato ma sicuramente si può e si deve migliorare per una definizione più accurata del modello (soprattutto coinvolgendo maggiormente l'area finance per ad esempio, ricevere le giuste info circa alcuni costi). I valori B e C sono calcolati su base annuale e quando si sviluppa il rapporto B/C si osserva il valore e se sarà maggiore di 1 vorrà dire che l'investimento verrà recuperato prima dell'anno. Per trovare il numero di mesi necessari al recupero dell'investimento basterà fare $12/(B/C)$. Ovviamente tutti questi calcoli sono fatti in maniera molto semplice ma spesso sono anche i più utilizzati in ambito aziendale, pertanto ad esempio sono state omesse molte altre considerazioni come il costo del denaro nel tempo, tassi ecc...

Gli ottimi risultati sono stati evidenti sia dal punto di vista numerico ma anche soprattutto ad occhio nudo. Nella Lineal Motore e in generale su tutta Lineal ECF il progetto AM è stato un vero e proprio successo. Tale esperimento ha portato alla decisione aziendale, come consigliato anche dalla teoria, di espandere il modello applicato sulla Lineal ECF anche sulle altre tre linee ECF, zona Grommet e EWP per poi espandersi nel resto dei reparti produttivi.

A tal proposito, è stato aperto "il cantiere AM" anche nella zona Grommet.

Alla data di stesura del presente lavoro di tesi abbiamo terminato con successo lo Step1 in maniera analoga a quanto mostrato fino ad adesso per la Lineal ECF mentre a breve si partirà in parallelo anche sulla Linea3.

Seguono alcune immagini raffiguranti lo stato di avanzamento nell'area Grommet e Costampaggio.

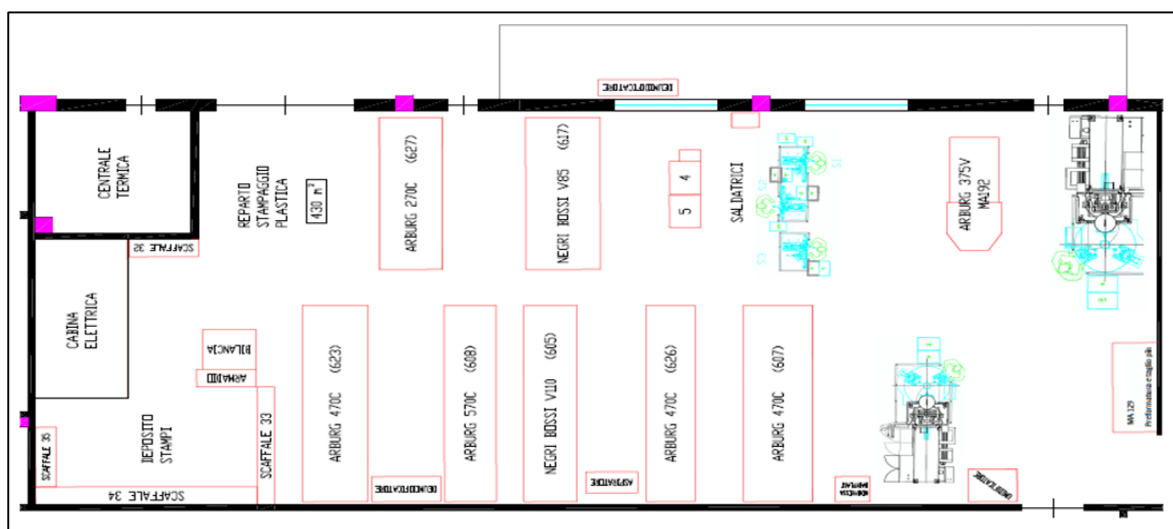


Figura 4.2.4 Layout area Grommet e Costampaggio.



Figura 4.2.5 Activity Board AM area Grommet.

Grazie ai risultati ottenuti nella Linea1 ECF si è notata una maggior facilità nell'implementazione del metodo nell'area Grommet. Si è riscontrata una maggiore collaborazione da parte di tutto lo Staff e degli operatori in particolare che risultano sempre essere particolarmente cordiali nel reperire e segnalare spunti di miglioramento.

Azienda crede molto nella metodologia World Class Manufacturing ed essendo improntata particolarmente sulla produzione di massa punta molto sulle attività di Autonomous Maintenance. Le future implementazioni in Azienda, di cui alcune già programmate, riguarderanno l'area Grommet e Linea3 ECF ma quasi sicuramente si passerà dall'area modello a tutte le altre aree dedicate alla produzione. Per scelta aziendale, nella Linea1 ECF, attualmente si è deciso di mantenere lo Step3 e di implementare a tappeto questi primi tre alle altre aree appena citate.

Nell'area modello il progetto si è affermato con successo e grazie ai risultati ottenuti, anche le altre zone di produzione stanno trovando la strada spianata.

Bibliografia e Sitografia

www.data-storage.it
www.ilsole24ore.com
<https://it.wikiversity.org>
www.nvlean.com
www.slideshare.net
www.gestionalinopera.it
www.openinnovation-platform.net
www.leannovator.com
<http://webtv.confindustria.vicenza.it>
www.provincia.torino.gov.it
www.bwc.it
<http://docplayer.it>
www.gzs.si
www.umbertosantucci.it
<http://wiki.gs-m.eu>
www.a-zeta.it
www.manutenzionet.com
www.scodanibbio.com
www.este.it
www.giappone-italia.it
www.festo.com
www.manutenzione-online.com
www.trw.com
www.leancompany.it
Materiale bibliografico FCA
Materiale bibliografico Azienda

Ringraziamenti

Voglio ringraziare tutte le persone che mi sono state vicino e che mi hanno sostenuto durante gli studi. In particolare la mia famiglia, senza la quale non avrei mai potuto affrontare e portare a termine questo percorso.

Un ringraziamento particolare anche ai professori Villa Agostino e Taurino Teresa che mi hanno seguito durante la stesura della tesi e all'azienda che mi ha ospitato per i tirocini, attraverso cui è stato possibile prendere spunto per l'elaborato di tesi. Ringrazio il mio tutor aziendale Vincenzo Cipolla per avermi seguito in questa tappa finale e tutti i colleghi sui quali ho sempre potuto contare.