POLITECNICO DI TORINO



Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria Meccanica

Applicazione del Pilastro Tecnico WCM Quality Control.

Ottimizzazione del processo di spalmatura del sigillante sulla scatola coprivolano

Relatore

Prof. Paolo Minetola

Candidato

Achille Rossi

SOMMARIO

	_
PITOLO 1. II World Class Manufacturing	
1.1 Origini e sviluppo del WCM.	
1.2 Ideologia WCM.	
1.3 I Pilastri Tecnici	
1.3.1 Safety (SAF)	
1.3.2 Cost Deployment (CD)	
1.3.3 Focus Improvement (FI)	
1.3.4 Autonomous Activities (AM & WO)	
1.3.5 Professional Maintenance (PM)	
1.3.6 Quality Control (QC)	
1.3.7 Logistic/Customer Service (LOG)	
1.3.8 Early Equipment Management/Early Product Management (EEM/EPM).	
1.3.9 People Development (PD)	
1.3.10 Environment (ENV)	22
1.4 I Pilastri Manageriali	23
1.4.1 Management Commitment	23
1.4.2 Clarity of Objectives	24
1.4.3 Route Map	24
1.4.4 Allocation of Highly Qualified People to Model Areas	24
1.4.5 Commitment Organization.	25
1.4.6 Competence of Organization toward Improvement.	25
1.4.7 Time and Budget	25
1.4.8 Level of Detail	26
1.4.9 Level of Expansion.	26
1.4.10 Motivation of Operators	26
TOLO 2. Presentazione dell'azienda	27
2.1 FPT Industrial	29
2.2 Lo stabilimento di Torino Motori	34
2.3 Il processo produttivo NEF.	36

CAPITOLO 3. Applicazione di Advanced Kaizen	40
3.1 Pilastro Tecnico Quality Control	40
3.2 Strumenti WCM usati dal <i>Quality control</i>	43
3.2.1 Metodo delle 4M	44
3.2.2 Tecnica delle 5S	45
3.2.3 5W+1H	46
3.2.4 5WHYS	47
3.2.5 FMEA	48
3.2.6 QA-Matrix.	50
3.2.7 QM-Matrix	52
3.3 Sviluppo del caso di studio	54
CAPITOLO 4. Conclusioni	83
Ringraziamenti	86
Indice delle Figure	88
Bibliografia	91
Sitografia.	91

Introduzione

Il seguente lavoro di tesi è il risultato dell'attività formativa svolta presso la *FPT Industrial S.p.a.* – *Torino Motori* ubicata in via Puglia 59 (TO), durante la quale ho svolto un'attività di tirocinio curriculare prima e di tesi in azienda dopo, affiancando quelli che sono i Pillar Leader della **Qualità** e della **Manutenzione Preventiva**.

Più nel dettaglio, lo scopo principale di tutta l'attività è stato quello di applicare a casi reali il metodo WCM tramite i suoi TOOLS specifici, dimostrando come la soluzione di problemi più o meno complessi possa essere raggiunta tramite un metodo rigoroso e ben strutturato.

Vediamo come sono stati organizzati i capitoli che compongono l'intero lavoro:

Nel **Primo Capitolo** è stata data particolare importanza al metodo WCM, alla sua struttura composta da Pilastri Tecnici e Manageriali e agli eventi di Audit che permettono di misurare i livelli di performance raggiunti dall'impianto in seguito alle analisi eseguite dai delegati del WCM Association. Inoltre, sono stati presentati i TOOLS utilizzati durante l'intera esperienza, fondamentali per ottenere i risultati obiettivo.

Nel **Secondo Capitolo** è stata presentata l'azienda, ponendo particolare attenzione su quali sono stati i passi evolutivi che hanno portato a tale organizzazione, e come nel corso del tempo si è approcciata al WCM.

Il **Terzo Capitolo** rappresenta la parte fondamentale di tutto il lavoro, in quanto è stata descritta la mia esperienza di applicazione della metodologia ad un caso pratico.

Il **Quarto** e ultimo **Capitolo** cerca invece di fare un punto di quanto è stato svolto, attraverso delle conclusioni in cui si mettono in evidenza i benefici ottenuti ed eventuali miglioramenti possibili.

1. II WORLD CLASS MANUFACTURING

1.1 Origini e sviluppo del WCM

Il WCM è un metodo di organizzazione aziendale che fonda le sue radici sull'idea di miglioramento continuo, al fine di garantire la qualità del prodotto e la soddisfazione del cliente.

Dal punto di vista storico, il primo che ha iniziato a studiare in modo razionale la problematica relativa all'organizzazione del lavoro è stato Frederik, che nel 1890 ha introdotto i concetti di *Standardizzazione* dei tempi e *Coordinamento* delle attività. In seguito, Taylor iniziò a ricercare metodi per migliorare la produzione dal punto di vista dell'efficienza tramite una migliore organizzazione del lavoro.

Il punto di massima espressione di tali teorie si ebbe con Henry Ford, il quale nel 1910 applicò i principi del taylorismo creando la per la prima volta la catena di montaggio per la produzione della Ford Model T.

La logica su cui si basavano tali teorie era di tipo *PUSH*, e cioè una produzione basata sulla previsione della domanda da parte del mercato, che si traduceva molte volte in una produzione sovrabbondante con la seguente produzione di scarti.

In opposizione a tutto ciò, dopo la Seconda guerra mondiale iniziarono a farsi strada le teorie giapponesi della TPS (Toyota Production System), teorie di tipo *PULL* che avevano come scopo principale quello di ridurre qualsiasi tipo di spreco (sia come tempo di produzione che come materia prima utilizzata). Nacquero concetti come il *Just In Time*, *Waste Reduction* e *Pull Systems* che si riassumevano nel concetto più generale della Lean Manufacturing. La Produzione Snella infatti, al contrario del fordismo, aboliva tutto ciò che poteva essere ritenuta fonte di spreco, promuovendo invece tutti quei criteri organizzativi che mettevano in risalto la qualificazione e la flessibilità dei lavoratori.

Il termine WCM fu coniato per la prima volta da Richard Schonberger nel 1982, per indicare un modello capace di migliorare le prestazioni produttive attraverso una semplificazione del processo stesso, mettendo al centro della produzione la figura dei lavoratori rendendoli partecipi di tale miglioramento attraverso. Solo attraverso una loro analisi critica il processo poteva migliorare, mettendo in evidenza eventuali criticità e possibili soluzioni. Ripreso poi nei primi anni del nuovo millennio da parte del professor Hajime Yamashina, il WCM doveva sintetizzare il modello di *Operational Excellence* che lui stesso aveva teorizzato.

Tutti questi concetti furono introdotti in Italia in modo molto rigoroso grazie alle operazioni di Sergio Marchionne, il quale nel 2005 la implementò a tutti gli stabilimenti della società Fiat Group Automobiles prima, e a tutte le società del gruppo (CNH, Fpt Industrial, Comau) successivamente.

Come si può notare da quanto è stato esposto nel corso del paragrafo precedente, l'ideologia WCM è molto complessa e la sua sintetizzazione può essere effettuata mediante una serie di metodi di organizzazione che nel corso degli anni hanno preso via via il sopravvento. Si parla di *Lean Manufacturing* affiancata al *Total Quality Management* (TQM).

1.2 Ideologia WCM

La Lean Manufacturing, nel suo senso più stretto, riprende alcuni concetti come:

- Total Productive Mantainance (TPM), volto ad azzerare i guasti;
- Just In Time (JIT), volto ad una riduzione delle scorte;
- Total Quality Control (TQC), per una gestione della qualità a tutte le aree di business;
- Total Industrial Engineering (TIE), rivolto ad una riduzione degli sprechi.

Ognuno di questi concetti ha come scopo quello di raggiungere il target dello ZERO OTTIMALE:

- Zero incidenti;
- Zero difetti;
- Zero ritardi;
- Zero stock;
- Zero rotture;
- Zero changeover;
- Zero sprechi.

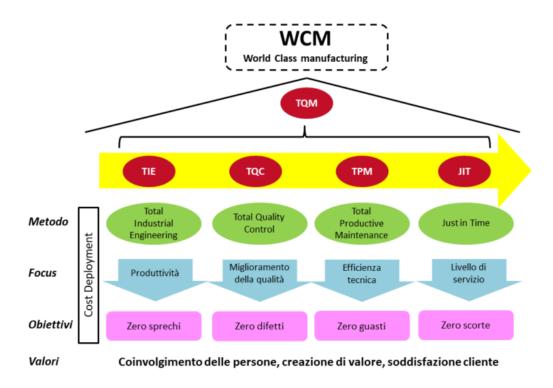


Figura 1

Inoltre, è importante evidenziare come, mentre il TQM è prettamente orientato verso il cliente, con lo scopo principale di garantire la migliore qualità possibile del prodotto offerto, il WCM ha come direzione preferenziale il *Cost Deployment*. Questo significa che qualsiasi decisione che interessa il processo produttivo e tutto ciò ad esso collegato, è presa in base all'incidenza economica che essa comporta. Pertanto, la rapidità di esecuzione e la sostenibilità possono essere considerate come le due chiavi di lettura dell'intero processo.

Dal punto di vista pratico, l'adozione dell'ideologia WCM comporta l'adesione a due percorsi che specificano nel dettaglio quali attività devono essere eseguite, e come eseguire tali attività:

- PROFONDITA' DI AZIONE: articolazione in 7 step di ogni pilastro tecnico, in modo da garantire un miglioramento continuo. La profondità si realizza tramite 3 fasi differenti:
 - a. *Fase Reattiva*: individuazione del problema e definizione delle attività correttive;
 - b. *Fase Preventiva*: studio dei processi e individuazione dei problemi per potenziare il processo;

c. *Fase Proattiva*: dopo aver analizzato il processo, si procede migliorando il processo e migliorando gli standard di lavoro.



Figura 2

• ESTENSIONE: i miglioramenti previsti non sono estesi a tutti i processi, ma si parte da una *Model Area* che deve fungere da "cavia", e solo dopo aver riscontrato gli effettivi miglioramenti si deve procedere con l'estensione a tutte le aree. Contemporaneamente sull'area modello si procede lavorando a progetti sempre più complessi, capaci di rendere sempre più efficiente il processo.



Figura 3

La valutazione dei risultati ottenuti avviene mediante una serie di AUDIT sia interni che esterni per verificare il corretto raggiungimento degli standard di performance imposti come obiettivo. Inoltre, mentre gli Audit interni sono svolti dai responsabili dei vari pilastri, gli Audit esterni sono tenuti da membri della *World Class Manufacturing Association*, e hanno l'incarico di valutare l'operato dei pilastri tecnici e manageriali attraverso un punteggio che va da 0 a 5. Il giudizio ad ogni pilastro è attribuito attraverso la seguente scala di valutazione:

- Punteggio 0: nessuna attività svolta;
- Punteggio 1: Approccio Reattivo;
- Punteggio 2: Approccio Preventivo nelle aree modello;
- Punteggio 3: Approccio Preventivo esteso in tutte le aree più importanti del plant;
- Punteggio 4: Approccio Proattivo nelle aree modello;
- Punteggio 5: Approccio Proattivo esteso in tutte le aree più importanti del plant.

Infine, la somma dei punteggi dei vari pilastri permette di definire la posizione dell'intero plant:

- 50 punti: Bronze Medal;

- 60 punti: Silver Medal;

- 70 punti: Gold medal;

- 85 punti: World Class.

1.3 I Pilastri Tecnici

Dal punto di vista organizzativo, il WCM prevede una struttura complessa composta da 10 Pilastri Tecnici che forniscono gli standard e i metodi da dover utilizzare per poter ottenere il *miglioramento continuo* di cui si è parlato in precedenza. Questi pilastri sono a loro volta affiancati dai Pilastri Manageriali che hanno lo scopo di dirigere le varie attività e fornire supporto all'implementazione del programma WCM.

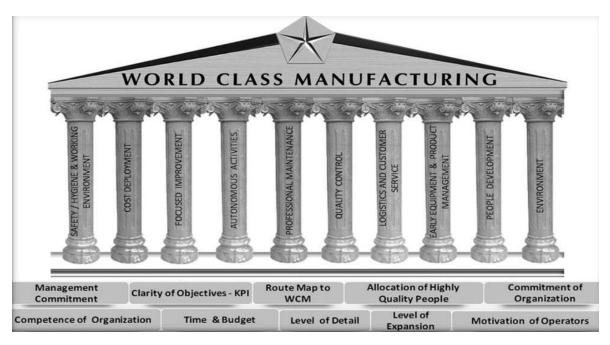


Figura 4

Vediamo ora nel dettaglio quali sono i Pilastri Tecnici e i relativi Pilastri Manageriali:

1.3.1 Safety

Il *Safety Pillar* (SAF) è il primo pilastro, e ha come scopo principale la salvaguardia della salute e la sicurezza dei lavoratori attraverso un miglioramento dell'ambiente di lavoro e l'eliminazione di tutte quelle condizioni che possono generare incidenti ed infortuni.

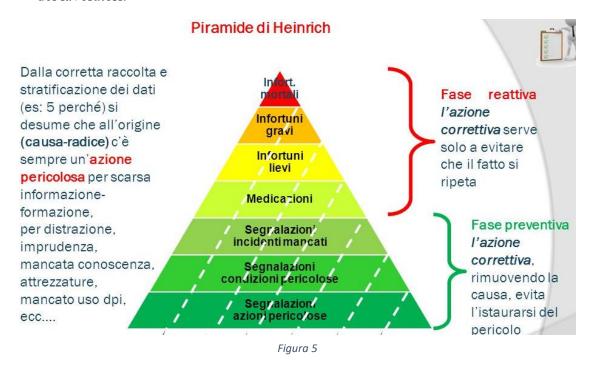
Secondo la definizione di sicurezza sul lavoro, un lavoratore deve essere in grado di svolgere le proprie attività senza esporsi al rischio di incidenti, pertanto il luogo di lavoro deve essere dotato di tutti i sistemi di protezione necessari al verificarsi di incidenti. Il percorso che il Pillar tecnico deve seguire racchiude le seguenti tematiche:

- Riduzione degli infortuni, medicazioni e malattie professionali;
- Sviluppo della mentalità di prevenzione degli incidenti;
- Miglioramento continuo dell'ergonomia della postazione di lavoro;
- Sviluppo di competenze professionali specifiche.

Dal punto di vista quantitativo, il metodo utilizzato per monitorare gli incidenti avvenuti in uno stabilimento e analizzarli nel tempo è la **Piramide di Heinrich**, che distingue gli incidenti in ordine di gravità crescente spostandosi dalla base verso la sommità. La struttura è la seguente:

Come è possibile notare, tale piramide suddivide gli incidenti in base a dei livelli di gravità crescente.

Il metodo WCM svolge principalmente due attività per la riduzione dei rischi e la salvaguardia dei lavoratori:



- Analisi del processo: su ogni attività eseguita dagli operatori si effettua un'analisi dei rischi relativi ad incidenti, condizioni o azioni insicure a cui è potenzialmente sottoposto;
- *Monitoraggio del processo*: si costruisce una matrice capace di tenere traccia di tutti gli eventi rischiosi esposti al punto precedente.

A tal proposito all'interno dell'ambiente di lavoro vengono effettuati periodicamente degli audit interni con lo scopo di valutare le condizioni di lavoro, e la logica di avanzamento delle varie attività è la seguente:

- Fase Reattiva: si esaminano le cause degli infortuni e le relative contromisure;
- Fase Preventiva: si formano gli operatori in modo da eliminare le cause radice che possono provocare gli eventi rischiosi;
- Fase Proattiva: si effettuano delle azioni su macchine, impianti e processi per standardizzare delle azioni che possono contribuire alla sicurezza dell'ambiente di lavoro.

1.3.2 Cost Deployment

Il Cost Deployment (CD), come è stato detto nei paragrafi precedenti, è il pilastro che permette di regolare tutte le attività decisionali all'interno dell'azienda. Permette infatti di valutare, pianificare e monitorare tutte le cause di perdita, e quindi classificare ogni attività in base ai potenziali benefici economici che può apportare. Lo scopo principale di ognuna di queste attività deve essere naturalmente la riduzione prima, e quindi l'eliminazione, di tutti gli sprechi.

La logica su cui si basa il Cost Deployment ripercorre i 7 STEP, e più nel dettaglio le attività previste sono le seguenti:

- STEP 1: Si parte analizzando i costi sopportati dallo stabilimento, procedendo poi con la definizione degli obiettivi per il processo di riduzione degli sprechi;
- STEP 2: Consiste nell'identificazione quantitativa delle perdite e degli sprechi, relazionandoli ai processi dentro cui si verificano. La **Matrice** A è quella che fornisce una stima generale della relazione perdita/processo, e un'indicazione dell'impatto di ciascuna perdita nel processo a cui è collegato;
- STEP 3: Si mettono in relazione le perdite causali con le perdite risultanti, e tutto ciò è fatto attraverso la definizione della **Matrice B**;
- STEP 4: Rappresenta la fase durante la quale si quantifica l'entità delle perdite descritte nelle fasi precedenti, raggruppandole nella **Matrice** C.
- STEP 5: Identifica i criteri per eliminare le perdite e gli sprechi che generano il costo maggiore, e ordina tali sprechi in base alla loro priorità, e i vari progetti sono organizzati nella **Matrice D**. Questa è identificata attraverso l'indice ICE (Impatto X Costo X Facilità), dove l'Impatto rappresenta il valore economico della perdita, il Costo è il valore economico del costo da sostenere per l'attuazione del miglioramento e infine la Facilità rappresenta il livello di difficoltà nell'affrontare la perdita.
 - Esistono inoltre due approcci per affrontare una perdita: *L'Approccio Focalizzato* permette di soffermarsi su una certa tematica e garantisce l'ottenimento di risultati in tempi brevi, *l'Approccio Sistematico* invece permette di affrontare i problemi in linea più generale. Quest'ultimo ha una durata maggiore per l'ottenimento dei risultati, ma previene il verificarsi di altre perdite.
- STEP 6: Consiste nello svolgimento di un bilancio economico Costo/Beneficio, dove il Costo è quello sostenuto per evitare la perdita, mentre il Beneficio rappresenta quanto è stato risparmiato grazie alle contromisure prese (Matrice E);

• STEP 7: Si realizza la **Matrice F**, e attraverso quest'ultima si monitorano i risultati ottenuti. Tutto questo è propedeutico per la determinazione del budget da investire per i progetti dell'anno seguente (**Matrice G**).

Gli STEP esposti sono sintetizzati qui di seguito:

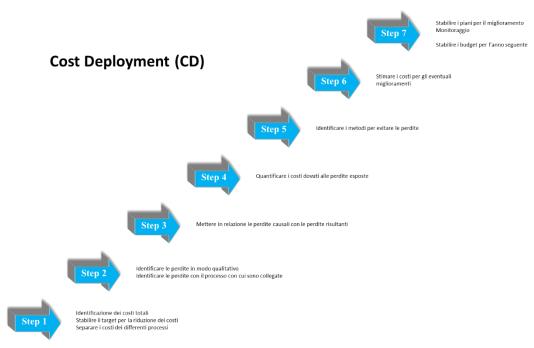


Figura 6

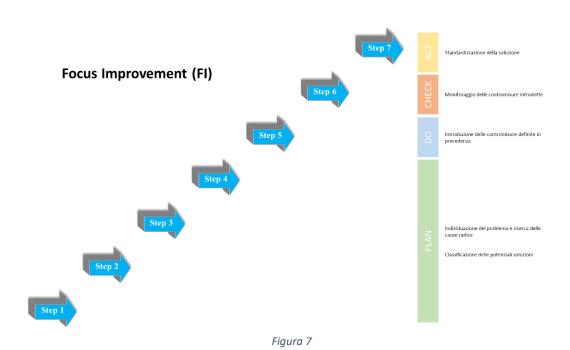
1.3.3 Focus Improvement

Il pilastro del *Focus Improvement* (FI) è strettamente legato al pilastro precedente, in quanto è relativo all'approccio focalizzato di cui si è parlato nel precedente paragrafo. Lo scopo principale è quello di eliminare nel minor tempo possibile il maggior numero di fonti di spreco, e per fare ciò si avvale di strumenti quali gli indicatori di performances (KPI) di stabilimento.

Inoltre, sono necessarie anche specifiche capacità professionali di problem solving da parte di tutti gli addetti. Lo scopo è infatti quello di migliorare l'efficacia complessiva dei macchinari, ridurre i tempi di set-up e ridurre ancora una volta gli sprechi.

Anche per questo pilastro sono fondamentali i 7 STEP, e sono direttamente collegabili con il ciclo di Deming (PDCA):

- STEP 1,2,3 e 4: Rappresentano la prima fase dell'intero processo di lavoro (PLAN) durante il quale si individua il problema e si ricercano le possibili cause radice. Fatto qusto si classificano le potenziali soluzioni al problema;
- STEP 5: È la fase operativa (DO) durante la quale sono introdotte le possibili contromisure definite negli step precedenti;
- STEP 6: Dopo aver introdotto le contromisure, si monitorano per un periodo determinato i risultati ottenuti (CHECK);
- STEP 7: Rappresenta la fase conclusiva di tutto il processo, durante la quale si standardizza la soluzione implementata nei passi precedenti (ACT).



1.3.4 Autonomous Activities

Le *Autonomous Activities* sono tutte quelle attività che interessano direttamente l'addetto alla postazione di lavoro, e garantiscono pertanto una riduzione degli sprechi mediante una semplice organizzazione autonoma della postazione di lavoro. Nel dettaglio, questo pilastro è formato da due componenti: *Autonomous Mantainance* (AM) e *Workplace Organization* (WO). Vediamole nel dettaglio:

a. Autonomous Mantainance

La Manutenzione Autonoma consiste in tutte quelle attività di manutenzione preventiva come le ispezioni, pulizia della postazione di lavoro, sostituzioni e piccole riparazioni che l'operatore può eseguire in totale autonomia. L'esecuzione di tali attività, seppur semplici, hanno la capacità di migliorare il sistema impiantistico. Molte volte infatti le cause di guasto sono da ricercarsi in un deterioramento precoce dovuto ad un ambiente di lavoro che non garantisce le condizioni standard di lavoro.

I 7 STEP della Manutenzione Autonoma sono i seguenti:

- STEP 1: Creazione delle squadre di lavoro e formazione iniziale alle attività di pulizia;
- STEP 2: Eliminazione di tutte le fonti di contaminazione;
- STEP 3: Definizione dei cicli di pulizia, ispezione, lubrificazione e serraggio;
- STEP 4: Miglioramento dei cicli di ispezione attraverso uno sviluppo sempre maggiore delle competenze degli addetti;
- STEP 5: Focalizzazione delle attività degli operatori anche attraverso il controllo della qualità generale del prodotto finale;
- STEP 6: Miglioramento degli standard iniziali;
- STEP 7: Sistema di gestione correttamente applicato.

b. Workplace Organization

La seconda attività autonoma racchiude al suo interno tutti gli strumenti necessari per la creazione di un luogo di lavoro ideale, capace di garantire la sicurezza a tutti gli addetti. Come sempre, lo scopo è quello di elevare la qualità generale del prodotto minimizzando le movimentazioni sia di materiali che di persone nelle zone con produzione intensiva, creando un posto di lavoro il più possibile ergonomico.

Le attività di cui si occupa la WO sono pertanto le seguenti: ordine e pulizia del posto di lavoro, sicurezza sul posto di lavoro, miglioramento della produttività, miglioramento della qualità del prodotto, standardizzazione delle operazioni, MURI (abbattimento dei tempi improduttivi per posizioni non ergonomiche), MURA (abbattimento dei tempi improduttivi per operazioni non standardizzate), MUDA (abbattimento dei tempi improduttivi derivanti da attività a Non Valore Aggiunto).

Tra gli indicatori utilizzati per garantire gli standard sopra indicati abbiamo il TAKT TIME, il NUMERO DI OPERATORI e la DISSATURAZIONE.

1.3.5 Professional Maintenance

Il pilastro tecnico della *Professional Maintenance* (PM), al contrario di quello precedente, riguarda tutte quelle attività di manutenzione pianificata che hanno lo scopo di ridurre a zero i guasti e le micro-fermate delle macchine e degli impianti. Lo scopo della manutenzione preventiva è inoltre quello di accrescere la durata totale degli impianti, e soprattutto quello di ridurre i costi. Rispetto alla *manutenzione a guasto*, si evitano tutti gli extra-costi dovuti alla sostituzione di quei componenti il cui danneggiamento è dovuto alla mancanza di manutenzione. tali componenti, infatti, non avrebbero subito rottura se ci fosse stata una manutenzione. Esistono più tipi di manutenzione professionale: *manutenzione a guasto* (come specificato nel corso del paragrafo), *manutenzione ciclica*, *manutenzione predittiva* e *manutenzione correttiva*.

I 7 STEP previsti dalla PM sono i seguenti:

- STEP 1: Consiste nell'eliminazione del deterioramento forzato, prevenendo contemporaneamente quello accelerato;
- STEP 2: Prevede un'analisi approfondita del guasto;
- STEP 3: Definizione degli standard manutentivi, attraverso la redazione di *Machine Ledgers*;
- STEP 4: Dopo aver effettuato un'analisi del guasto e della macchina su cui si è verificato, si definiscono i "punti deboli" in modo da allungarne la vita utile;
- STEP 5: Si definisce un piano di manutenzione ciclica;
- STEP 6: Si definisce un sistema di manutenzione predittiva;
- STEP 7: Si definisce un sistema di manutenzione pianificata, gestendo contemporaneamente i costi.

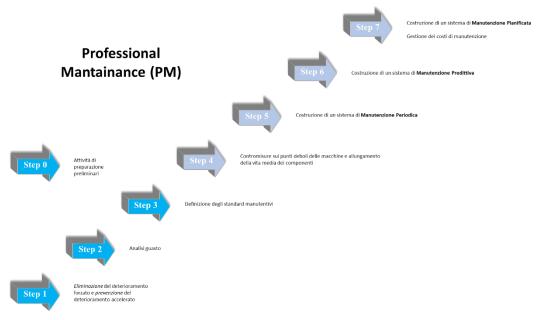


Figura 8

È importante notare che solo i primi tre STEP sono da effettuare sistematicamente, mentre i restanti sono da implementare solo nel caso in cui il macchinario utilizzato è nuovo, oppure nel caso in cui si hanno particolari criticità.

1.3.6 Quality Control

Il pilastro del *Quality Control* (QC) persegue come scopo principale quello della soddisfazione del cliente, controllando contemporaneamente che i costi siano i minimi possibili, adeguando i sistemi produttivi e infine aumentando le competenze degli addetti.

Come si può dedurre, la qualità del prodotto finale non può essere controllata unicamente a valle del processo produttivo, ma è necessario introdurre dei controlli intermedi che garantiscono le condizioni necessarie per ottenere 0 difetti.

Poiché questo è il pilastro su cui è stato sviluppato il corpo della tesi, maggiori dettagli saranno esposti nel Capitolo 3, nel quale saranno sviluppati oltre ai 7 STEP del Quality Control anche i 7 STEP della PPA che sono gli elementi su cui si basa lo strumento dell'Advanced Kaizen.

1.3.7 Logistic & Customer Service

Il settimo pilastro da analizzare è quello relativo al *Logistic & Customer Service* (LOG) ed ha come scopo principale quello di organizzare e gestire il flusso interno dei materiali, siano essi materie prime, semi-lavorati o materiali finiti e sincronizzarli con le richieste del cliente. Anche in questo caso il monitoraggio dei costi ne fa da padrone, in quanto è necessario evitare qualsiasi tipo di spreco relativo ai trasporti e tempi di consegna, riduzione del magazzino per minimizzare i flussi logistici creando un flusso continuo, e infine ridurre gli spostamenti dei materiali.

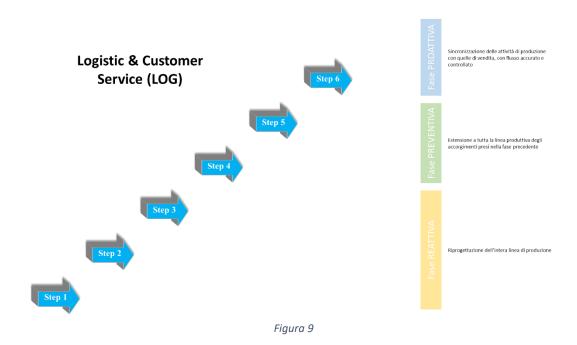
Affinché tutte le premesse sopra riportate vengano rispettate, il sistema logistico fa uso di alcuni strumenti propri del WCM:

- Value Stream Map (VSM): La traduzione letterale è Mappa Flusso Valore e dal punto di vista pratico rappresenta uno strumento di pianificazione del flusso dei processi, di analisi degli sprechi e progettazione di un piano di implementazione in modo da definire il flusso attuale dei materiali e informazioni (Current State Map), e con lo scopo di dirigersi verso un miglioramento continuo (Future State Map);
- *Kanban*: Rappresenta un sistema di rifornimento ciclico che si basa sull'idea secondo cui è necessario procedere con il rifornimento solo nel momento in cui si ha una reale richiesta a valle della produzione. Questa modalità di rifornimento ha lo scopo di ridurre sia gli sprechi dovuti all'acquisto eccessivo di materie prime, ma anche quelli dovuti alla sovrapproduzione.
- *Just In Time* (JIT): Riprende la concezione descritta al punto precedente, ma questa volta si introduce il tempo in quanto si vuole avere un rifornimento del materiale solo nel momento in cui questo serve effettivamente.

Qui di seguito sono riportati i 7 STEP del miglioramento continuo previsti da questo pilastro:

- STEP 1, STEP 2 e STEP 3: I primi 3 STEP sono quelli che rientrano in quella che precedentemente è stata chiamata *Fase Reattiva*. Lo scopo è quello di ridisegnare l'intero flusso della linea produttiva, cercando di ridurre il Lead Time, i tempi di setup dei macchinari, le dimensioni dei lotti e le movimentazioni inutili dei materiali. La gestione del materiale è effettuata mediante una logica di tipo FIFO (First In First Out) in modo da ridurre/eliminare lo stoccaggio dei prodotti finiti;
- STEP 4 e STEP 5: Rientrano nella cosiddetta *Fase Preventiva*, ha lo scopo di estendere a tutta la linea di produzione tutti gli accorgimenti presi nella fase precedente in modo da livellare la produzione e creare un flusso logistico il più continuo possibile;

• STEP 6 e STEP 7: Rappresenta la Fase Proattiva, ed ha lo scopo di sincronizzare tutte le attività di produzione con quelle di vendita, creando un flusso accurato e controllato.



1.3.8 Early Equipment Management & Early Product Management

Il pilastro *Early Equipment Management* (EEM) ha il compito di rendere gli impianti competitivi attraverso un miglioramento continuo delle fasi iniziali dei cicli di vita del prodotto, cercando di anticipare quelli che possono essere i problemi che possono sorgere durante il ciclo di produzione del prodotto stesso. Per fare ciò, la principale contromisura che può essere presa in carico è quella di utilizzare nuovi macchinari che, con l'esperienza dei precedenti, può garantire una migliore gestione delle problematiche. La conoscenza dei vecchi impianti risulta pertanto la chiave di lettura principale su cui basare la creazione dei nuovi.

I 7 STEP del pilastro in questione sono i seguenti:

- STEP 1: Pianificazione del nuovo impianto;
- STEP 2: Scheduling;
- STEP 3: Progettazione e sviluppo dell'impianto;
- STEP 4: Realizzazione dell'impianto;
- STEP 5: Installazione dell'impianto;
- STEP 6: Avvio della produzione di prova;
- STEP 7: Avvio del flusso produttivo iniziale.

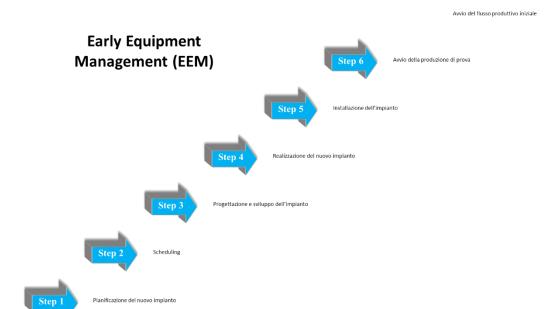


Figura 10

Analogamente all'EEM, il pilastro dell'*Early Product Management* (EPM) ribalta tutto il discorso fatto sui macchinari verso il prodotto: la stretta collaborazione tra progettisti, fornitori e produzione deve infatti permettere di introdurre nuovi prodotti nel processo produttivo, ingegnerizzare i prodotti e i processi e infine velocizzare la messa in regime della nuova produzione. I 7 STEP sono molto simili a quelli del pilastro precedente, ma si differenziano per alcuni aspetti:

- STEP 1: Pianificazione del nuovo prodotto;
- STEP 2: Creazione del concept e del design strategico;
- STEP 3: Dettaglio e sviluppo tecnico
- STEP 4: Ottimizzazione delle tecniche produttive;
- STEP 5: Verifica del processo;
- STEP 6: Avvio della produzione della preserie;
- STEP 7: Avvio della produzione definitiva.

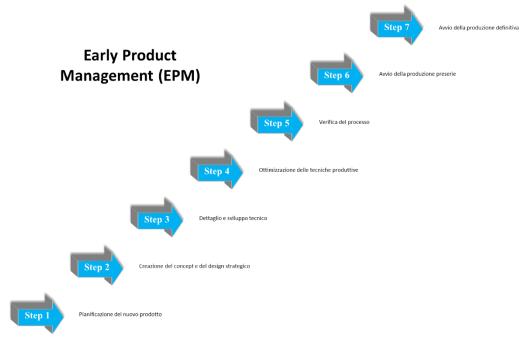


Figura 11

1.3.9 People Develpement

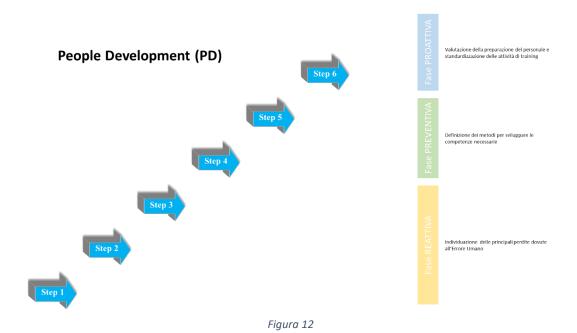
Il pilastro del *People Developement* (PD) è quello che si riferisce allo sviluppo delle competenze delle persone. Per ottenere i livelli di eccellenza esposti dal WCM, e fondamentale avere un personale adeguatamente preparato, sottoposto a continui aggiornamenti. Attività fondamentali sono quelle dei training con lo scopo di sviluppare adeguate competenze e colmare eventuali gap che possono influire negativamente sul corretto raggiungimento degli obiettivi.

Come si può dedurre, ciò che si vuole ottenere e la riduzione dell'errore dovuto all'attività umana, sviluppare le capacità tecniche necessarie, generare motivazione nelle persone e infine adattabilità degli incarichi. Naturalmente tutte le attività di training devono basarsi sull'esperienza dei risultati ottenuti dai pilastri precedenti, e di conseguenza anch'essi devono avere come obiettivo principale quello della riduzione dei costi e degli sprechi.

Gli STEP per il miglioramento continuo sono i seguenti:

- STEP 1, STEP 2 e STEP 3: I primi STEP rappresentano la *Fase Reattiva* durante la quale si individuano le principali perdite dovute all'errore umano, e che quindi sono facilmente risolvibili attraverso le attività di training esposte in precedenza;
- STEP 4 e STEP 5: Vengono definiti i metodi per sviluppare le competenze necessarie, e fanno parte della *Fase Preventiva*;

• STEP 6 e STEP 7: Sono gli STEP durante i quali si procede con una valutazione della preparazione del personale, e quindi con la standardizzazione del processo di training (*Fase Proattiva*).



1.3.10 Environment

Con il pilastro Environment (ENV), si intendono tutte quelle attività di gestione dei programmi ambientali, compresi quelli relativi alla pianificazione e gestione delle risorse per la salvaguardia ambientale. L'obiettivo principale di questo pilastro è la riduzione dei consumi energetici, riduzione delle sostanze inquinanti emesse, miglioramento dell'ambiente di lavoro (soprattutto dal punto di vista della sicurezza sul lavoro) e aumento dell'utilizzo di materiale riciclato. Anche in questo caso è utile distinguere le 3 fasi in cui raggruppare i 7 STEP:

- STEP 1 e STEP 2: È la fase iniziale (*Fase Reattiva*) durante la quale si analizza la legislazione locale e si cerca di prevedere come le varie norme possono evolversi in futuro, soprattutto considerando le varie norme antinquinamento;
- STEP 3, STEP 4 e STEP 5: Attraverso un sistema di Audit interni si analizzano le condizioni presenti nelle officine e sui luoghi di lavoro in modo da valutare quali fattori creano un impatto ambientale dannoso, e contemporaneamente si effettua un'analisi dell'impatto economico di ognuno di tali fattori (*Fase preventiva*);
- STEP 6 e STEP 7: Si definisce il piano d'azione atto a risolvere i problemi riscontrati nelle fasi precedenti (*Fase Proattiva*).

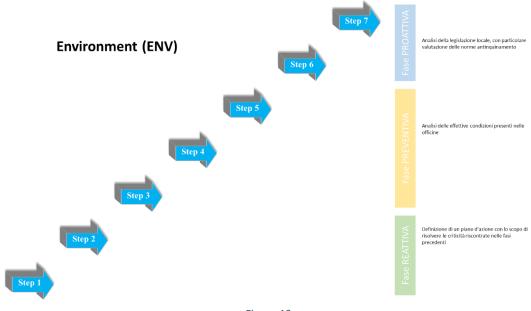


Figura 13

1.4 I Pilastri Manageriali

L'eccellenza del WCM, rispetto alla Lean Production, è dovuta al fatto che i Pilastro Tecnici presentati nei paragrafi precedenti sono tutti collegati tra di loro tramite un management che supporta il lavoro delle persone e sviluppa quel senso di appartenenza e responsabilità fondamentali per un organico efficiente. Si parla a tal proposito dei cosiddetti Pilastri Manageriali, anch'essi dieci e con lo scopo di *Organizzare, Pianificare, Motivare* e *Creare Leadership*.

Vediamo nel dettaglio quali sono tali Pilastri, e il loro compito all'interno del WCM.

1.4.1 Management Commitment

Il Management Commitment (letteralmente "Impegno di gestione") indica l'impegno necessario con cui i membri dell'organizzazione devono approcciarsi per effettuare quel cambiamento culturale e aderire al nuovo metodo di lavoro basato sulla condivisione dei valori e dei principi.

A tal proposito è fondamentale avere come prerequisito la motivazione, credendo che le pratiche del WCM siano fondamentali per poter avere vantaggi in termini di benessere e soddisfazione a livello operativo.

La componente emotiva è quella che deve guidare il management e l'organizzazione, dato che il costante impegno è importante oltre che per il risultato anche per l'identità professionale e personale.

1.4.2 Clarity of Objectives – KPI

L'azienda deve prefissarsi degli obiettivi che devono essere:

- Definiti;
- Quantificati;
- Raggiungibili e con una proiezione a lungo termine.

È pertanto necessario avere all'interno dello stabilimento delle aree apposite in cui presentare e discutere in modo periodico circa gli obiettivi da perseguire. Inoltre, i vari obiettivi devono essere anche quantificati attraverso degli indicatori (KPI) che ogni pilastro deve sviluppare in modo da rendere noti i miglioramenti ottenuti nel cammino verso il WCM. Infine è di fondamentale importanza il monitoraggio di tali miglioramenti, in quanto solo in questo modo si possono evidenziare eventuali scostamenti rispetto ai target iniziali.

1.4.3 Route Map

Dopo che il management ha fissato gli obiettivi, si crea la cosiddetta *Mappa Temporale* nella quale specificare tutti i cambiamenti che nel breve, medio e lungo periodo le singole aree devono raggiungere.

Ancora una volta è di fondamentale importanza la sintonia di ogni membro dell'organizzazione, in quanto solo in questo modo gli obiettivi possono essere trasformati in risultati effettivi.

1.4.4 Allocation of Highly Qualified People to Model Areas

Come detto anche in precedenza, è fondamentale nel WCM la formazione del personale per acquisire sul campo i concetti e la metodologia. Pertanto, è necessario inserire all'interno dei vari team delle aree modello, degli esperti che conoscono accuratamente il metodo e che siano in grado di insegnarlo. Il monitoraggio delle performance e la coerenza rispetto alla Route Map spettano comunque al leader del pilastro.

Il monitoraggio verte su tre aspetti:

- KPI: I risultati sono analizzati attraverso il conseguimento di obiettivi prefissati;
- Metodo e strumenti appropriati;
- Formazione degli addetti e verifica dei progressi.

1.4.5 Commitment Organization

Per il raggiungimento dei risultati, è necessario che sia l'organizzazione in prima linea a fornire tutti gli input per l'implementazione del metodo e l'avanzamento. Le fasi su cui si basa tale pilastro sono le seguenti:

- Analisi delle problematiche;
- Sviluppo di programmi dettagliati per la risoluzione di tali problematiche;
- Sviluppo di tecniche e conoscenze per risolvere i vari problemi;
- Ricerca di nuovi metodi da parte dei leader dei pilastri, per migliorare continuamente una volta aver raggiunto l'obiettivo imposto.

1.4.6 Competence of Organization toward Improvement

Per raggiungere il risultato degli zero sprechi, il WCM utilizza vari strumenti tra cui software presenti nell'azienda che permettono di raccogliere informazioni, modalità, tempi, responsabilità e costi. Dopo la raccolta di tali informazioni, è necessario avere dei metodi analitici capaci di comprendere i risultati ottenuti in modo da poter regolare di conseguenza le contromisure più adeguate.

1.4.7 Time and Budget

Ogni azione correttiva non può avere luogo se non dopo un'accurata analisi dei tempi e dei budget a disposizione. Solo attraverso una conoscenza preventiva del *budget* a disposizione è possibile definire con esattezza i mezzi, le risorse da impiegare, i costi aziendali e le contromisure da adottare.

Il *tempo* invece rappresenta il fulcro di questo pilastro, in quanto una sua analisi assicura che i lead time e i tempi di risposta siano adeguati ed eventualmente permette di analizzare le cause dei ritardi al fine di ottimizzarli.

1.4.8 Level of Detail

L'individuazione delle fonti di perdita e di spreco può avvenire solo attraverso un'analisi approfondita dei processi e delle problematiche, in modo da focalizzare l'attenzione e le risorse principalmente su quei fattori che hanno un impatto maggiore sull'azienda. Sebbene il raggiungimento di un elevato livello di dettaglio sia una cosa molto complessa da raggiungere, è comunque di fondamentale importanza in quanto permette di ottenere i seguenti benefici:

- Conoscenza della causa radice di un problema;
- Identificazione delle cause del problema;
- Ottimizzazione delle risorse;
- Risoluzione del problema.

1.4.9 Level of Expansion

L'obiettivo del pilastro è quello di espandere tutti gli strumenti e i metodi a disposizione a tutto il sistema produttivo. Ogni pilastro deve quindi priorizzare i processi e, muovendosi in ordine di classe (partendo dalla AA), deve proseguire fino a comprendere tutto lo stabilimento per ottenere i migliori risultati possibili.

1.4.10 Motivation of Operators

L'ultimo pilastro, ma non per importanza, è quello che riguarda la *motivazione* e il *coinvolgimento* di tutti coloro che prendono parte alle attività aziendali. Questo può essere ottenuto solo mediante una partecipazione attiva al processo di sviluppo aziendale, rendendo noto il programma da attuare e definendo i vari team di lavoro.

Lo stato di coinvolgimento può essere verificato attraverso i seguenti fattori:

- Numero di Suggerimenti/Quick Kaizen realizzati dagli operatori;
- Monitoraggio del tasso di assenteismo;
- Monitoraggio degli obiettivi.

Quindi al fine di raggiungere un elevato grado di coinvolgimento è necessario formare gli operatori, creando un sistema capace di gratificarli e incentivare la sana competizione.

2. PRESENTAZIONE DELL'AZIENDA

CNH Global è una società Italo-Statunitense attiva nel settore dei *Capital Goods*, e la cui nascita risale al 1999 con l'acquisizione della Case Corporation da parte del Gruppo FIAT e con la fusione con New Holland N.V. L'ambito di specializzazione era il settore delle macchine per l'agricoltura e per il movimento terra. Solo nel 2013, in seguito all'unione tra FIAT Industrial e CNH Global, nasce CNH Industrial che vanta 66 stabilimenti e 53 centri di ricerca e sviluppo con un business esteso a 180 mercati nazionali. Tali mercati risultano estesi ai 4 continenti in modo strategico, puntando a creare una rete efficiente tra *fornitori* e *clienti*.

La collocazione degli stabilimenti presenta la suddivisione nelle seguenti macroaree geografiche: EMEA (che comprende Europa, Africa e Medio-oriente), NAFTA (per il Nord America), LATAM (per l'America Latina) e APAC (per il sud-est Asiatico).



Figura 14

Per quanto riguarda i settori su cui CNH Industrial opera, questi sono coperti da diversi brands:

 MACCHINE PER IL MOVIMENTO TERRA: Case Construction e New Holland per la produzione di carrelli elevatori fuoristrada, pale gommate, escavatori cingolati e gommati e moto trivellatrici; ci sono inoltre i marchi STEYR per il mercato europeo e Miller per il mercato nord-americano e australiano;



Figura 15

VEICOLI INDUSTRIALI E AUTOBUS: esistono diversi marchi che operano nei diversi
settori segnalati: IVECO per la costruzione di veicoli commerciali, IVECO BUS per i
trasporto urbano e interurbano, IVECO DEFENCE VEHICLES per la produzione di mezzi
per la difesa e protezione civile, IVECO ASTRA per quanto riguarda i mezzi pesanti off-road,
da miniera, da cava, da cantiere ecc, e infine MAGIRUS per la progettazione e costruzione di
mezzi antincendio;



Figura 16

• POWERTRAIN: FPT Industrial è il settore CNH che si occupa della progettazione, produzione e vendita dei sistemi di propulsione e trasmissione per camion, veicoli stradali e off-road, e per applicazione come la power-generation.



Figura 17

2.1 FPT Industrial

Oltre che per i mezzi di trasporto, FPT Industrial è leader anche nel settore per la produzione di trasmissioni, ponti e assali.

Lo scopo principale è quello di portare soluzioni tecnologicamente avanzate e innovative, puntando all'ottenimento di prestazioni sempre più elevate, e mantenendo il rispetto delle normative antinquinamento.

Per quanto riguarda la produzione dei propulsori, la gamma proposta è estremamente ampia proprio per poter rispettare l'elevato numero di applicazioni: si parla infatti di cilindrate che vanno da 2,3 litri a 20 litri, potenze da 42 ad oltre 1000 CV e cambi longitudinali a 5/6 marce con coppie massime di 470 Nm.

Come detto in precedenza ogni motore viene prodotto rispettando e anticipando le normative antinquinamento vigenti, tra cui la Euro 6 e Tier 4B.

Le *cinque famiglie* di motori prodotte sono dotate di sistemi di alimentazione multivalvole ad alta pressione controllo elettronico (sistemi di alimentazione common rail), sistemi di sovralimentazione a geometria fissa o variabile (anche a doppio stadio) e infine sistemi per il controllo delle emissioni.

Le famiglie di cui si è parlato sopra sono le seguenti:

• **VECTOR**: Prodotto per la prima volta nel 2017 nello stabilimento di Torino, il Vector è un motore che trova principale applicazione per veicoli off-road di elevate

dimensioni dedicati all'agricoltura. La sua struttura V8 con due turbocompressori ottimizzati, garantisce elevate prestazioni nonostante l'elevata compattezza, che permette di avere attriti ridotti rispetto ai più comuni V12. Inoltre, la riduzione dei consumi e delle emissioni sono garantiti dalla soluzione di post-trattamento dei gas di scarico Tier4 Final/Stage V composto da un sistema SCR (e senza valvola EGR) che non richiede manutenzione durante tutto il ciclo di vita e non necessita di fermo macchina durante le fasi di rigenerazione dei filtri. Per quanto riguarda il sistema di scarico, la nuova forma ottimizzata permette di migliorare la fluidodinamica dei gas di scarico, compensando le onde di pressione per prestazioni ed efficienza superiori;



Figura 18

• CURSOR: É un motore impiegato principalmente per veicoli commerciali, anche se è impiegato anche nel settore marino. Esistono più configurazioni differenti per soddisfare le elevate richieste in termini di prestazioni e applicazioni. I modelli sono accomunati dalla configurazione a 6 cilindri in linea, che rappresenta la soluzione ideale per applicazioni come il trasporto pesante, raccolta di rifiuti e trasporto urbano/interurbano.

Inoltre, i Cursor 9 e i Cursor 13 sono disponibili anche nelle configurazioni CNG (Gas Naturale Compresso) e LNG (Gas Naturale Liquefatto), i quali, rispetto ai motori Diesel tradizionali, lavorano con rapporti di combustione prossimi allo stechiometrico che permettono di ridurre al minimo le emissioni di CO₂. Come nel caso del Vector, non sono previsti sistemi EGR o SCR per il trattamento dei gasi di scarico.

Infine, altra innovazione apportata dal Cursor 9 è quella dell'iniezione *Common-Rail*, in cui la pompa ad alta pressione è messa in moto da ingranaggi.



Figura 19

• **NEF:** Questa serie nasce nel 2001, ed è prodotta totalmente nello stabilimento di Torino. Dal punto di vista applicativo è quella più versatile, visto che trova impieghi in ambiti come *agricoltura, edilizia, on-road, power generation* e *veicoli marini*. Questa grande versatilità è garantita dalle configurazioni 4 cilindri (N45) e 6 cilindri (N67), disponibili a loro volta con *design strutturale* (per applicazioni off-road) e *design non-strutturale* (per applicazioni on-road).

Entrambe le soluzioni proposte rispettano le normative antinquinamento previste, e le soluzioni utilizzate permettono oltre che una riduzione dei consumi, anche l'aumento degli intervalli di manutenzione. Per quanto riguarda il trattamento dei gas di scarico, è previsto un pacchetto dedicato composto da DOC, SCR-su-filtro, sistema di iniezione AdBlue (cioè un impianto del fluido antinquinamento) e infine sensori e collettori. Tutti questi sono già inclusi all'interno del sistema dei gas di scarico.

Ulteriore applicazione dei motori NEF è in ambito marino/sportivo dove l'imbarcazione della FB Design spinta da 3 motori turbodiesel N60 da 480 CV ha vinto la Round Britain, la più lunga gara di motonautica del mondo; nel 2010 invece la RED FPT si è aggiudicata la *Coppa del Mondo UIM Marathon* e l'*Harmsworth Trophy*, motorizzata da 4 motori NEF67 con 600 CV.





Figura 20

• **F5:** Questo motore risulta la più compatta e flessibile soluzione per applicazioni rivolte a mezzi leggeri e medi, come possono essere furgoni o piccoli camion. Ci si trova d'avanti ad un motore 4 cilindri/16V con potenze da 56 a 105 kW. Inoltre, per quanto riguarda l'alimentazione, è dotato di un sistema di iniezione Common Rail che, abbinato ai nuovi componenti studiati appositamente (pistoni e turbocompressori), permette di avere un incremento della potenza erogata di circa il 14%. Tali turbocompressori ad azionamento elettronico mediante la valvola Wastegate, permettono di avere un incremento della tempestività di risposta del motore, nel caso in cui il carico varia repentinamente.



Figura 21

F28: La seguente serie di motori si va ad affiancare all'F5 dal punto di vista della compattezza, anche se sono da evidenziare la profonda innovazione tecnologica, produttività e basso impatto ambientale. Caratteristiche queste che sono valse per la premiazione come *Engine of the Year* durante la fiera di Agritecnica nel 2019. Rispetto all'F5 sono state ridotte ulteriormente le dimensioni, offrendo pertanto la soluzione ideale per le macchine agricole e movimento terra di piccole dimensioni. È un motore dotato di prestazioni ridotte, da 37 a 75 kW, abbinato ad un sistema di iniezione Common Rail ed una coppia massima di 375 Nm. Dal punto di vista dell'alimentazione, esistono due configurazioni: la prima alimentata con Gas Naturale, mentre la seconda è una configurazione con motore Diesel.



Figura 22

Nonostante questo, comunque, le due motorizzazioni sono caratterizzate dalla stessa cilindrata, stessi componenti di base e stesso sistema di post-trattamento dei gas di scarico. Tale trattamento è composto dall'alternarsi di alcuni componenti quali il *Sistema DOC*, *Sistema SCR* e *AdBlue/DEF*. Il primo permette di ossidare alcuni componenti dei gas di scarico convertendoli in CO₂ e acqua, mentre il filtro catalitico abbinato all'iniezione di un reagente chimico permette di ridurre la quantità di NO_X in

uscita, trasformandoli in ammoniaca (NH₃). Queste soluzioni garantiscono un aumento della durata del motore, con intervalli di manutenzione prolungati.

2.2 Lo stabilimento di Torino Motori

Lo stabilimento FPT Industrial presso cui ho svolto le attività di tirocinio e quindi di tesi, è situato in via Puglia 59, ed è uno dei principali stabilimenti italiani FPT viste le elevate quantità di motori prodotte annualmente: oltre 200.000 unità annue come *massima* produttività, e più di 1.000 impiegati.



Figura 23

Andando più nel dettaglio, sono prodotti tutti i motori della serie NEF, oltre a prendere parte anche allo sviluppo delle serie F5 e Vector. Come già detto nei paragrafi precedenti, ogni tipologia di motore presenta una grande quantità di varianti in base alle diverse applicazioni, e questo rende ancora più complessa la struttura organizzativa e gestionale dell'intero impianto.

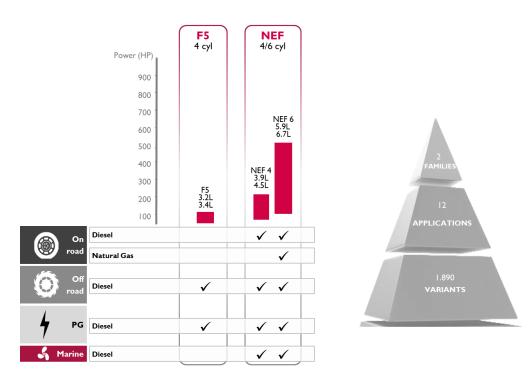


Figura 24

Inoltre, un'altra considerazione da fare è rispetto all'applicazione della metodologia WCM: dal 2007, anno in cui la FPT Industrial ha intrapreso questa direzione, tutte le attività sono sottoposte ad un miglioramento continuo che ha permesso di ottenere il *Bronze Award* nel 2013 e *Silver Award* nel 2016 con 60 punti. Attualmente l'obiettivo è quello di raggiungere il *Gold Award*.

Lo stabilimento è organizzato secondo il modello della *Fabbrica Integrata*, che si fonda su 3 livelli:

- 1. Direzione di Stabilimento;
- 2. Unità Operative;
- 3. **Team Tecnologico**, costituito dalle seguenti figure:
 - Responsabile del Gruppo Integrato (RGI): ha il compito di gestire le risorse umane sia dal punto di vista professionale che dal punto di vista motivazionale;

- Tecnologo del Gruppo Integrato (TGI): ha il compito di definire e migliorare tutti gli aspetti collegati ai cicli di lavoro, metodo e flussi;
- Team Expert (TE): ha il ruolo di assistere tecnicamente gli operai del team, sia dal punto di vista della produzione che da quello della qualità relativa alla produzione;
- Operaio di Team: è colui che ha il compito di realizzare la produzione assegnata.

È importante specificare che tutte le attività delle Unità Operative si integra con le attività degli altri dipartimenti, e cioè:

- PTS Plant Technical Support;
- Qualità;
- Finance;
- Logistica;
- Environment & Safety;
- Work Analysis;
- WPS;
- Launch;
- Risorse Umane.

2.3 Il processo produttivo NEF

Il processo produttivo della variante NEF è il più complesso, in quanto comprende oltre che al montaggio anche la lavorazione delle teste motore e dei basamenti:

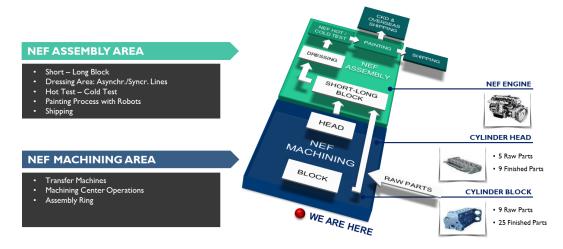


Figura 25

Come si può notare dal flusso delle operazioni, il processo parte dal NEF MACHINING AREA durante la quale sia le teste che i basamenti subiscono delle lavorazioni per asportazione di truciolo (sia sgrossatura che finitura).

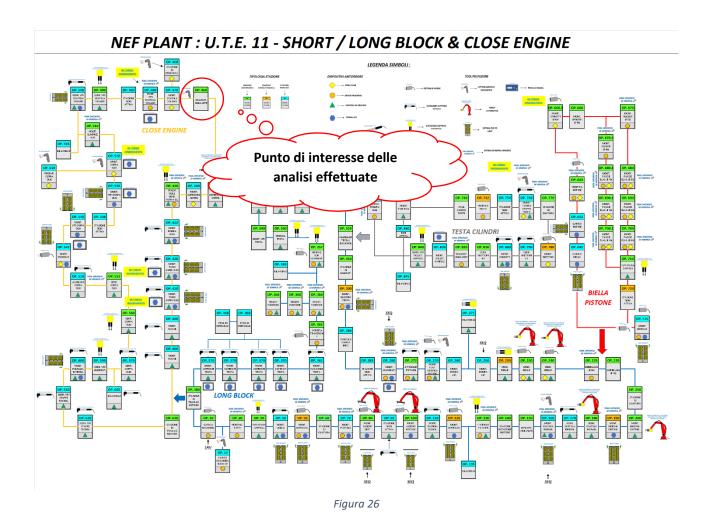
Vengono quindi spostate nella successiva NEF ASSEMBLY AREA, nel corso della quale si esegue il montaggio del motore.

A sua volta questa area è suddivisa in più Unità Tecnologiche:

- UTE 11 Short/Long Block: qui si effettua l'assemblaggio di tutte le componenti relative al *Core Engine*, quindi pistoni, bielle, albero motore, valvole ecc;
- UTE 13 Dressing Line: composta dalla Linea Sincrono e dalle Baie Asincrone, e si effettua l'assemblaggio dei sottogruppi Acqua, Gasolio e Olio;
- UTE 15 Hot Test/Cold Test: si effettuano i test a caldo e a freddo dei motori assemblati precedentemente;
- UTE 17 Painting Line: si effettua la verniciatura dei motori;
- SHIPPING: è il reparto in cui il motore è pronto per essere spedito ai vari clienti.

2.3.1 Area di interesse – Short/Long Block

In questo capitolo sarà presentata più nel dettaglio la UTE 11, all'interno della quale si trova la postazione oggetto delle successive analisi. In particolare, l'organizzazione delle varie postazioni è la seguente:



I colori e i simboli con cui sono contrassegnate le postazioni, ne caratterizzano le proprietà:

- RIEPILOGO STAZIONI E SISTEMI U.T.E. 11 -



Figura 27

Dalla precedente figura è possibile notare la complessa struttura organizzativa dell'intera area: quest'ultima è composta da quattro anelli, all'interno dei quali avviene il progressivo montaggio dei componenti sul motore.

Gli anelli in questione sono i seguenti:

- Short/long block;
- Testa Cilindri;
- Biella/Pistone;
- Close Engine.

Il punto di partenza è la **OP.10** di *Carico dei Basamenti* sulla linea all'interno del primo anello. Analogamente a questa postazione ci sono le **OP.740** (nell'anello Testa Cilindri) e le **OP.641/642** (nell'anello Biella/Pistone) che sono rispettivamente le postazioni di *Carico delle Teste* e di *Carico delle Bielle/Pistoni*.

Se si considerano i singoli anelli, ad ogni postazione si ha l'accoppiamento degli accessori con i sottogruppi appena citati, fino ad arrivare alle postazioni di contatto tra gli anelli. Tali postazioni sono le **OP.220/223/225/228** nelle quali avviene l'inserimento del gruppo Biella/Pistone nei Cilindri.

Successivamente, nella **OP.320** si ha l'accoppiamento delle Teste con i Basamenti. Infine, nella **OP.380** c'è il ribaltamento di 180° del motore con lo scopo di inserirlo nell'ultimo anello del Close Engine. È in questa posizione che si colloca la postazione **OP.460** di *Deposito del Sigillante*, oggetto dell'analisi effettuata nel capitolo seguente.

Ultima postazione da dover notare è la **OP.630**, nella quale c'è lo *Scarico del Motore* che a questo punto è pronto per il trasferimento nella successiva area di Dressing.

3. APPLICAZIONE DI ADVANCED KAIZEN

Entrando più nel dettaglio delle attività che mi hanno coinvolto durante il tirocinio in FPT Industrial, c'è il supporto ai responsabili della *Manutenzione Preventiva (PM)* e del *Controllo Qualità (QC)* nelle loro attività di gestione e soprattutto di controllo del corretto svolgimento dei vari progetti. Ricordiamo inoltre che la direzione preferenziale verso cui ci si deve muovere è quella che mira al raggiungimento della condizione di zero difetti e zero sprechi, concetti ereditati dal WCM.

Qui di seguito sarà sviluppata una delle varie attività a cui ho preso parte attivamente in ambito QC, che consiste nell'applicazione di un Advanced Kaizen ad un caso reale per la soluzione di una problematica che comportava un accumulo di "Non conformità". Nello specifico si analizzerà il problema di accumulo di sigillante su di una scatola copri-volano. Per gran parte dei componenti prodotti risultava quindi necessario effettuare delle operazioni di revisione e riparazione per ristabilire le condizioni ottimali previste da progetto.

3.1 Pilastro tecnico del Quality Control

Come già accennato nei paragrafi precedenti, il Pilastro Tecnico del *Quality Control* ha come obiettivo principale quello di assicurare il rispetto degli standard previsti, riducendo al minimo i costi e adeguando tutto ciò che ad esso è collegato, come il processo produttivo, le ingegnerie di produzione e i costi delle materie prime.

Poiché per ottenere valore è necessario che un'impresa assicuri un'elevata qualità dell'output, allora bisogna proporsi l'obiettivo degli zero difetti, attraverso un'attenta analisi e controllo del processo stesso.

La qualità può essere migliorata e resa più stabile solo se, andando nel dettaglio del processo produttivo, si individuano e si eliminano le cause radice, e poi si pongono le condizioni affinché queste non si ripresentino. Quindi ciò che si vuole ottenere è un prodotto perfetto subito, che non necessita di un ulteriore controllo a valle della produzione.

Riassumendo, le fasi notevoli sono le seguenti:

- *Individuazione* delle non conformità, con la *definizione* degli standard operativi desiderati;
- Controllo costante in modo da garantire nel tempo tali standard.

Prima di andare nel dettaglio di quali possono essere le cause delle *Non Conformità*, è di fondamentale importanza essere a conoscenza delle conseguenze in modo tale da creare la

giusta consapevolezza delle possibili perdite: dal punto di vista della *Produzione* c'è diminuzione del valore produttivo; sotto il profilo della *Qualità* c'è perdita d'immagine ed insoddisfazione dei clienti; sotto il profilo dei *Costi* si ha un incremento dei costi dovuti alle attività di emergenza, scorte a monte e a valle e sprechi di energia, materiale e tempo; infine la *Motivazione del personale* è destinata a decadere a causa dell'insoddisfazione del lavoro svolto.

Ricercando ora le possibili cause del difetto, attraverso l'Analisi delle 4M è possibile stabilire se le cause sono da imputare al MAN, MATERIAL, METHOD e MACHINE. Questa distinzione permette di utilizzare due diversi approcci: per i primi 3 si usano i 7 STEP del Problem Solving, mentre nell'ultimo caso si usano i 7 STEP della Quality Mantainance.

Poiché il caso in questione è da imputare ad un difetto di tipo Macchina, nel seguito si svilupperanno i 7 STEP della Quality Mantainance:

- STEP 0: Consiste nell'identificazione del difetto, analizzando quindi il fenomeno e confrontando la Non Conformità con quanto è previsto da progetto. Ogni scostamento da quest'ultimo deve essere sottoposto ad un'analisi approfondita;
- STEP 1: Si procede verificando i parametri di processo OK e KO, soffermandosi su quelli che hanno determinato l'instaurarsi del problema. Si determina una prima X-Matrix e di conseguenza la matrice 5G;
- STEP 2: Dopo aver determinato i parametri KO, è necessario ripristinarli prima e monitorarli poi, in modo da valutare se è rispettata la condizione degli zero difetti;
- STEP 3: La successiva attività da fare è quella di analizzare più nel dettaglio cosa accade all'interno del processo ricercando *altri parametri critici*, la cui non conformità possono comportare l'instaurarsi del problema. È in questo punto del processo che, nel caso di difettosità con causa radice sconosciuta, si va ad inserire la PPA;
- STEP 4: Dopo aver determinato i parametri critici su cui effettuare le analisi, risulta necessario verificarli e monitorarli, valutando la condizione per gli zero difetti;
- STEP 5: Questa fase consiste nell'aggiornamento della X-Matrix, e di conseguenza della matrice 5G, introducendo ulteriori parametri da controllare in quanto potenziali cause di errore;
- STEP 6: Si procede con la valutazione dell'efficacia delle contromisure adottate nelle fasi precedenti attraverso la definizione del *Q-Factor*, e cioè un parametro determinato attraverso dei punteggi parziali in base al grado di soddisfazione.

• STEP 7: È l'ultimo passo previsto dalle attività dei 7 STEP della Quality Mantainance (Figura 28), e se nelle fasi precedenti l'obiettivo principale era quello di stabilire *l'efficacia* delle contromisure, in questo momento ci si sofferma sulla *sostenibilità* economica di tali contromisure, verificando che il rapporto Benefici/Costi sia sempre maggiore dell'unità.

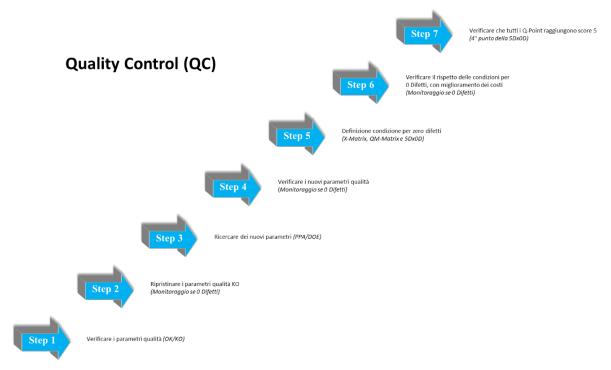


Figura 28

Come è stato anticipato nel corso del precedente paragrafo, all'interno dello STEP 3 si vanno ad inserire anche i 7 STEP della PPA per garantire un'analisi più accurata delle non conformità, con la conseguente soluzione del problema (Figura 29):

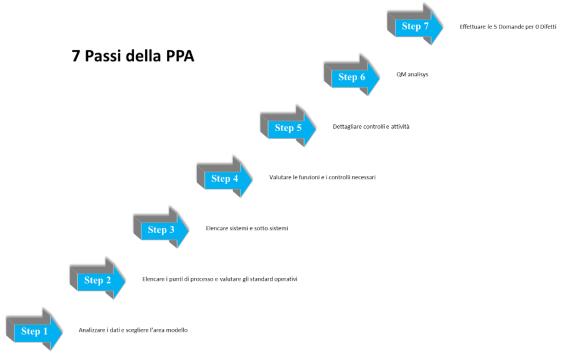


Figura 29

3.2 Strumenti WCM usati dal Quality Control

Come detto nei capitoli precedenti, ogni Pilastro Tecnico WCM ha la possibilità di utilizzare degli strumenti di analisi per far fronte alle problematiche che di volta in volta si presentano. In particolare, nel seguente paragrafo saranno presentati gli strumenti utilizzati dal QC che saranno usati nel seguito della trattazione. Più nel dettaglio, tali strumenti sono:

- Metodo delle 4M;
- Tecnica delle **5S**:
- **5W**+1H;
- 5WHYS;
- FMEA;
- QA-Matrix, Quality Assurance Matrix, per analizzare l'origine delle non conformità;
- **QM-Matrix**, Quality Mantainance Matrix, per determinare gli standard di manutenzione tali da garantire gli standard di qualità richiesti.

3.2.1 Metodo delle 4M

Questo metodo permette di identificare le cause che incidono su un determinato effetto, che essendo qualcosa di misurabile è da non confondere con le modalità di manifestazione del problema. Secondo le teorie giapponesi, le cause possono essere ricondotte a 4 elementi che sono:

- MAN: È relativo alla manodopera, in quanto il ruolo delle persone risulta fondamentale e degli operatori che hanno ricevuto una formazione adeguata garantiscono una riduzione notevole delle non conformità di processo;
- MATERIAL: L'utilizzo di materie prime di elevata qualità garantisce l'ottenimento di un prodotto finito anch'esso di elevata qualità;
- METHOD: Riguarda il metodo utilizzato nel processo produttivo, e rappresenta qualcosa che oltre ad essere efficace deve essere ripetibile con facilità;
- MACHINE: È relativo alle macchine adibite alla produzione, e una inefficienza di queste può provocare oltre che ad una riduzione della produttività, anche una riduzione della qualità del prodotto finale.

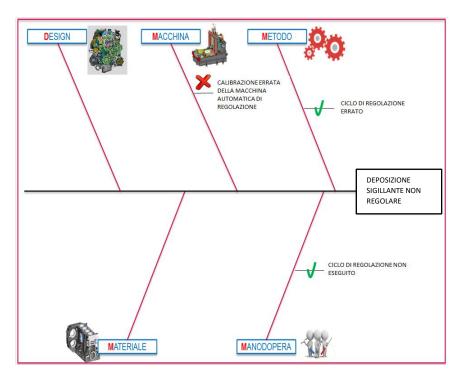


Figura 30

3.2.2 Tecnica delle 5S

Metodo nato anch'esso dalla cultura giapponese, impone di eliminare tutto ciò che può essere considerato uno spreco (MUDA in giapponese). Questo approccio ha lo scopo di ottimizzare gli standard di lavoro e migliorare le performance operative, in quanto tutto ciò che non è strettamente collegato con il processo è destinato a dissipare le risorse, aumentando anche i costi di gestione stessi. Le *5S* in questione sono le seguenti:

- SEIRI (organizzare): consiste nella rimozione dalla postazione di lavoro di tutti quegli strumenti che non sono necessari allo svolgimento delle attività produttive;
- SEITON (riordinare): metodo di organizzazione degli strumenti di lavoro tale da garantire facilità, uso e sistemazione degli stessi;
- SEISO (pulire): la presenza di un posto di lavoro pulito è ciò di cui si ha bisogno per avere una produzione efficiente ed efficace;
- SEIKETSU (standardizzare): definisce le contromisure necessarie da attuare per avere posti di lavoro e risorse (sia umane che di materie prime) tali da garantire gli standard che ci si è imposti;
- SHITSUKE (sostenere): cercare di protrarre nel tempo tutte le contromisure e gli standard sopra citati, in modo da renderli abitudinari e quindi facili da sostenere.



Figura 31

3.2.3 5W+1H

Questo metodo permette di partire dalla descrizione del fenomeno per analizzare le risposte alle domande che vengono proposte. Scopo principale è quello di analizzare in modo critico il problema, in modo da dettagliarlo il più possibile e trovare una soluzione. I gruppi di domande a cui rispondere sono le seguenti:

- WHAT (Cosa?): Si cerca di determinare cosa accade e qual è la manifestazione del problema;
- WHEN (Quando?): Si vuole sapere se ci sono dei contesti particolari che portano al verificarsi del problema, sia come fase di avanzamento del processo che eventualmente come turno lavorativo particolare;
- WHERE (Dove?): Risponde alla domanda "Dove il problema si è manifestato?", e cioè in quale posizione particolare del prodotto ci sono le maggiori evidenze;
- WHO (Chi?): Ci si chiede se la causa può essere determinata dall'azione umana, nel caso in cui l'operazione risulta manuale o semi-automatica, oppure da un cattivo funzionamento della macchina se l'operazione è totalmente automatizzata;
- WHICH (Quale?): Si vuole determinare se il problema si manifesta in modo del tutto casuale oppure ci sono delle condizioni particolari che comportano alla determinazione, e inoltre con quale frequenza si verifica;
- HOW (Come?): È la domanda che permette di concludere il ciclo, in quanto permette di fare un'analisi dettagliata di come ci si discosta rispetto agli standard di prodotto.

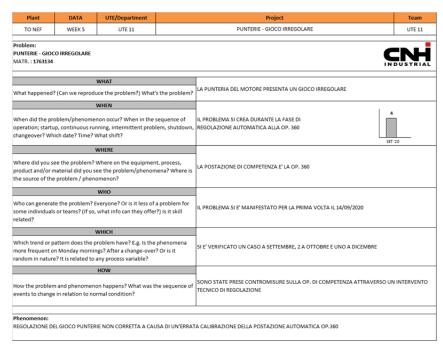


Figura 32

3.2.4 **5WHYS**

Il metodo dei 5 PERCHÉ permette di fare un'analisi critica del fenomeno, cercando di creare quella *relazione* naturale *di Causa-Effetto* tra Difetto Macchina e Manifestazione del Problema. Lo scopo è quello di identificare la *Causa Radice* del difetto non fermandosi alla causa apparente (cioè quella che può essere determinata attraverso un'analisi approssimata del problema), ma ponendosi più volte la domanda "Perchè?" per scavare a fondo tra sintomi del problema stesso.

I vantaggi che derivano dall'utilizzo di questo metodo sono i seguenti:

- Permette di scavare a fondo tra le cause del problema;
- Permette di determinare la relazione che può coesistere eventualmente tra le cause di un difetto, in quanto molte volte più cause sono correlate tra di loro,
- È un metodo facilmente implementabile nelle analisi, anche senza l'ausilio di strumenti statistici in quanto sfrutta principalmente l'osservazione e la capacità di problem solving;
- Permette, infine, di arrivare in modo relativamente semplice alla soluzione del problema.

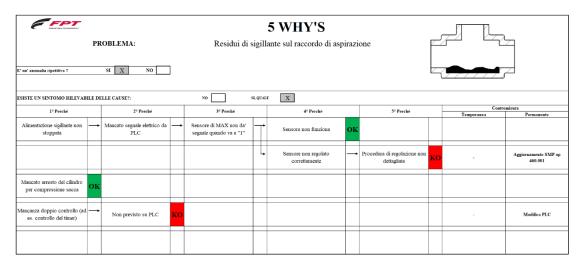


Figura 33

3.2.5 FMEA

La FMEA, acronimo di *Failure Mode and Effect Analysis*, è un metodo di analisi di tutte le criticità relative ad un determinato processo produttivo, e viene utilizzato per determinare le modalità di guasto o di difetto di un prodotto. Più nello specifico, *Failure Mode* rappresenta le modalità con cui un difetto o guasto si manifesta nel processo, mentre l'*Effect* è l'impatto del guasto sul prodotto o sul processo. Questo impatto, è sia economico, oltre che tecnico.

Poiché è una metodologia abbastanza complessa, la sua divisione in STEP successivi risulta necessaria:

- FASE PRELIMINARE di Individuazione del Difetto: durante questa fase si procede facendo un'analisi critica di come avviene il flusso produttivo, cercando di dettagliare il più possibile gli elementi che hanno impatto elevato sulla qualità finale del prodotto, e individuando i potenziali modi di guasto che si possono presentare durante le fasi di produzione e di utilizzo del prodotto stesso. È importante specificare che per *guasto* si intende tutto ciò che si discosta dalle condizioni di funzionamento nominali, e non una rottura nel senso stretto del termine;
- FASE QUALITATIVA di Valutazione dell'Effetto del Difetto: in questo momento si valutano gli effetti dei guasti precedentemente riscontrati, prevalentemente in ottica del cliente, in quanto è l'utilizzatore finale che "subisce" i danni causati dagli errori commessi durante le fasi precedenti;
- FASE QUANTITATIVA di Assegnazione dell'Indice di Gravità dell'Effetto del Difetto: l'*Indice di Gravità* (G) è un valore numerico graduato su una scala da 1 a 10 che ha lo scopo di determinare l'impatto del difetto sul cliente finale. Si può infatti dedurre come la criticità di un difetto sia maggiore quanto più vicino al cliente finale questo viene individuato. Pertanto, l'assegnazione della gravità avviene mediante una scala di questo tipo:
 - Indice 1÷5: l'effetto del difetto si manifesta lungo la linea di produzione. È inoltre maggiore quanto più a valle si manifesta;
 - **Indice 6**: l'effetto del difetto si manifesta lungo le linee successive;
 - Indice 7: l'effetto del difetto si manifesta nel plant del cliente;
 - **Indice 8**: l'effetto si manifesta al cliente utilizzatore finale;

- **Indice 9÷10**: l'effetto si manifesta al cliente finale, e inoltre comporta un fermo macchina con conseguente perdita di omologazione.
- FASE CORRETTIVA di Definizione delle Azioni per ridurre il rischio: questa è la fase fondamentale dell'intero processo, ed è anche la più critica in quanto è necessario che le contromisure adottate siano il più possibile efficaci. Insieme all'Indice di Gravità, si procede assegnando anche l'Indice di Probabilità (P) e l'Indice di Rilevabilità (R). Se nel caso di G e P, l'indice di valore 1 rappresenta la condizione di minimo rischio e 10 la condizione di massimo rischio, per R vale l'esatto opposto in quanto significa che il difetto è difficilmente identificabile. Il prodotto dei tre indici permette di valutare l'Indice di Priorità del Rischio (IPR), che ha lo scopo di valutare quali difetti sono più deleteri e devono pertanto essere attaccati con maggiore priorità:

$$IPR = G \times P \times R$$

La definizione delle azioni avviene attraverso delle soglie di intervento definite mediante la seguente scala graduata:



Figura 34

FASE DI VALUTAZIONE FINALE: questo step rappresenta l'ultimo passo da compiere per valutare la bontà e l'efficacia delle contromisure adottate nelle fasi precedenti. In particolare, si procede effettuando un aggiornamento della FMEA e definendo i passi successivi.

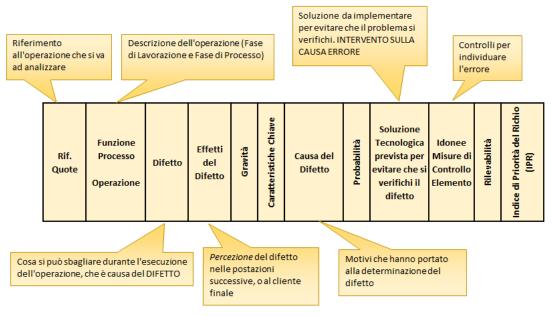


Figura 35

Un particolare caso di FMEA è la Process-FMEA (**PFMEA**), applicato ampiamente all'interno del Control Plan di qualsiasi macchina presente lungo un processo produttivo. In particolare, i passi previsti dalla PFMEA nel Control Plan sono:

- Definire la tipologia di controllo;
- Definire la frequenza di tale controllo;
- Specificare gli strumenti da utilizzare;
- Spiegare le modalità con cui eseguire il controllo.

3.2.6 QA-Matrix

La *Quality Assurance Matrix* (QA-Matrix) è uno strumento per identificazione dei problemi di qualità, e li classifica in base alla loro importanza per la soddisfazione del cliente e valuta la solidità dei processi di produzione e ispezione rispetto alla *Potenziale* (o effettiva) Gravità del problema.

Tale matrice inoltre, permette di analizzare in modo razionale, efficiente e strutturato le origini delle *Non-Conformità*, permette di localizzare in modo sempre più dettagliato il luogo fisico in cui le varie anomalie si generano. A tal proposito, i principali obiettivi sono i seguenti:

- Prodotti dai design robusti;
- Processi produttivi efficienti, con un controllo qualità nella stessa postazione di lavoro;
- Interfaccia diretta Operatore-Processo/Prodotto, per garantire la corretta qualità del prodotto;
- Coinvolgimento Totale di tutta l'organizzazione per ricercare la Totale Soddisfazione del cliente.

Gli standard del Quality Control prescrivono l'utilizzo di quattro tipi di QA-Matrix:

• Matrice REATTIVA: è la matrice che contiene i difetti che vengono riscontrati da fonti interne ed esterne, e la sua redazione deve essere effettuata su base periodica (solitamente mensilmente). Inoltre, tali informazioni sono archiviate in database locali che permettono sia di tenere traccia di tutto ciò che accade, ma anche di generare dei report. Le informazioni che derivano da questa matrice possono essere utilizzate anche come dati in input nelle matrici PREVENTIVA e di LANCIO.

La *Prioritizzazione* delle Non-Conformità è effettuata mediante un *Indice di Priorità* (**IP**) calcolato nel modo seguente:

$$IP = F \times C \times G \times S$$

Dove **F** è la *Frequenza* con cui si manifesta, **C** è il *Costo* di un singolo evento, **G** è la *Gravità* e infine **S** è la *Somma* di tutti i punti in cui la determinata occorrenza si è verificata.

- Matrice PREVENTIVA: è un documento attivo sulla base della matrice REATTIVA, e ha lo scopo di eliminare i difetti il più rapidamente possibile nel processo. Inoltre, la prossimità al cliente è un elemento fondamentale per capire quale priorità assegnare al difetto, e quindi con quale urgenza andare ad affrontarlo. Infine, la classificazione avviene utilizzando i criteri di gravità tipici della qualità, e quindi le classi possono essere AA, A, B e C;
- Matrice PROATTIVA: lo scopo è quello di anticipare i potenziali difetti che possono verificarsi, in modo da migliorare le aspettative del cliente stesso.
 Contiene i Difetti Teorici identificati mediante strumenti quali FMEA, Occurence & Release (O&R), Finite Element Analysis (FEM).

I difetti possono riguardare sia il prodotto in produzione, ma anche prodotti la cui produzione non è stata industrializzata.

Inoltre, questa matrice è contenuta nella QA-Matrix LANCI nel caso in cui si lavora per in prodotto EEM o EPM.

• Matrice LANCI: è la matrice che viene redatta nel momento in cui si ha la produzione di un nuovo prodotto, in modo da assegnare i livelli di gravità prescritti dalla qualità. L'utilizzo di questi strumenti permette di anticipare qualsiasi potenziale difetto che potrebbe verificarsi. Tutte queste contromisure dovrebbero in prima battuta poter aumentare la soddisfazione del cliente, e poi dovrebbero aumentare il vantaggio competitivo rispetto altri concorrenti che potrebbero non aver mai affrontato il problema se non dopo che questo sia diventato reattivo.

	REATTIVA	PREVENTIVA	PROATTIVA	LANCI
QA MATRIX	La QA-Matrix Reattiva contiene una lista di tutte le anomalie che si sono presentate durante un periodo di riferimento. La somma delle ultime 12 OA-Matrix permette di dare un'idea più dettagliata della priorità deòlle anomalie e dei difetti. La Prioritizzazione dei difetti avviene mediante il prodotto di Frequenza, Costo, Gravità e Somma delle Occorrenze.	opportunità di essere risolte preventivamente; -Numero di opportunità che sono state capitalizzate; -I rischi che possono essere evitati.	La prioritizzazione avviene mediante le solite modalità descritte nelle due matrici precedenti.	La QA-Matrix dei Lanci combina tutti i rischi presenti nelle matrici Reattiva, Preventiva e Proattiva, e pertanto è una somma di tutti i rischi e di tutti i difetti conosciuti. Lo scopo è quello di prevedere ed evitare tutti i rischi che potenzialmente possono verificarsi.

Figura 36

3.2.7 QM-Matrix

La *Quality Mantainance Matrix* (QM-Matrix) è uno strumento che consente di analizzare il difetto e le cause che lo hanno provocato, migliorando di conseguenza la qualità. Per ciascun componente analizzato è necessario valutare i seguenti parametri, in modo da ricreare le condizioni adeguate tali da avere ZERO DIFETTI:

- Tipo di difetto;
- Parametro, e cioè il valore che deve essere controllato;
- Valore standard, ossia il valore nominale e le rispettive tolleranze;
- Strumenti di misura:

- Frequenza, ossia quanto spesso tale valore deve essere controllato;
- Responsabilità, chi è l'ente o l'addetto che si occupa del controllo;
- Q-Points;
- Impatto su difetto.

Sulla base di questi parametri, si definiscono delle tabelle che permettono di avere sotto controllo il corretto funzionamento di ogni componente/postazione. Pertanto, attraverso tale matrice si vogliono avere questi risultati:

- Monitoraggio delle condizioni operative che si vogliono mantenere in postazione;
- Definizione di una check-list con gli obiettivi qualità, per garantire prevenzione e una risoluzione immediata delle non-conformità;
- Definizione delle responsabilità operative da parte dei conduttori e di tutte le attività di formazione che devono essere fornite per garantire un corretto svolgimento delle operazioni.

La struttura che una QM-Matrix deve avere è la seguente:

				Q	M N	1ATF	RIX -	OP.	460	APP	LICA	ZIO	NE A	UTO	OMA	TIC	A SIG	GILL/	ANTI											
COMPONENTE MACCHINA	controllers seeks	elemento tronde seche rigili.	aborress firante e o'ingressite agell.	offing super. contentions seaths cigit.	callenger or the	almentation officer	university decreases the and declaration	pale restorio debubbler	debabler	prosecule	gumizione copercito debablica	server ospaties debubbler	debiblier	valvala soprice and debablier	consistent preunviche hoster	clinite bester	serteco sa clinéra bessier	obegsupinse boole	elements ferals sa beauter	noth curdeness fortebooker	aling ye dements heritableshe	Messad ciliates bootles	prosector cabula femilia	permetical permetic solu- fect.	repolatore ortunities valuela clause.	erternton valuala Geenfan	ding sandada destrar	cornered bato corner mo valuela riscer.	Ho public ugelle desilera	ugela d'desern
PARAMETRO (DA X MATRIX)	Markenid	ploten	seguit c police	Option	garbass	statut e firibus	ecquit cpubb	statut e firibia	become	passed	inepith	fember ellis regulation	France	septe to british	towns profestrib	berge the result do	Integrals	Singain	e page	gather	Wilde	editory cyclin	and the same of	que agr. id cousse	demons	parity	garbya	dina	gjetani	http://westph
SPECIFICA	23.10,534	plan	Standage of the Control of the Standard of the Control of the Cont	ner / Slavepowe	s may fall a source	warmen der regg, Freikal igsbern	sound date gg. 7 coll is splante	second day to be a first of being	450 - 561 kps	al-diber	tite / Soutpower	con allo sich anno syl astor	- (Charles and con-	oceans derrogs, in side of against	acute leggs	20 84 62	excluding the same	s see p Was a possess	source right of her	ente pillas eponante	con / Shoupenen	Awara dan egg. Jour em. Fossg.	10 c (2 de	contract country	acolle spetion/consen	case / Slavaspeanse	restriction of part	Awar demonst	and a second	Justice devices
SISTEMA DI CONTROLLO	a.w.c.	all of	A.W.O.	des (mante	A.W.L.	0.000	and the same	200	9,850	20800	elica / months	special some	alten/mounte	0.000	-posses		altero / mounte	a.w.	nine.	ayes	Name of the last o	vices / crompt	3	Sparce	mencale	orgen.	name.	alten/monte	name.	region
FREQUENZA	Mirrarde	ALLESAM	iken s	- pura	Silmonde	dinament of the same	seres as	de forme	SH narab	***************************************	olineanle	demodel	- Non-value	describ	Moreone	dimotode	41. Der Jan	Arono	- Arrang	group	-	ulmanak	de de de	red	- Partie	downing	demokade	director.	Manage	special sea
RESPONSABILE	N7	2	KIY	809	25	89	ē	ž	85	89	Ē	2	89	ē	100	ē	E	ē	ž	164	ž	N/9	7	NO.	2	164	2	107	89	100

Figura 37

3.3 Sviluppo del caso di studio

Come detto nel paragrafo precedente, il problema su cui ci si è focalizzati è stato quello relativo alla mancanza di sigillante sulla scatola copri-volano. Essendo questa non conformità di tipo *Machine*, il metodo con cui è stata attaccata è quello descritto dai 7 STEP della Quality Mantainance.

Inoltre, vista la complessità del caso in analisi, è stato utilizzato uno strumento potente quale l'Advanced Kaizen, e pertanto è stato necessario inserire anche i 7 STEP della PPA tra lo STEP 3 e lo STEP 4 della Quality Mantainance. La PPA (Process Point Analysis) è uno strumento utilizzato nel caso di problemi con causa radice sconosciuta. Permette un approccio focalizzato al problema, analizzando le condizioni attuali e ristabilendo quindi le condizioni ottimali di lavoro.

Vediamo quindi nel dettaglio l'approccio utilizzato nell'affrontare ogni STEP previsto dal QC e in seguito anche della PPA:

- STEP 0: consiste nell'identificazione del difetto. In questo caso è necessario effettuare un'analisi del fenomeno e confrontare la Non Conformità con quanto è previsto da progetto. Ogni discostamento da quest'ultimo deve essere sottoposto ad un'indagine approfondita. Nel caso in questione la non conformità rilevata era, come detto in precedenza, la mancanza di tratti di sigillante.

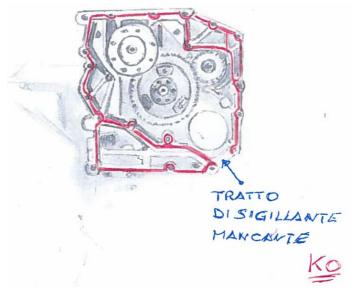


Figura 38

Una volta definito visivamente il problema, lo strumento WCM che ha permesso di definire dettagliatamente il contesto all'interno del quale esso si verifica è stato il 5W1H, come riportato di seguito:

PROBLEMA	Tratti di sigillante mancante durante l'ap	pplicazione sulla scatola ingranaggi, con la necessità di ripristino nella stazione						
PROBLEIVIA		op. successiva						
WHAT	Cosa succede?	Mancata applicazione del sigillante sulla scatola ingranaggi o sul basamento.						
WHAT	cosu succeue?	I tratti mancanti possono anche essere mutipli.						
WHEN	Overede si manifesta il problema?	Si manifesta durante la fase di applicazione del sigillante sul percorso						
WHEN	Quando si manifesta il problema?	prestabilito, durante il normale ciclo produttivo con turni e giorni diversi.						
WHERE	Dove è possibile osservare il problema?	Si evidenzia sulla scatola ingranaggi o sul basamento a seconda della variante						
WHERE	Dove e possibile osservare il problema:	del motore.						
		La macchina per la spalmatura del sigillante è completamente automatica.						
WHO	Chi/cosa genera il problema?	L'unico intervento dell'uomo è quello relativo alla sostituzione delle sacche						
		con il sigillante.						
WHICH	Con quale frequenza si manifesta il	Si manifesta con frequenza crescente, e non in modo particolarmente visibile						
WHICH	problema?	dopo la sostituzione delle sacche.						
ном	Come si manifesta il problema? Esiste	Rispetto alle normali condizioni si evidenzia una fuoriuscita di bolle d'aria che						
HOW	una sequenza prestabilita?	mescolate al sigillante producono uno scoppiettio.						

Figura 39

STEP 1: durante questa fase si procede andando ad analizzare i parametri di processo che portano all'instaurarsi del problema. Si è reso necessario scomporre innanzitutto la macchina nei suoi componenti, e poi andare a correlare *Difetto, Fenomeno fisico, Componente macchina e Parametri macchina*. Tutto questo è stato effettuato mediante l'utilizzo della X-Matrix relativa ai parametri iniziali:

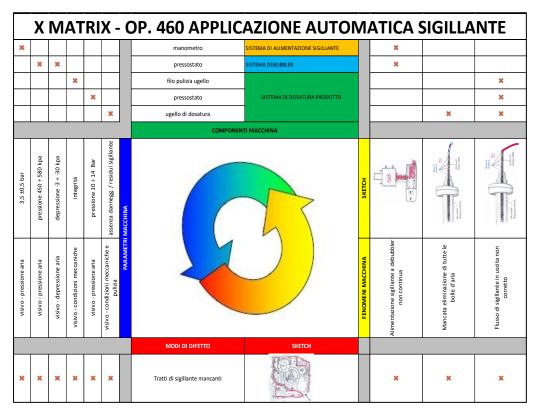


Figura 40

Nel caso in questione troviamo come MODI DI DIFETTO la voce "Tratti di sigillante mancanti" (colonna Rossa), a cui sono correlati i PARAMETRI MACCHINA (colonna Blu) che rappresentano tutte le grandezze misurabili di cui possono essere modificati manualmente i valori. A loro volta i parametri dipendono dai COMPONENTI MACCHINA (colonna Verde) i quali contengono una scomposizione della macchina nei suoi gruppi e componenti. Infine, ultimo elemento di questa scomposizione ciclica è quella dei FENOMENI MACCHINA (colonna Gialla), all'interno della quale sono raggruppati tutti i possibili fenomeni che avvengono nella macchina e che, discostandosi dal comportamento ottimale, provocano la non conformità in analisi.

Dopo aver determinato tale matrice, il passo successivo è stato quello di comporre la matrice 5G. Tale matrice consiste di una serie di colonne in cui compaiono i componenti di ogni singolo gruppo, a cui sono affiancati i parametri ottimali di funzionamento.

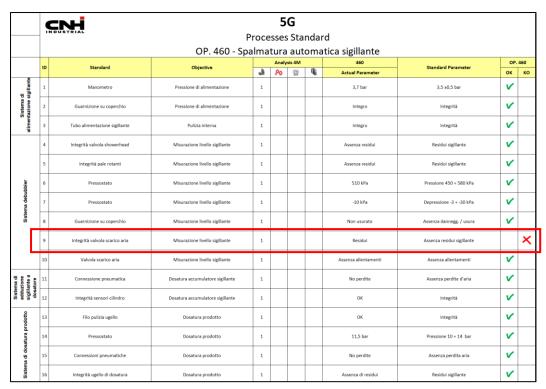


Figura 41

Nel caso in analisi, ad esempio, la condizione anomala rispetto alle condizioni standard di funzionamento è stata ritrovata nel *Sistema Debubbler*, il quale non funzionando correttamente generava dei residui di sigillante sulla valvola di scarico dell'aria. Il passo successivo consiste pertanto del ristabilire le condizioni iniziali.

- STEP 2: si è proceduto ristabilendo le condizioni operative attraverso una pulizia delle parti dai residui di sigillante. Poi attraverso le 5WHY, un altro strumento adoperato dal WCM, sono state ricercate le cause che portavano a tale condizione anomala:

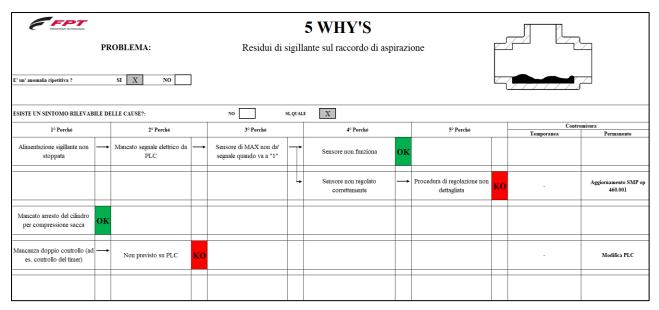


Figura 42

Da tale analisi si può desumere come i residui di sigillante siano stati causati da un "Sensore non regolato correttamente" e una "Mancanza di un doppio controllo" in quanto non previsto dal PLC.

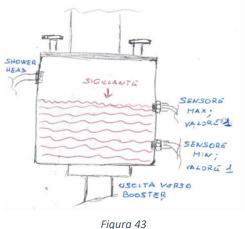


Figura 43

Qui al lato è riportata la condizione nominale di funzionamento, nella quale il riempimento avviene nel momento in cui il sensore di MIN si riporta al valore 1 e il sensore di MAX si riporta al valore 0. Una volta che il sensore di MAX si porta a 1, allora il riempimento si arresta. Allo stesso momento si blocca anche l'aspirazione di aria da parte del sistema Debubbler.

A causa di una non corretta fasatura tra Sistema di Adduzione e Sistema Debubbler, la condizione di funzionamento risultava la seguente: l'inizio del riempimento coincideva con le condizioni relative ai sensori di MIN ad 1 e MAX a 0, ma questa fase si protraeva per qualche minuto in più comportando la parziale occlusione della valvola di aspirazione dell'aria.

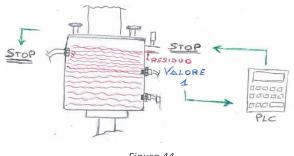


Figura 44

Nel momento in cui veniva richiesta un nuovo riempimento, la presenza di residui di sigillante all'interno del tubo di aspirazione riduceva la capacità di assorbimento dell'aria con la conseguente formazione di bolle nella sacca di sigillante. Tali bolle venivano trascinate di conseguenza fino alla deposizione sulla scatola ingranaggi.

Una volta identificate le cause, le contromisure adottate sono state quelle di "Aggiorna mento delle schede SMP" per la manutenzione preventiva dei sensori capacitivi e "Modifica del ciclo del PLC", ottimizzando ad hoc il ciclo di riempimento.

Fatto questo, è stato necessario procedere con il monitoraggio delle attività eseguite dalla macchina in esame, in modo da verificare e analizzare il trend delle non conformità:

Andamento temporale anomalie post. 460

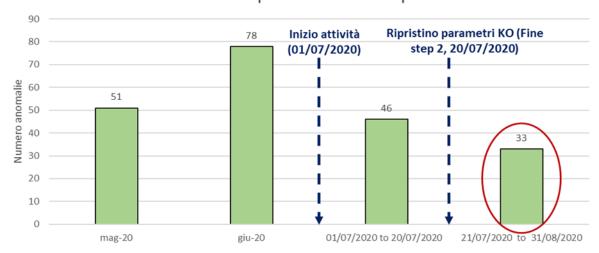


Figura 45

Come si può notare, dal momento in cui i parametri sono stati ripristinati si è avuta una riduzione dei casi ma non un suo annullamento. Tutto ciò è il sintomo che la causa radice non era stata del tutto eliminata.

È risultato fondamentale, quindi, implementare delle azioni più dettagliate per l'analisi del processo e la risoluzione della non conformità. È entrata in gioco quindi la PPA, che come detto in precedenza mediante l'utilizzo di altri 7 STEP inseriti tra 3° e 4° Step della QM ha permesso di risalire ad una soluzione del problema, poiché con causa radice sconosciuta.

NOTA: Sebbene le fasi fondamentali della PPA siano inserite tra i due STEP sopra citati, le fasi finali invece corrispondono con i naturali passi della QM che consistono nella verifica dei nuovi parametri, la cui risoluzione permette di arrivare alla risoluzione del problema. Nel seguito sarà mostrato attraverso un flusso temporale come le varie attività sono state organizzate:

Quality Mantainance	STEP 1	STEP 2		STE	EP 3		STEP 4	STEP 5	STEP 6	STEP 7
Process Point Analysis			STEP 1	STEP 2	STEP 3	STEP 4	STEP 5	STEP 6	STEP 6	STEP 7

Andiamo pertanto ad analizzare come sono state processate le varie azioni di analisi e di correzione.

- STEP 3 (PPA – STEP 1): la prima cosa da fare, è stata *analizzare le fasi del processo durante il quale il problema si verificava*. Pertanto, è stato necessario analizzare le varie fasi che lo interessavano, dall'avvicinamento della scatola ingranaggi, all'applicazione del

sigillante fino all'allontanamento della scatola.

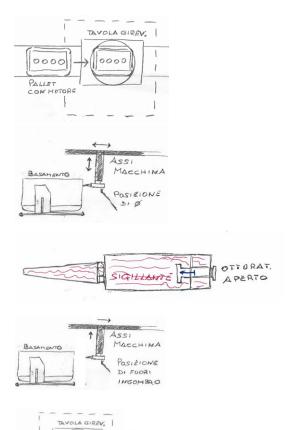


Figura 46

0000

PALLET

0000

Qui di seguito sono rappresentati in sequenza tutti gli spostamenti del Pallet che contiene il motore su cui applicare il sigillante.

C'è una prima fase in cui il Pallet si avvicina alla macchina, posizionandosi opportunamente. In seguito, si ha un avvicinamento alla scatola della testa contenente l'ugello di spalmatura.

Una seconda fase è quella vera e propria di applicazione del sigillante, seguendo il programma prestabilito dal progetto.

La terza e ultima fase è quella che riguarda l'allontanamento della testa di spalmatura dal motore, seguita poi dall'allontanamento del motore dalla macchina.

È possibile notare come l'elevato livello di automazione sia critico per la determinazione del punto del processo che causa la non conformità: è stato necessario, prima di intraprendere delle contromisure, avere un periodo di osservazione per capire nello specifico su quale parametro andare ad agire per ottenere i risultati voluti.

- STEP 3 (PPA – STEP 2): successivamente si è proceduto con *l'individuazione del punto critico del processo*. Poiché la criticità si ha durante la fase di applicazione del sigillante, allora ne consegue un'analisi approfondita di tutti i sistemi e sottosistemi coinvolti con tale fase, oltre ad una revisione dettagliata di tutti gli standard operativi del processo

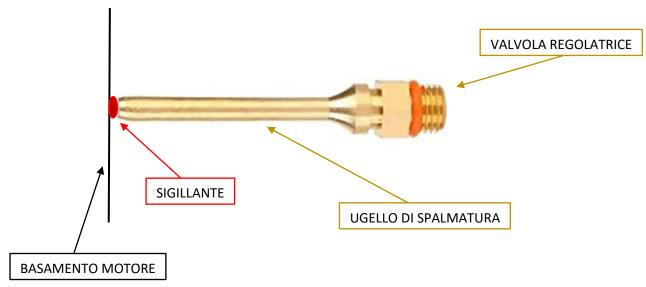


Figura 47

Nell'immagine sopra raffigurata, sono presenti i componenti coinvolti durante la fase di spalmatura.

Vediamo ora come si è proceduto per la scomposizione nei sistemi e sottosistemi del *Punto di Processo* in analisi, passando quindi allo STEP successivo:

- STEP 3 (PPA – STEP 3): come è stato accennato precedentemente, risulta ora necessario scomporre il Punto di Processo nei suoi componenti in modo da determinare quale di questi provoca la non conformità.

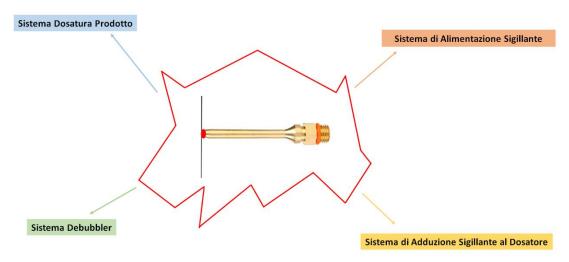
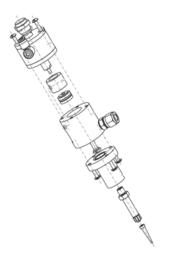


Figura 48

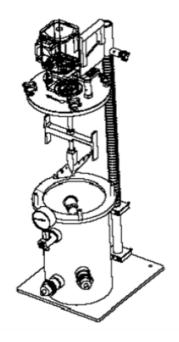
Sapendo che il Punto di Processo considerato è quello che riguarda la *Spalmatura del sigillante*, sono stati valutati i sistemi da esso imputati, e di conseguenza anche tutti i componenti:



SISTEMA DI DOSATURA PRODOTTO:

- Pressostato digitale
- Connettori pneumatici
- Molla di regolazione
- Viti di fissaggio corpo otturatore
- Otturatore
- O'ring
- Viti di fissaggio corpo ugello
- Ugello di dosatura

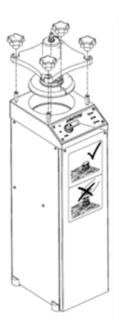
Figura 49.1



SISTEMA DEBUBBLER:

- O'ring su coperchio
- Pale rotanti
- Shower head
- Pressostati
- Sensori
- Valvola di scarico

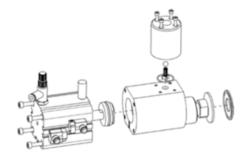
Figura 50.2



SISTEMA DI ALMENTAZIONE SIGILLANTE:

- O'ring su coperchio
- Collare per sacca
- Elemento forante
- O'ring su elemento forante
- Manometro
- Sensori

Figura 50.3



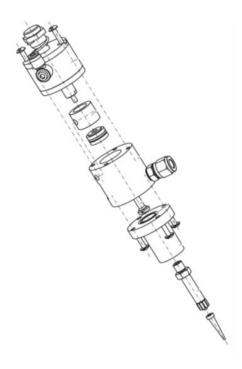
SISTEMA DI ADDUZIONE SIGILLANTE AL DOSATORE:

- Connessione pneumatica
- O'ring su spintone sigillante
- Elemento forato
- Molla per valvola
- O'ring su elemento forato
- Cilindro
- Sensore per cilindro
- Corteco

Figura 50.4

Come si può notare dalle precedenti immagini, ogni sistema è composto da un gran numero di componenti che complicano enormemente l'analisi generale. Molti di essi infatti non sarebbero stati considerati se non attraverso il ricorso della PPA.

STEP 3 (PPA - STEP 4): continuando con l'approccio schematico, risulta fondamentale determinare Scopo, Funzione, Componenti, Principio di funzionamento e Standard operativi di ciascuno dei quattro sistemi riportati allo STEP precedente. Questa analisi è detta "Analisi dei 6 fattori" e sarà fondamentale per i passi successivi. Conoscendo i parametri di progetto che garantiscono il corretto funzionamento del sistema, è possibile risalire ad eventuali anomalie. In seguito, ognuno di tali parametri è stato racchiuso in una tabella:



Sistema d	li dosatura prodotto
Scopo	Garantire il corretto spessore del cordolo di sigillante
Funzione	La corretta pressione del sigillante è controllata da un pressostato digitale
Componenti	Riportati allo STEP precedente
Principio di funzionamento	La pressione dell'aria apre l'otturatore della valvola. La chiusura della molla è ottenuta tramite una molla. Il pressostato misura la pressione all'interno del circuito e pilota la pompa eccentrica che invia il sigillante al dosatore
Standard operativi	Manutenzione: controllare periodicamente l'integrità e la pulizia dell'ugello, la funzionalità e l'integrità dell'otturatore, lo stato degli o'ring, e il serraggio delle viti.

Figura 50.1

Sis	tema debubbler
Scopo	arantire l'eliminazione delle bolle d'aria presenti all'interno del prodotto prima della fuoriuscita dello stesso verso il sistema di adduzione
Funzione	L'eliminazione delle bolle è garantita dalla valvola shower-head e da una pompa per il vuoto
Componenti	Riportati allo STEP precedente
Principio di funzionamento	La differenza di pressione tra il contenitore e il sistema di alimentazione sospingono il prodotto verso la valvola shower-head applicata al debubbler. Il prodotto passa attraverso i fori della valvola e diventa filamentoso e si separa dall'aria. La gestione del riempimento del conenitore è attuata attraverso una serie di sensori capacitivi, che a seconda dello stato in cui si trovano, attivano o meno il reintegro di sigillante nel contenitore
Standard operativi	Manutenzione: controllare periodicamente l'integrità e la pulizia della shower-head, controllare inoltre la condizione delle pale in rotazione

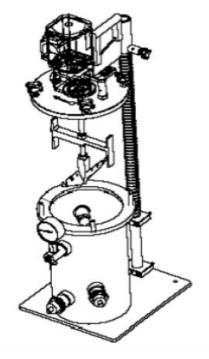


Figura 51.2

Sistema di alir	mentazione sigillante				
	Garantire il corretto flusso di				
Scopo	sigillante verso il contenitore				
	debubbler				
	Il corretto flusso è controllato da				
Funzione	sensori che rilevano la condizione				
	della sacca con sigillante				
Componenti	Riportati allo STEP precedente				
	Il contenitore viene posto in				
Principio di	pressione. La pressione comprime				
	la sacca con il prodotto, mentre il				
	piatto premente evita torsioni				
funzionamento	anomale della sacca stessa. Il				
Tuttzionamento	prodotto viene fatto defluire				
	attraverso l'elemento premente e				
	la tubazione verso il contenitore				
	debubbler				
	Manutenzione: controllare				
	periodicamente l'integrità				
	dell'o'ring, pulire periodicamente				
	l'elemento forante, pulire il				
Standard operativi	contenitore, lubrificare l'o'ring				
	dell'elemento forante, verificare				
	l'intergità delle manopole di				
	fissaggio del coperchio, del collare				
	della sacca e dei sensori				

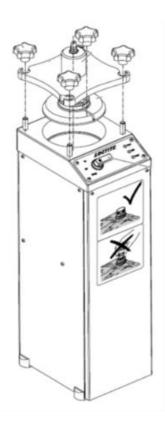
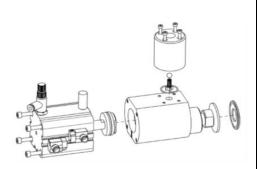


Figura 51.3



Sistema di adduzio	one sigillante al dosatore
	Garantire il corretto flusso di
Scopo	prodotto verso la valvola
	dosatrice
	Il corretto flusso di sigillate è
Funzione	garantito dalla velocità di
	rotazione della pompa
Componenti	Riportati allo STEP precedente
	Dal contenitore debubbler il
	prodotto fuoriesce verso la pompa
	booster, per la pressione interna
Principio di	del contenitore. Quest'ultima
funzionamento	sospinge il prodotto all'interno
lulizionamento	della pompa eccentrica che,
	tramite un motore elettrico,
	direziona il prodotto verso la
	valvola dosatrice
	Manutenzione: controllare
Standard operativi	periodicamente la funzionalità dei
Standard Operativi	sensori e l'assenza di perdite di
	aria

Figura 51.4

- STEP 4 (PPA – STEP 5): mentre nello STEP precedente lo scopo principale era quello di determinare tutti i parametri su cui effettuare eventuali verifiche, lo STEP attuale consiste nel *Controllo dettagliato* di tali parametri e attività. Per ogni sistema si valutano i componenti visti precedentemente, e per ognuno di essi si analizza il *Metodo di verifica*, *Risultato della verifica*, *Azioni da eseguire se verifica KO* e *Conseguenze se tali azioni non sono attuate*.

Vediamo quindi in cosa consiste tutto ciò che è stato illustrato:

	Sistema di dosatura prodotto									
Particolari da verificare	Metodo di verifica	Risultato della verifica	ок/ко	Azioni da eseguire se KO	Conseguenza se azione non attuata					
Pressostato digitale	Pressione a 6-10 bar	Pressione OK	V	Regolazione pressione	Flusso di sigillante in uscita non corretto					
Connettori pneumatici	Manuale	Nessuna perdita di aria	V	Sostituzione tubazione/raccordo pneumatico	Flusso di sigillante in uscita non corretto					
Molla di regolazione otturatore	Manuale	Nessuna anomalia di apertura/chiusura	V	Regolazione apertura otturatore	Flusso di sigillante in uscita non corretto					
Otturatore	Visivo	Nessun danneggiamento	V	Sostituzione otturatore	Flusso di sigillante in uscita non corretto					
O'ring	Visivo	Nessun danneggiamento	V	Sostituzione o'ring	Flusso di sigillante in uscita non corretto - formazione di bolle nel circuito					
O'ring	Visivo	Nessun danneggiamento	V	Sostituzione o'ring	Flusso di sigillante in uscita non corretto					
Ugello di dosatura	Manuale	L'ugello non presenta ostruzioni	V	Pulizia/sostituzione ugello	Flusso di sigillante in uscita non corretto - formazione di bolle nel circuito					

Figura 51.1

		Sistema d	ebubbl	er	
Particolari da verificare	Metodo di verifica	Risultato della verifica	ок/ко	Azioni da eseguire se KO	Conseguenza se azione non attuata
O'ring su coperchio	Visivo	Nessuna segnalazione di anomalia	V	Sostituzione o'ring	Alimentazione a debubbler non corretta
Pale rotanti	Visivo	Nessuna segnalazione di anomalia	V	Sostituzione componenti	Alimentazione a debubbler non corretta
Valvola shower-head	Visivo	Nessuna segnalazione di anomalia	>	Sostituzione/pulizia valvola	Alimentazione a debubbler non corretta/formazione di bolle d'aria nel circuito
Pressostati	Pressione	Pressione misurata OK	>	Regolazione pressione	Alimentazione a debubbler non corretta
Sensori capacitivi	Verifica corretto fissaggio	Nessuna segnalazione di anomalia	V	Serraggio sensori corretta	Alimentazione a debubbler non corretta/formazione di bolle d'aria nel circuito
Sensori capacitivi	Verifica PLC	Il sensore non ha richiamato sigillante	X	Verifica gestione segnali a PLC	Alimentazione a debubbler non corretta
Valvola di scarico	Visivo	Nessuna segnalazione di anomalia	V	Sostituzione/pulizia valvola	Alimentazione a debubbler non corretta/formazione di bolle d'aria nel circuito

Figura 52.2

		Sistema di alimentazi	one sig	rillante	
Particolari da verificare	Metodo di verifica	Risultato della verifica	ок/ко	Azioni da eseguire se KO	Conseguenza se azione non attuata
O'ring su coperchio	Visivo	Nessuna anomalia	V	Sostituzione o'ring	Alimentazione sigillante a debubbler non continua
Collare per sacca	Visivo	Nessuna anomalia di funzionamento	V	Sostituzione collare per sacca	Alimentazione sigillante a debubbler non continua
Elemento forante	Visivo/Calibro	Nessun danneggiamento, con diametro conforme a quello nominale	V	Sostituzione elemento	Alimentazione sigillante a debubbler non continua
O'ring su elemento forante	Visivo	Nessun danneggiamento	V	Sostituzione elemento	Alimentazione sigillante a debubbler non continua
Manometro	Manometro	Pressione conforme	V	Regolazione pressione	Alimentazione sigillante a debubbler non continua
Sensori	Visivo	Nessuna anomalia di funzionamento	V	Sostituzione sensori	Alimentazione sigillante a debubbler non continua

Figura 52.3

		Sistema di adduzione	e sigilla	nte al dosatore	
Particolari da verificare	Metodo di verifica	Risultato della verifica	ок/ко	Azioni da eseguire se KO	Conseguenza se azione non attuata
Connessione pneumatica	Manuale	La connessione pneumatica non presenta perdite di aria	>	Sostituzione tubazione/raccordo pneumatico	Flusso non corretto di sigillante verso la valvola dosatrice
O'ring su spintore sigillante	Visivo/manuale	O'ring integro	>	Sostituzione o'ring	Flusso non corretto di sigillante verso la valvola dosatrice
Elemento forato	Visivo/manuale	Elemento forato pulito	>	Pulizia elemento forato	Flusso di sigillante non corretto/formazione di bolle d'aria nel circuito
Molla per valvola	Visivo/manuale	Nessuna segnalazione di anomalia	>	Sostituzione molla	Flusso non corretto di sigillante verso la valvola dosatrice
O'ring su elemento forato	Visivo/manuale	O'ring integro	V	Sostituzione o'ring	Flusso di sigillante non corretto/formazione di bolle d'aria nel circuito
Sensori per cilindro	Visivo/manuale	Nessuna segnalazione di anomalia	>	Sostituzione/fissaggio sensori	Flusso non corretto di sigillante verso la valvola dosatrice
Cilindro	Cronometro	Riscontrati 20 secondi	>	Verifica pressione debubbler	Flusso non corretto di sigillante verso la valvola dosatrice
Corteco	Visivo/manuale	Nessuna segnalazione di anomalia	V	Sostituzione corteco	Flusso non corretto di sigillante verso la valvola dosatrice

Figura 52.4

Come si può notare dalle precedenti tabelle in cui sono state eseguite le verifiche, ogni componente risulta conforme al funzionamento previsto da progetto, ad eccezione del **SENSORE CAPACITIVO** presente nel *Sistema Debubbler*. Quest'ultimo, infatti, a causa di una non corretta gestione dei segnali inviati al PLC, non richiamava correttamente il sigillante.

Dalle analisi effettuate, la causa scatenate del tutto è stata quella appena illustrata.

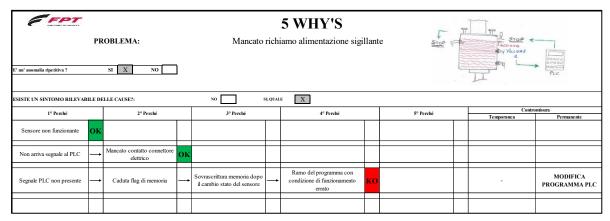


Figura 53

Per determinare quale punto del programma modificare, è stato necessario controllare nel dettaglio l'intero processo di deposizione del sigillante: le varie fasi dovevano essere correttamente sincronizzate tra loro, in modo da non provocare conflitti dannosi per la corretta esecuzione delle operazioni.

Vediamo qui di seguito il funzionamento dell'intero sistema, andando a fare un punto su ciò che bisogna modificare all'interno del ciclo:

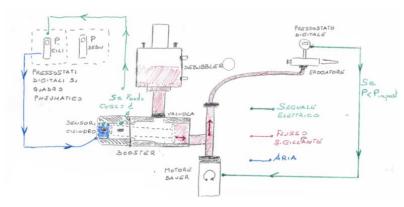


Figura 54.1

Quando la pressione al *Sistema di Dosatura* raggiunge dei livelli inferiori di quelli previsti, allora un segnale elettrico richiama la pompa eccitatrice azionata dal motore Bauer che insieme al *Sistema di Adduzione Sigillante* (*Pompa Booster*) permette di richiamare il sigillante.

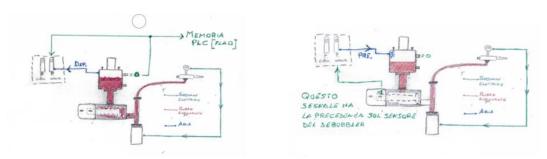


Figura 54.2

Quando il sistema si trova nella condizione in cui non è presnte sigillante nel *Contenitore Debubbler*, è inviato un segnale elettrico al PLC e al pressostato che, creando depressione al suo interno, richiama la quantità corretta di sigillante. Quando la *Pompa Booster* si trova al fine corsa, la condizione di depressione necessaria per il richiamo del sigillante nel *Contenitore Debubbler* va in contrasto con la condizione di pressione positiva necessaria per il riempimento del *Cilindro Booster*. A tal proposito è data la priorità al riempimento del Booster, e, una volta completato il suo riempimento, la memoria viene resettata non completando correttamente il riempimento del *Debubbler*. Inoltre, è resettato anche il sensore del minimo del *Debubbler*.

La situazione critica risulta pertanto la seguente:

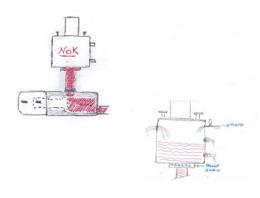


Figura 54.3

Il sigillante all'interno del *Contenitore Debubbler* si trova al di sotto del minimo e la richiesta di riempimento avviene contemporaneamente sia da parte del *Debubbler* che da parte del *Booster*. La pressione positiva che permette di riempire il *Booster* provoca la formazione di bolle all'interno del sigillante, che naturalmente si riportano fino alla valvola dosatrice.

Si può quindi dedurre che è questo il tratto di programma che deve essere modificato, rendendo indipendenti il tratto di riempimento del Debubbler da quello del Booster.

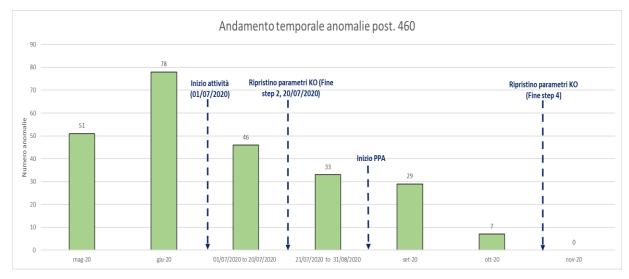


Figura 55

Come si può notare dal precedente istogramma, l'andamento del numero di anomalie è andato via via diminuendo. Ciò è dovuto al fatto che sono state effettuate delle operazioni di manutenzione della macchina con pulizia ugello di spalmatura prima, e modifica del programma di spalmatura poi. Infatti, la riduzione maggiore si è avuta proprio con l'inizio delle attività della PPA.

Quello che è stato indicato con STEP 4, corrisponde con il ripristino dei parametri che comportavano le non conformità (in questo caso la modifica del programma di spalmatura).

Da questo punto in poi, tutte le attività della PPA hanno lo scopo di modificare i parametri prima esposti al fine di prevedere una manutenzione con controlli periodici aggiornati.

- STEP 5 (PPA – STEP 6): il primo passo per l'aggiornamento consiste nella modifica della X-Matrix, a cui devono essere aggiunte anche le parti che venivano trascurate.

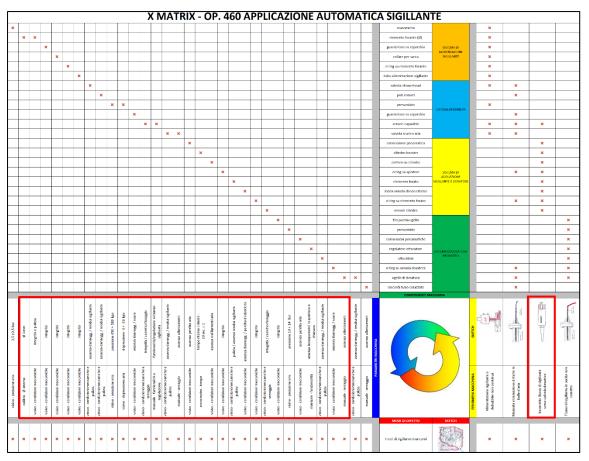


Figura 56

Come si può notare, è stato inserito tutto ciò che riguarda il *Sistema di adduzione di sigillante al dosatore*. Andando più nel dettaglio, come **Fenomeno Macchina** all'interno della X-Matrix è stato inserito ciò che riguarda l'*Incorretto flusso di sigillante verso la valvola dosatrice*. I **Parametri Macchina** che influenzano tale fenomeno sono quelli raggruppati in rosso, e sono anche tutti i parametri che devono essere controllati per un corretto monitoraggio e manutenzione della stessa.

Inoltre, altra matrice strettamente collegata con i Parametri Macchina è la QM-Matrix (Quality Mantainance). Tale matrice permette di visualizzare per tutti i difetti indicati nella X-Matrix i *Valori nominali*, *Sistema di controllo*, la *Frequenza del controllo* e infine il *Responsabile addetto al controllo*.

Quest'ultima è aggiornata rispetto alla matrice iniziale, in quanto in seguito alle attività della PPA sono state inserite delle attività di controllo aggiuntive relative ai nuovi componenti della X-Matrix. Il rispetto di tali standard è garantito mediante la AM (Autonomus Mantainance) e la PM (Professional Mantainance), ed è condizione necessaria per garantire la condizione di ZERO DIFETTI di cui si è parlato in precedenza.

Vediamo come è composta tale matrice:

QM MATRIX - OP. 460 APPLICAZIONE AUTOMATICA SIGILLANTE																														
COMPONENTE MACCHINA	manometro su contamitore section sigil.	elemento farante sacche sigili.	elementa forante e o'ving seodre sigili.	o'rng osper. covaettere neche ngili.	collare per sacche sigilare	raccordo almestacione sigliante	abelt-stowentest arbubbler	pala rotanti debalbilar	precontata	pressonate	guarrizione copundici debabbler	sensoni capacitori debalbiter	sensori capacitori deballibler	witwis scartco acts debuilbler	connection presention boster	olind a bounder	carteo su clindro houster	obing suspictore houster	elements for sto su hooster	mells su elemento foraza basater	O'Heg to elemente ferste baseter	sessori clindro bocater	pressentate valvale documen	commission presentities velv. dent.	regalatore offuretore valuela doste.	off armfers valuels docution	olifing su which	incondituto corzzze valvola dese.	No pullets ugallo docatura	upello di documa
PARAMETRO (DA X MATRIX)	peninterio	Sistema	epited to State	angera	Popin	in tage its a particle	and the page of	engin coales	president	pressure	e topico	lentirodità e agrizatione	fissigne	a tagetta e partica	steet perdicate	Imperiorna dintro	migna	Fragita	pulca	rtegita	dispila	mby the freegon	pressure	some o barderate	hacosin	ingili	rhyth	strogglo	stepti	nhgrits/seraggo
SPECIFICA	8.3.10,3 km	Phen	storice deverage. Produkt sigilante	man (/ Shearn) manne	essess caucit / sara	source demangs. Freshol sighten	alming tresta plante	social devega, / roddé sglamo	CAR o Samban	0+00-0	exerci demigo / sera	corrects retismo spilonte	contexts finaligh	sense denny. Zeoldá sylvate	outers league	Mucci	sueca folloment nia	eus r/ décuso cousse	avence residu aglarte	еля / Помер связе	exect female force	rowers derengy / certibo Familio	10+14ha	ometo fraggio	елкир/сирисцию	euse / remains exercise	east/Shoopsass	sexes alonamon	sz annazá	1990 to domeng / coditi/
SISTEMA DI CONTROLLO	ogeo	agge	coppo	view / maranh	ogov	oggo	omo	ogo	0.000	ogen	nieto/menda	oteco / normale	stance / marter	oggo	nanok	opinomic	vitios/marade	0,000	compo	oge	video	nitios/marade	989	manade	acture	video	cators	21600 / manada	video	CORON
FREQUENZA	direction	Secretal	nonte	· ·	scimonie	dimmik	Section Se	source de	-	scimonie	t instant	Finedole	Thrasoc	V breedook	Thrstor	Vennskeh	de consta	avust	†	serute	duran	Thredole	pirédiae	- throat	neode	Vincebale	rimedos	sencerale	witnesse	wimmie
RESPONSABILE	17	2	HY	*	W	444	2	2	W	W	24	2	NA.	2	W	2	2	2	2	ā	24	ŧ.	NV.	ą	ž	24	2	AM	ŧ	PW PW

Figura 57

Facendo un'analisi, è possibile vedere come tutti i parametri presenti nella X-Matrix correlati al difetto, sono gli stessi che compaiono nella QM-Matrix. Questo conferma ancora il fatto che il metodo previsto dal WCM per la risoluzione delle non conformità è molto rigoroso, e soprattutto esiste una precisa successione temporale del tutto.

Implementando inoltre le 5Dx0D si ha una classificazione dei componenti che comportano una maggiore criticità all'interno del processo attraverso una valutazione del Q-Factor, cioè un parametro definito dalla combinazione dei punteggi assegnati ad una serie di domande. Il punteggio ad ogni domanda può essere pari a 1, 3 o 5, e quanto maggiore è il punteggio risultante, minore sarà la criticità del componente.

Poiché il *Q-Factor* è un parametro dinamico, per ogni contromisura adottata si procede valutandolo nuovamente, e sarà, pertanto, strettamente collegato anche all'efficacia delle contromisure adottate.

Qui di seguito sono riportate le domande da applicare ad ognuno dei singoli parametri:

LIVELLO ANALISI									
		Le impostazioni sono definite e condivise	1						
1	LE IMPOSTAZIONI SONO DEFINITE?	Un metodo per controllare le impostazioni è definito	3						
		Le impostazioni sono facili da vedere senza accesso speciale o strumenti complessi	5						
2		Difficile da regolare/impostare	1						
	LA MACCHINA E' FACILE DA AGGIUSTARE PER TORNARE AL RANGE SPECIFICATO?	Facile da regolare/impostare	3						
		La regolazione è automatica	5						
3	LE IMPOSTAZIONI DELL'APPARECCHIATURA	Durante il funzionamento	1						
	POSSONO VARIARE AL DI FUORI DEL RANGE SPECIFICATO?	Solo al set-up	3						
	SPECIFICATO:	In casi eccezionali	5						
		Bassa probabilità di vederlo	1						
4	LE CONDIZIONI DI VARIABILITA' DELL'ATTREZZATURA SONO FACILMENTE RILEVABILI?	Il sistema di controllo periodico è in grado di rilevare la variazione	3						
	RILEVADILIS	Monitoraggio continuo per assicurare avviso immediato	5						
5		Difficile, si richiedono competenze tecniche specializzate e alto tempo fuori servizio	1						
	E' FACILE RIPORTARE LE CONDIZIONI DELL'ATTREZZATURA ALLE SPECIFICHE?	Semplice una volta che una persona è qualificata	3						
		Regolazione automatica	5						

Figura 58

Inoltre, l'analisi del *Q-Factor* deve essere implementata per ogni componente macchina, e pertanto le 5 Domande possono essere viste come "estensione" della *QM-Matrix*:

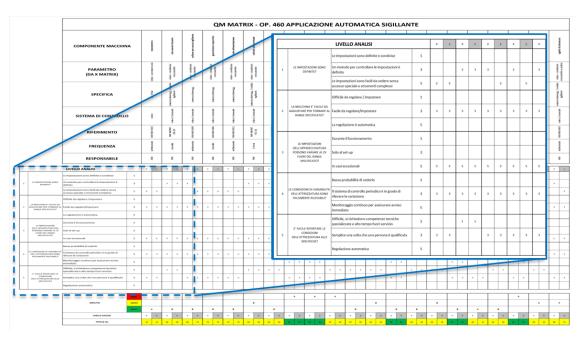


Figura 59

A partire da questi nuovi dati si è reso indispensabile varare un *nuovo Piano di Manutenzione Preventiva*, procedendo con la stesura di un calendario dettagliato di tutte le attività suddivise nelle varie WEEK. Inoltre, per ogni componente macchina, è da

allegare la scheda SMP (Scheda di Manutenzione Professionale) all'interno della quale sono raggruppate tutte le attività dettagliate da eseguire.

Nel caso in questione, il calendario aggiornato ha la seguente struttura:

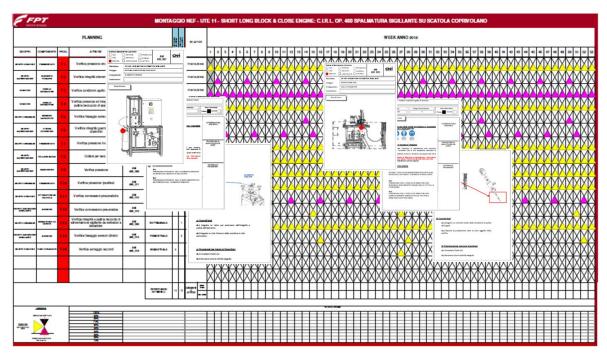


Figura 60

Le WEEK sono relative alle colonne della precedente tabella, invece i parametri su ogni riga sono le attività da effettuare. È di fondamentale importanza notare il dettaglio del colore dei triangoli che indicano le *attività pianificate*: sono di colore VIOLA quelle attività che hanno un particolare impatto sulla qualità del prodotto (come lo può essere la pulizia dei componenti); di colore VERDE sono le attività che hanno impatto importante sulla sicurezza; infine, di colore GIALLO tutte le attività di controllo/ispezione che non hanno un impatto particolare sulle aree di cui si è parlato in precedenza.

- STEP 6 (PPA – STEP 6): dopo aver apportato le modifiche di cui si è parlato negli STEP precedenti e dopo aver monitorato gli effettivi benefici scaturiti da tali cambiamenti, il passo successivo è stato quello di provare ad aumentare ancora il punteggio che scaturisce dal *Q-Factor* apportando ulteriori modifiche al processo. Tali modifiche possono essere anche relative alla gestione del processo stesso. A tal proposito si è andati ad agire sulla

manutenzione della VALVOLA DI SCARICO ARIA DEBUBBLER, assicurando dei controlli mirati e più dettagliati sull'integrità e sulla pulizia. In particolare, la scelta è ricaduta su questa attività in quanto fa parte delle cosiddette *attività ad Alto Impatto* sulla qualità. Le attività svolte sono state quelle di agire sullo specifico ente addetto alla manutenzione passando da una manutenzione di tipo PM ad una manutenzione di tipo AM. Tra i due tipi di manutenzione la differenza è sostanziale in quanto nella prima è necessaria l'attività di manutentori specializzati, mentre la seconda è ad opera dei conduttori/operatori presenti in postazione, pertanto anche il costo orario di manutenzione risulta differente: se per un manutentore il costo orario di manutenzione è di circa €45/h, per un semplice conduttore tale costo si aggira intorno ai €35/h. Di seguito sono mostrati i cambiamenti dovuti al passaggio della competenza dalla PM alla AM:

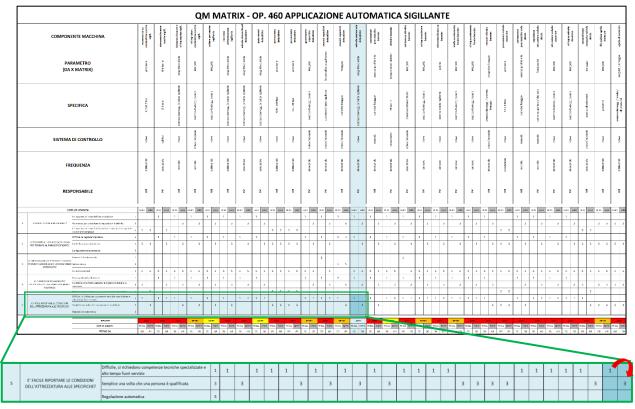


Figura 61

La riga e la colonna corrispondenti alle modifiche effettuate sono quelle evidenziate in azzurro, ed è possibile notare come in corrispondenza dell'ultima delle 5 domande si sia

avuto un miglioramento dello score da 1 a 3, che consiste appunto nel passaggio delle competenze della manutenzione da PM ad AM.

NOTA: il massimo del punteggio del Q-Factor non può essere ottenuto in quanto molte richieste non possono essere soddisfatte. Tale situazione si ha in tutti quei casi in cui non è possibile avere un'automazione totale del processo, come il ripristino delle attrezzature alle condizioni di partenza. Al contrario il controllo automatico e continuo della variabilità del sistema è qualcosa che può essere assicurato, ed è anzi fondamentale per la corretta riuscita del processo di PPA. Questo, infatti, sarà il principale scopo dello STEP successivo.

STEP 7 (PPA – STEP 7): lo scopo di questa ultima fase è stato quello di assicurare il massimo punteggio alla domanda 4 delle 5Dx0D, che richiede un controllo automatico su tutte le attività e su tutte le fasi dell'intero processo. Se allo STEP 5 della PPA, con la modifica della fasatura tra Sistema Debubbler e Sistema di Adduzione è stato assicurato il massimo punteggio a questi sistemi, risultano esclusi invece i controlli automatici su ciò che riguarda il Sistema di Alimentazione sigillante.

Ancora una volta si è pensato di effettuare una modifica al PLC, agendo sul programma di riempimento del *Sistema Debubbler*. L'idea è stata quella di inserire un doppio controllo in modo che la fermata del riempimento coincidesse con la contemporanea verifica di due condizioni: la *prima* con il MAX pari ad 1 (come normale prassi del riempimento), mentre la *seconda* con un timer di 4 minuti dal momento in cui il sensore di MAX si era riportato a 0. Il valore temporale appena indicato è stato il risultato di prove sperimentali effettuate durante le fasi di collaudo della macchina.

Come già accennato in precedenza, con questa nuova contromisura si è cercato di ottenere lo score 5 alla domanda 4 di tutte le attività presenti in QM-Matrix, e in seguito al processo di monitoraggio è stato possibile confermare tali richieste.

Pertanto, nel corso di tale paragrafo sarà mostrato come il Q-Factor si è evoluto in seguito al processo di miglioramento:

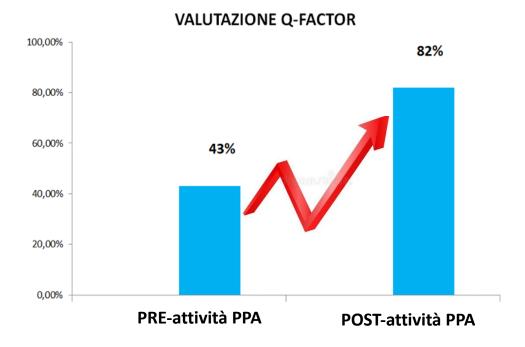


Figura 62

La FASE 1 è quella relativa alla situazione prima delle attività della PPA, mentre la FASE 2 è relativa alla PPA ultimata (post STEP 7), dopo aver eseguito anche le modifiche al Piano di Manutenzione e aver assicurato la buona riuscita dell'intero processo di miglioramento. Come è possibile notare si è avuto un incremento percentuale notevole, in cui l'unico limite è stato quello relativo all'impossibilità di garantire il ripristino automatico di eventuali guasti.

Ultima analisi da effettuare è quella relativa all'andamento delle anomalie. Il fattore da tenere sotto controllo è l'andamento delle non conformità, e una buona riuscita del processo si traduce con un mantenimento del trend già ottenuto nelle fasi precedenti, che in questo caso è l'annullamento delle anomalie di processo.

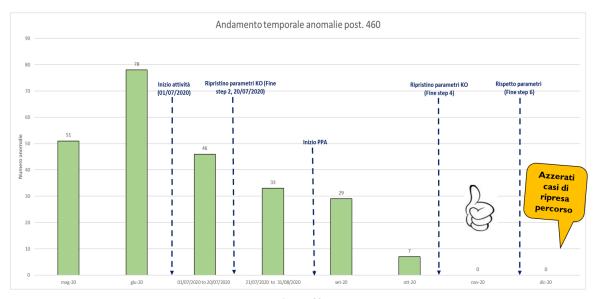
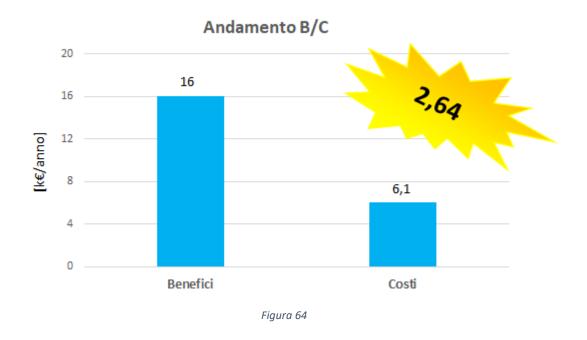


Figura 63

Ancora una volta il trend ottenuto è quello sperato, e tutto ciò va a confermare *l'efficacia* delle contromisure adottate.

Per quanto riguarda invece la sostenibilità e l'ottimizzazione di tali contromisure si misura in termini di impatto economico. Questa serie di operazioni prende il nome di Ottimizzazione del Checking time Cost, e il risultato che si vuole ottenere è quello di un rapporto Benefici/Costi maggiore di 1. Se si considerano anche i costi relativi al passaggio da Manutenzione Preventiva (PM) a Manutenzione Autonoma (AM) ci sono dei risparmi di circa €10/h di manodopera diretta, che estesi a dei cicli di manutenzione trimestrale risultano dei risparmi non trascurabili a livello economico.

Considerando il caso in questione, un rapporto totale dei benefici sui costi sostenuti è di questo tipo:



Come si può notare, il rapporto B/C è pari a 2,64 e di conseguenza si può confermare l'effettiva bontà delle contromisure adottate.

4. Conclusioni

Come emerge da tale lavoro, il WCM pone le basi per un metodo di lavoro strutturato e dettagliato in base alle particolari esigenze applicative, e garantisce la risoluzione di problematiche anche complesse grazie all'approccio critico che si ha nei confronti di esse. Nel corso dei 7 STEP sono state introdotte numerose modifiche e, insieme ad esse, altrettanti controlli in quanto non era possibile garantire a priori la loro efficacia. Queste continue attività di introduzione delle contromisure e successivo monitoraggio, noto tramite l'acronimo di PDCA, rappresentano il punto focale dell'intero WCM e sono state fondamentali per poter ottenere i risultati sperati.

Come è stato presentato nel paragrafo introduttivo, ed ampiamente approfondito nel seguito del lavoro, lo scopo principale della tesi è stato quello di supportare il Pillar Leader e i membri del Quality Control per trovare la soluzione più opportuna relativa alla problematica riguardante le *Anomalie sulla deposizione del sigillante sulla scatola copri-volano*. L'Advanced Kaizen, attraverso i 7 STEP della Process Point Analysis, ha permesso di entrare nel dettaglio di ogni singolo componente della macchina per ricercare quali parametri potessero essere maggiormente impattanti per il corretto completamento del processo stesso. Inoltre, è stato effettuato un *monitoraggio delle condizioni* al contorno in cui la macchina lavorava, per assicurarsi che non ci fossero delle situazioni di conflitto che potessero pregiudicare il lavoro svolto.

Altro punto fondamentale è stato quello del *monitoraggio dei costi*, infatti ad un miglioramento della qualità complessiva deve sempre affiancarsi un aumento della convenienza dal punto di vista economico. Il Cost Deployment è ciò che ha fatto da padrone durante tutte le attività, e i benefici sono stati misurati attraverso il rapporto B/C che si è rivelato essere di circa 2,6 alla fine dell'intero processo. Un valore così elevato alla fine di tutte le attività è stato totalmente positivo, ed è stato l'indice principale per dimostrare come ogni contromisura adottata, abbia apportato i risultati sperati. A tal proposito, ritornando a quanto è stato detto nel capitolo introduttivo dei 10 Pilatri Manageriali, ruolo di fondamentale importanza è quello relativo alla *Motivazione degli Operatori*. Potrebbe sembrare quasi scontato e banale, infatti, come una semplice attività di monitoraggio e visualizzazione pratica dei risultati relativi alle proprie attività possa essere essa stessa fonte di motivazione e di soddisfazione personale in primis, e poi motivo per cercare di fare meglio migliorando i risultati ottenuti.

Ringraziamenti

Arrivato a questo punto del testo, sento di ringraziare tutti coloro che hanno preso parte alla realizzazione della tesi, ma soprattutto chi mi ha accompagnato in questi anni, per certi aspetti anche interminabili.

Ringrazio innanzitutto il mio relatore, il professor Paolo Minetola, i miei tutor aziendali Andrea e Sergio, e tutti i colleghi della FPT Industrial che in questi mesi di tirocinio mi hanno aiutato dal punto di vista tecnico e mi hanno permesso di crescere anche dal punto di vista personale.

Ringrazio i miei genitori e mia sorella, senza i quali nulla di tutto ciò sarebbe stato possibile. Mi hanno insegnato a non smettere mai di sognare, a credere in me stesso e a non darmi mai per vinto, anche quando tutto sembra andare a rotoli e tutti i sacrifici sembrano essere vani.

Ci sono poi la MIA CUGINETTA Raffaella, Nonna Rafela, zia Giovanna, zio Donato, zia Maria, zio Gino, Rosalba, Antonio e Salvatore, e tutti i familiari che hanno sempre avuto una parola di conforto e che non mi hanno mai fatto sentire solo, anche se mi guardavano da lassù.

Ringrazio soprattutto i miei AMICI, i ragazzi con cui ho vissuto questi fantastici anni di università, i ragazzi che hanno condiviso con me questo percorso e che sono i ragazzi con cui condivido ogni momento. Ringrazio Ciro, Cosimo, Oronzo, Carmelo, Christian, Ciccio, Claudio Annicc, Claudio Degg, Monica, Diletta, Ele, Reb, Giusy, Alessia, Pamela, Giuliana, Noemi, Roberta, Ludovica, Eugenia, Salvo, Marco, Arianna, Antonio, Francesco Finto, Pierclaudio, la #ASMSGANG e gli "Universitari Cachiamoci".

Ringrazio infine i colleghi di Università Paolo, Toni, Giuseppe, Michele e Vito, i ragazzi dei "3 Statali", i compagni delle uscite in bici torinesi e i compagni delle uscite nella mia amata città.

Indice delle Figure

Figura 1 – Struttura del WCM	9
Figura 2 – La Profondità di Azione del processo di miglioramento	10
Figura 3 – Estensione del processo di miglioramento	10
Figura 4 – Il Tempio, il simbolo del WCM con i suoi Pilastri Tecnici e Manageriali	12
Figura 5 – Pilastro Tecnico del SAFETY	13
Figura 6 – I 7 STEP del COST DEPLOYMENT.	15
Figura 7 – I 7 STEP del FOCUS IMPROVEMENT	16
Figura 8 – I 7 STEP della PROFESSIONAL MANTAINANCE	19
Figura 9 – I 7 STEP della LOGISTICA	21
Figura 10 – I 7 STEP dell'EARLY EQUIPMENT MANAGEMENT	22
Figura 11 – I 7 STEP dell'EARLY PRODUCT MANAGEMENT	23
Figura 12 – I 7 STEP del PEOPLE DEVELOPMENT	24
Figura 13 – I 7 STEP dell'ENVIRONMENT	25
Figura 14 – Estensione delle aree produttive FTP e i suoi brands	29
Figura 15 – Macchine movimento terra.	30
Figura 16 – Veicoli commerciali e veicoli per la difesa.	30
Figura 17 – FTP Powertrain.	31
Figura 18 – Particolare di un motore VECTOR.	32
Figura 19 – Particolare di un motore CURSOR	33
Figura 20 – Particolare di un motore della SERIE NEF	34
Figura 21 – Particolare di un motore della SERIE F5	34
Figura 22 – Particolare di un motore della SERIE F28	35
Figura 23 – Stabilimento di Torino Motori	36
Figura 24 – Volumi produttivi dello stabilimento di Torino Motori	37
Figura 25 – Area di produzione NEF.	38
Figura 26 – Area SHORT/LONG BLOCK	40
Figura 27 – Legenda simboli SHORT/LONG BLOCK	40
Figura 28 – I 7 STEP del QUALITY CONTROL	44
Figura 29 – I 7 STEP della Process Point Analysis (PPA)	45
Figura 30 – Le 5M	46
Figura 31 – Le 5S	47
Figura 32 – Le 5W1H	48

Figura 33 – I 5WHYS.	49
Figura 34 – La FMEA, Indice di Priorità del Rischio	51
Figura 35 – La FMEA, La successione degli STEP.	52
Figura 36 – Le tipologie di QA-Matrix.	54
Figura 37 – La QM-Matrix	55
Figura 38 – Descrizione del difetto.	56
Figura 39 – Applicazione delle 5W1H	57
Figura 40 – Applicazione della X-Matrix iniziale	58
Figura 41 – Applicazione della matrice 5G iniziale	59
Figura 42 – Applicazione delle 5WHYS iniziale	60
Figura 43 – Condizione nominale di funzionamento.	60
Figura 44 – Condizione anomala di funzionamento	60
Figura 45 – Andamento dei casi post-ripristino.	61
Figura 46 – Andamento temporale della PPA	62
Figura 47 – Individuazione del Punto di Processo	63
Figura 48 – Fase di deposizione del sigillante	64
Figura 49 – Sistemi coinvolti durante la fase di deposizione del sigillante	65
Figura 50.1 – Componenti del Sistema di deposizione sigillante	65
Figura 50.2 – Componenti del Sistema debubbler	66
Figura 50.3 – Componenti del Sistema di alimentazione sigillante	66
Figura 50.4 – Componenti del Sistema di adduzione del sigillante al dosatore	67
Figura 51.1 – Analisi dei 6 fattori del Sistema di deposizione sigillante	68
Figura 51.2 – Analisi dei 6 fattori del Sistema debubbler	68
Figura 51.3 – Analisi dei 6 fattori del Sistema di alimentazione sigillante	69
Figura 51.4 – Analisi dei 6 fattori del Sistema di adduzione del sigillante al dosatore	69
Figura 52.1 – Controllo attività del Sistema di deposizione sigillante	70
Figura 52.2 – Controllo attività del Sistema debubbler	70
Figura 52.3 – Controllo attività del Sistema di alimentazione sigillante	71
Figura 52.4 – Controllo attività del Sistema di adduzione del sigillante al dosatore	71
Figura 53 – 5WHYS aggiornato	72
Figura 54.1 – Fase 1 del ciclo di deposizione	72
Figura 54.2 – Fase 2 del ciclo di deposizione	73
Figura 54.3 – Punto critico del ciclo	73

Figura 55 – Andamento casi post STEP 4 della PPA	74
Figura 56 – X-Matrix aggiornata	75
Figura 57 – QM-Matrix post STEP 5.	76
Figura 58 – Criteri per la valutazione del Q-Factor.	77
Figura 59 – Valutazione del Q-Factor post STEP 5.	77
Figura 60 – Calendario aggiornato delle verifiche.	78
Figura 61 – QM-Matrix e Q-Factor post STEP 6.	79
Figura 62 – Confronto Q-Factor pre e post contromisure migliorative	81
Figura 63 – Andamento casi post STEP 6 della PPA.	82
Figura 64 – Andamento B/C post attività di correzione	83

Bibliografia

Ketter S. e Massone L. (2007), *I pilastri tecnici del WCM*, FCA Group, documentazione interna Aziendale.

Cipriani A., Erlicher L., Neirotti P., Pero L. e Campagna L., (2015), L'evoluzione dei sistemi di produzione e dell'organizzazione del lavoro nelle fabbriche: l'applicazione del World Class Manufacturing in FIAT, Politecnico di Milano, MI, 15 febbraio 2015.

Galgano A. (2008), Qualità totale. Il metodo scientifico nella gestione aziendale, Guerini e Associati, Milano.

FCA - Fiat Chrysler Automotive, Quality Control - Standard Material, documentazione interna.

FCA - Fiat Chrysler Automotive, *Professional Mantainance - Standard Material*, documentazione interna.

De Felice F., Petrillo A. e Monfreda S., (2013), *Improving Operations Performance with World Class Manufacturing Technique: A Case in Automotive Industry*, Schiraldi M.M (Ed.), *Operations Management*.

Sitografia

https://it.wikipedia.org/wiki/World Class Manufacturing

https://it.wikipedia.org/wiki/Total Productive Maintenance

https://it.wikipedia.org/wiki/Qualit%C3%A0 totale

https://it.wikipedia.org/wiki/Ciclo di Deming

https://www.fptindustrial.com/global/it

https://www.iveco-astra.com/it/