



UNIVERSITA' POLITECNICA DELLE MARCHE

FACOLTA' DI INGEGNERIA

Corso di Laurea magistrale in Ingegneria Gestionale

IMPLEMENTAZIONE DEL WORLD CLASS MANUFACTURING, PILASTRO DI
PROFESSIONAL MAINTENANCE (PM) STEP 0-3, FINALIZZATO AL MIGLIORAMENTO
DELL'OEE NEL PLANT WHIRLPOOL DI COMUNANZA

IMPLEMENTATION OF WORLD CLASS MANUFACTURING, PROFESSIONAL
MAINTENANCE (PM) PILLAR STEP 0-3, TO IMPROVE THE OEE IN COMUNANZA'S
WHIRLPOOL PLANT

Relatore: Chiar.mo/a

Prof. Michele Germani

Tesi di Laurea di:

Massimo Terreri

A.A. 2021 / 2022

Sommario

INTRODUZIONE.....	5
1. L'AZIENDA: WHIRLPOOL CORPORATION	6
1.1 Storia dell'azienda	6
1.2 I prodotti di Whirlpool	6
1.3 L'attività produttiva	7
2. LA METODOLOGIA WORLD CLASS MANUFACTURING	8
2.1 La storia ed i motivi del successo	8
2.2 Introduzione al metodo.....	9
2.2.1 I 7 strumenti base del WCM	14
2.2.1.1 Priorità	15
2.2.1.2 Distribuzione degli obiettivi.....	15
2.2.1.3 Descrizione del problema con disegni.....	16
2.2.1.4 Descrizione del problema (5W+1H con principi 5G)	16
2.2.1.5 Analisi della causa radice.....	18
2.2.1.6 Descrizione dei fenomeni	19
2.2.1.7 Il "modo" di insegnare alle persone: TWTP, The Way To Teach Pepople	21
2.3 I 10 Pilastri del WCM	22
2.3.1 Safety	25
2.3.2 Cost Deployment	28
2.3.3 Focused Improvement.....	30
2.3.4 Autonomous Activity	32
2.3.4.1 I 7 MUDA	33
2.3.4.2 Autonomous Maintenance (AM).....	36
2.3.5 Professional Maintenance	36
2.3.6 Quality Control	37
2.3.7 Logistics	41
2.3.8 Early Equipment Management.....	45
2.3.9 People Development	46
2.3.10 Environment	49
3. TEORIA DELLA MANUTENZIONE	51
3.1 Introduzione	51
3.2 KPI della manutenzione	52
3.3 I Costi	59
3.4 I Tempi	60
3.5 Strategie manutentive	61
3.5.1 Manutenzione Correttiva	62
3.5.2 Manutenzione Preventiva Programmata	63
3.5.3 Manutenzione Preventiva su Condizione (o Predittiva).....	64

3.5.4 Manutenzione Migliorativa	65
4. APPLICAZIONE DELLA PM IN AZIENDA	67
4.1 Introduzione e contesto	67
4.2 Scelta dell'area modello e di estensione	68
4.3 KPI e KAI utilizzati	69
4.3.1 KAI: Red Tag	70
4.3.2 KAI: EWO Managed	70
4.3.3 KAI: Quick Kaizen	73
4.3.4 KAI: SMP	75
4.3.5 KAI: MP Info	77
4.3.6 KPI: Breakdown per mancanza di manutenzione.....	78
4.3.7 KPI: Stratificazione dei breakdown.....	78
4.3.8 KPI: MTTR ed MTBF	79
4.3.9 KPI: OEE	80
4.4 STEP 0: Attività preliminari	84
4.5 STEP 1: Eliminazione e prevenzione del deterioramento accelerato.....	91
4.6 STEP 2: Invertire il deterioramento	97
4.7 STEP 3: Definizione degli standard di manutenzione	103
4.7.1 Risultati ottenuti.....	106
5. CONCLUSIONI	119
BIBLIOGRAFIA E SITOGRAFIA.....	121

INTRODUZIONE

Il seguente lavoro di tesi prende spunto dall'esperienza maturata durante il tirocinio svolto presso il plant Whirlpool di Comunanza (AP), nel quale ho avuto modo di far parte del team che lavora a garantire l'efficientamento della produzione attraverso l'implementazione del pilastro di Professional Maintenance.

Il progetto ha l'obiettivo di estendere la metodologia World Class Manufacturing (WCM), già presente all'interno dell'azienda, alla "linea cesto" presso cui vengono creati i cestelli delle lavasciuga.

Relativamente allo specifico argomento oggetto della tesi, lo scopo è stato quello di programmare una strategia di manutenzione basata sul Libro Macchina (Machine Ledger) della linea pianificando interventi di manutenzione sui componenti della stessa, diminuendo così la frequenza e l'impatto dei guasti con un conseguente miglioramento complessivo della produttività.

Il World Class Manufacturing è un sistema di gestione aziendale il cui scopo principale è quello di migliorare continuamente la produzione ed ottenere una sistematica riduzione delle perdite e degli sprechi coinvolgendo l'organizzazione nel suo complesso, dalla sicurezza all'ambiente, dalla manutenzione alla logistica e alla qualità, fino ad arrivare al risultato ultimo di zero infortuni, zero rifiuti, zero guasti e zero giacenze. Tale sistema è focalizzato sul coinvolgimento delle persone a tutti i livelli.

Il termine WCM (acronimo di World Class Manufacturing) fu utilizzato inizialmente nel 1986 da R. Schonberger, secondo cui bisogna considerare la componente umana come un pilastro fondamentale e considerare l'uomo come una risorsa importante piuttosto che come un problema da rimpiazzare attraverso l'uso di macchinari. Il focus deve essere sui bisogni del cliente ed internamente l'organizzazione dove sviluppare e mantenere una propensione verso il miglioramento continuo.

Per la stesura dell'elaborato si è pensato di cominciare, nel primo capitolo, con una breve presentazione dell'azienda e nello specifico, della sua attività produttiva presso il plant in esame.

Nel secondo capitolo, verrà trattata la metodologia World Class Manufacturing, spiegando i motivi che hanno portato al successo questa tecnica e la sua evoluzione nel tempo.

Nel terzo capitolo verrà affrontata la teoria manutentiva e come essa è cambiata nel tempo evidenziando gli obiettivi, gli strumenti iniziali e gli indicatori di performance e monitoraggio KPI (Key Performance Index) e KAI (Key Activity Index).

Il quarto capitolo riprenderà i concetti della teoria illustrata nel capitolo precedente e ne mostrerà l'applicazione reale in azienda.

Infine, nell'ultimo capitolo verranno delineati i risultati ottenuti, seguiti da alcune considerazioni sulle fasi di maggior difficoltà, sul gradimento e l'integrazione nella mentalità dei dipendenti che devono accettare ed abituarsi al cambiamento ed alcuni spunti per ulteriori miglioramenti.

1. L'AZIENDA: WHIRLPOOL CORPORATION

1.1 Storia dell'azienda



Figura 1.1.1 - Logo Whirlpool Corporation

L'azienda Upton Machine Company, nasce in Michigan nel 1911 e produce lavatrici a motore elettrico finché, nel 1988, crea una joint-venture con Philips da cui nasce Whirlpool International.

Dal 1991, con l'apertura di diverse filiali in Europa, nasce Whirlpool Europa.

Nel 2006, Whirlpool acquisisce Mytag Corporation, principale competitor sul mercato americano degli elettrodomestici. Diventa così il primo produttore mondiale superando Electrolux.

Nel 2010, Whirlpool Europa diventa Whirlpool EMEA e solo 4 anni dopo, consolida la sua posizione in Italia con l'acquisizione di Indesit Company e diventando quindi proprietaria, anche del plant di Comunanza, oggetto della tesi.

1.2 I prodotti di Whirlpool

Il mercato di Whirlpool, è quello degli elettrodomestici. La varietà proposta, comprende: forni, microonde, piani cottura, cucine, cappe, lavastoviglie, frigoriferi, congelatori, condizionatori, lavatrici, asciugatrici, lavasciuga, ecc...

Presso il plant di Comunanza, vengono prodotte lavatrici e lavasciuga attraverso i brand Indesit, HotPoint, Bauknecht e Whirlpool.



Figura 1.2.1 - Brand Indesit



Figura 1.2.2 - Brand Hotpoint



Figura 1.2.3 - Brand Bauknecht



Figura 1.2.4 - Brand Whirlpool

1.3 L'attività produttiva

A causa delle caratteristiche del processo produttivo, il layout dello stabilimento di Comunanza (AP) è strutturato per reparti:

- Reparti primari
 - Formazione e verniciatura del cabinet esterno,
 - Assiemaggio del cestello e saldatura vibrazionale della vasca
- Montaggio
- Collaudo e Packaging

Cui vanno aggiunti il Magazzino delle materie prime e dei prodotti finiti.

L'output giornaliero è di circa 3500 prodotti al giorno (suddivisi tra lavasciuga e lavatrici).

I reparti primari sono aree **capital intensive** (minima presenza di posizionati, elevata automazione), che lavorano su due turni per giorno. L'area può essere sostanzialmente divisa in due sotto-gruppi:

- Stampaggio e Verniciatura
- Cesto e Gruppo Oscillante

La prima area si occupa di formare il cabinet esterno, in particolare, lo stampaggio si occupa di produrre l'involucro ed il pannello che poi vengono assemblati dalla linea di saldatura situata nella stessa area. I mobili grezzi sono poi inviati al processo di verniciatura che ha lo scopo di sgrassare le superfici esterne per consentire la successiva verniciatura del manufatto per cataforesi ed infine a polvere elettrostatica.

L'area di formazione della vasca di lavatrici o lavasciuga è composta dalle linee del Cesto, che si occupa della formazione del cestello e dell'assiemaggio di tutti i componenti ad esso connessi (trascinatori, flange, crociera) e dalla linea del gruppo oscillante che ha lo scopo di formare la vasca in plastica esterna tramite un processo di saldatura vibrazionale.

Le aree di montaggio, collaudo e packaging sono invece di tipo **labor intensive**, tutte lavorano un solo turno al giorno, a causa del disaccoppiamento tra i processi primari e le aree restanti dello stabilimento.

Gli assiemaggi hanno l'onere di assiemare cabinet esterno e gruppo oscillante, le linee di collaudo sono in serie agli assiemaggi, eseguono una prova dei prodotti tramite un ciclo di lavaggio e successivo scarico, il packaging infine esegue un processo di cottura del film esterno del manufatto per prepararlo al magazzino prodotto finito.

2. LA METODOLOGIA WORLD CLASS MANUFACTURING

2.1 La storia ed i motivi del successo

La metodologia, o filosofia, del World Class Manufacturing deve i suoi natali al maestro Giapponese Hajime Yamashina il quale passò gran parte della sua vita viaggiando per il mondo in modo da adattare i precetti del “toyotismo” alle diverse visioni dei suoi clienti. Prima influenzando le grandi aziende dell’auto americana, dove ha preso proprio il nome di WCM, e successivamente anche in Europa.

Il World Class Manufacturing, fin dagli anni '80, era conosciuto come un modo per incrementare la competitività di un’azienda offrendo la possibilità di ottenere prodotti di alta qualità e prestazioni tali da portare miglioramenti che permettessero una crescita a livello globale nonostante condizioni di forte concorrenza.

Negli anni successivi questa teoria venne perfezionata sviluppando nozioni e metodiche che si sono poi concretizzate nei così detti 10 pilastri, su cui tutto il sistema WCM poggia. Si decise di puntare anche su una modalità di gestione differente, cercando di responsabilizzare maggiormente i lavoratori per aumentare il loro coinvolgimento.

In Italia, questa filosofia prese piede nel 2004 quando Sergio Marchionne invitò Stefan Ketter, capo della qualità di Fiat Group Automobiles, a dedicarsi allo sviluppo del WCM. Egli diventò responsabile di questo progetto insieme a Luciano Massone. Furono loro a decidere di chiamare il massimo esperto in materia, Hajime Yamashina, il quale spiegò ai lavoratori un programma rivolto alla formazione e alla teoria dei “Muda” e del “kaizen”.

La tecnica di Yamashina era semplice ma estremamente efficace: arrivare in un paese, coglierne i tratti della cultura industriale e modulare su essi i principi del toyotismo. Vennero quindi scelti due stabilimenti per testare il modello, in Italia Melfi e in Polonia Tychy. Con la messa in pratica del WCM si ottennero grandi risultati derivanti dal riconoscimento e dall’eliminazione di circa il 60% delle operazioni che non portavano a nessun valore aggiunto. Con il passare del tempo il WCM si espanse anche in altri stabilimenti come ad esempio quello di Pomigliano e Mirafiori, per poi passare alle strutture americane e infine espandersi anche ai maggiori fornitori del Gruppo.

In seguito alla crisi mondiale, il contesto economico agevolò la diffusione di questa nuova filosofia, la quale interessò inizialmente aziende americane come General Motors, Chrysler e Ford, per poi continuare la sua espansione verso molte altre aziende nel Mondo.

L’azienda Fiat colse così l’occasione di avvicinarsi al mercato americano in modo da poter accrescere le proprie dimensioni ed il proprio mercato. Trovato l’accordo con il sindacato dei lavoratori Chrysler, la neonata nuova realtà decise di puntare sul WCM creando addirittura un’Academy. Questa collaborazione ebbe molto successo e portò il Gruppo FCA, appena sorto, tra i maggiori produttori mondiali di auto.

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

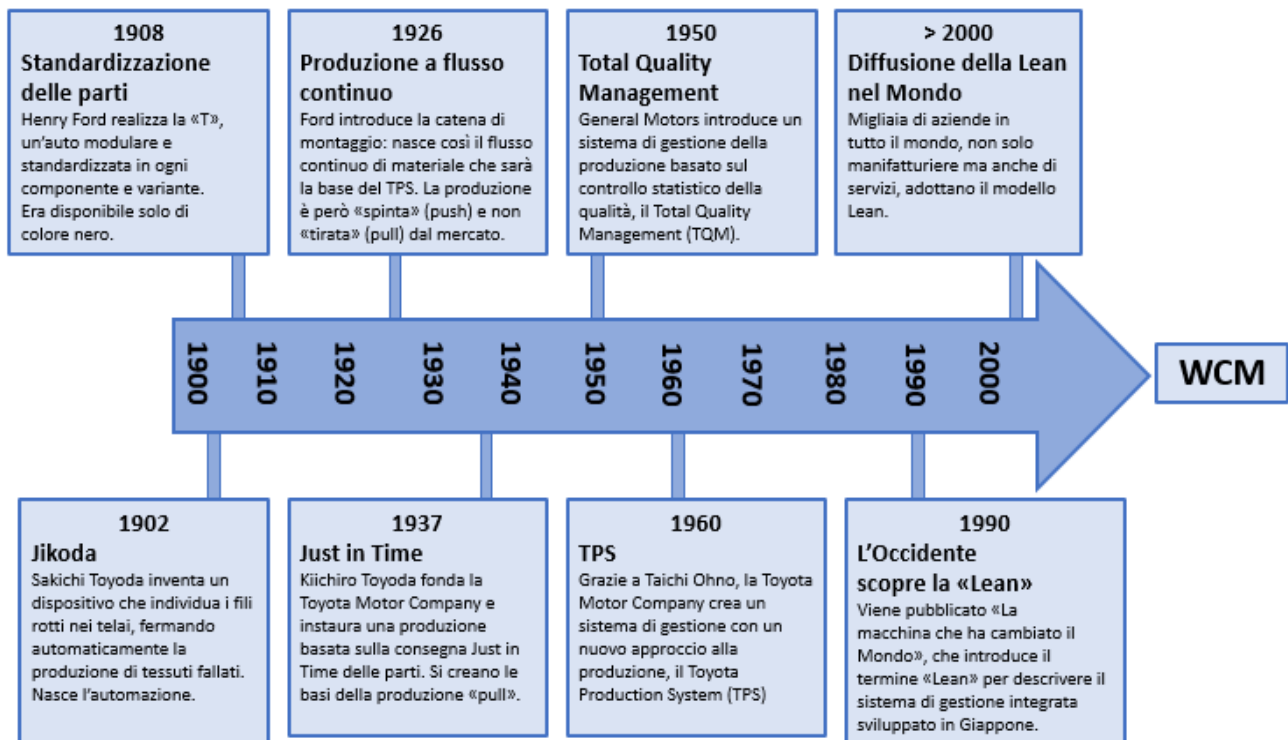


Figura 2.1.1 - Tappe fondamentali della Lean Production

2.2 Introduzione al metodo

La filosofia World Class Manufacturing si propone di realizzare attività che mirano all'implementazione di prospetti "Kaizen", attraverso la collaborazione di tutti i settori dell'azienda. L'attuazione di questo modello si prefigge come obiettivo una riduzione dei costi dello stabilimento e punta ad avere un ruolo sempre più importante in un contesto di mercato mondiale altamente competitivo.

Tale progetto, nasce per riuscire ad annullare gli sprechi e produrre maggiormente ma con un minor consumo delle risorse. Il WCM è basato sulla realizzazione di un sistema nel quale:

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

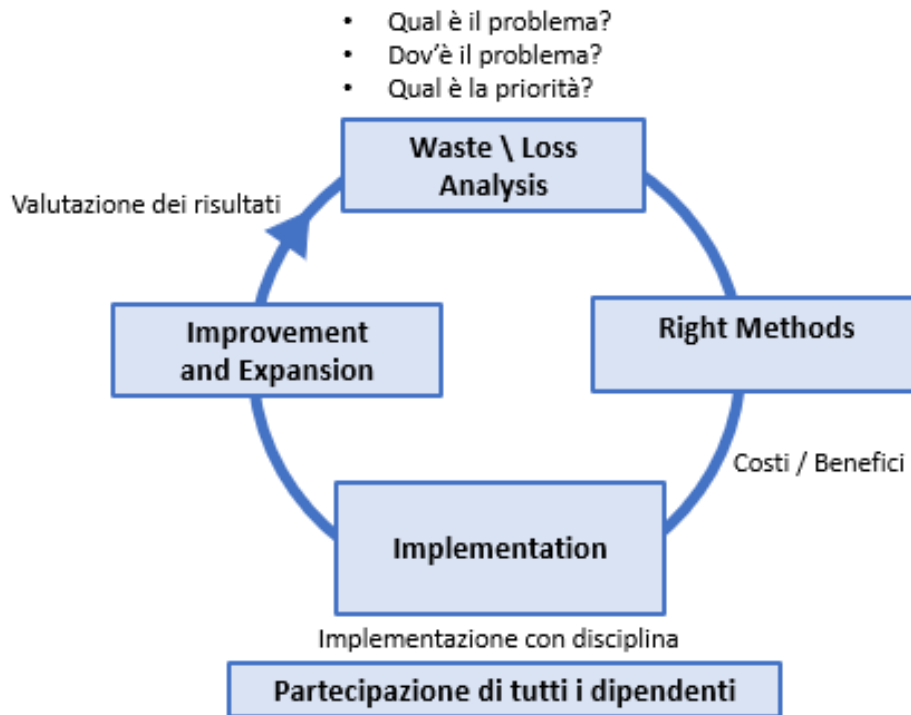


Figura 2.2.1 - Approccio al problema del World Class Manufacturing

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

La riorganizzazione aziendale viene attuata mediante un piano di lavoro coordinato che comprende particolari aree. Tra di esse, risulta essere molto rilevante la gestione della salute e la sicurezza sul posto di lavoro. Sono tuttavia comprese anche altre aree come lo studio dei costi, la qualità o la manutenzione.

A livello globale la filosofia WCM è adottata da molte imprese di prestigio.

Al fine di ottenere il massimo risultato, nel WCM è previsto che vengano seguite alcune fasi:

1. Coinvolgimento totale

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

2. Scomposizione dei problemi

Consiste nel realizzare soluzioni accessibili per compiti complessi, dove si andrebbero ad analizzare principalmente le perdite e gli sprechi.

3. Analisi dei costi

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

4. Ritorno dell'investimento (B/C)

Le attività sono progettate attraverso un rapporto costi/benefici che dovranno portare un vantaggio economico per la Società.

5. Approccio graduale

In un primo momento il WCM viene applicato all'area più critica dove i suoi metodi e strumenti

vengono utilizzati per annullare le perdite. Successivamente il modello viene ampliato ad altre aree, chiamate aree di estensione.

6. Standardizzazione

Vengono identificati degli standard di base, si eliminano le cause della perdita e si sviluppano processi che vengono poi consolidati.

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

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

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

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

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

Gli sprechi e le perdite rappresentano la differenza tra il processo ideale e quello reale. Inoltre a sprechi e perdite vengono associati dei costi, ma i costi di per sé sono essenziali per poter produrre.

Il problema relativo a tali entità, è proprio che esse non portano alcun valore aggiunto.

Il WCM è un modello di produzione che mira al miglioramento, mediante la precisazione e l'individuazione degli sprechi e delle perdite. Per realizzare ciò, il sistema deve avere alcune caratteristiche come per esempio: semplicità, rigore, coinvolgimento delle persone e flessibilità. Nonostante la filosofia WCM sia progredita molto, alcuni dei suoi aspetti sono rimasti fedeli nel tempo quali:

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

La realizzazione totale dei pilastri avviene in **sette step** che prevedono ciascuno determinate attività. Tali step, individuano tre fasi che sono:

- reattiva
- preventiva
- proattiva

Come prima cosa, il WCM prescrive una valutazione accurata dei rapporti costi/benefici per la realizzazione di miglioramenti. Nel momento stesso in cui si analizza l'innovazione, questa va vista dall'ottica di un progetto di sviluppo che deve essere costantemente monitorato facendo riferimento a due concetti quali la profondità dell'azione e la sua estendibilità.

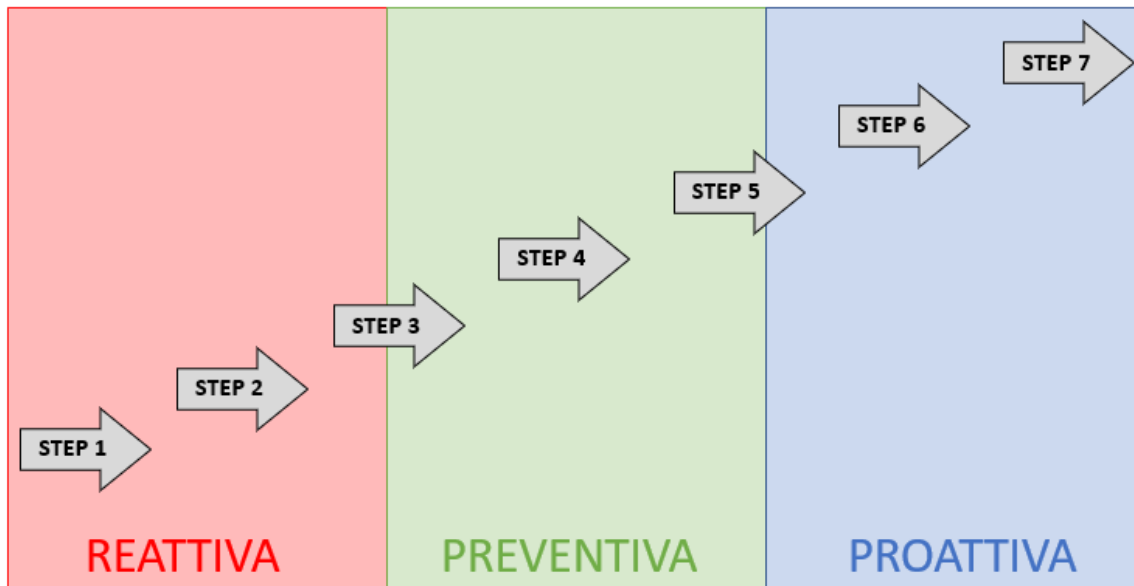


Figura 2.2.2 - I sette Step che caratterizzano l'evoluzione di ognuno dei pilastri

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

Tabella 2.2.1 - Descrizione e obiettivi dei sette Step

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

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

I risultati, delle aree sottoposte al WCM, devono essere convalidati da un ente esterno oppure interno nominato dalla direzione. Il processo di validazione, chiamato “audit”, serve sia a verificare oggettivamente i risultati raggiunti, che a mettere in competizione le varie iniziative innescando nuovi miglioramenti (estendibilità).

L’implementazione della metodologia e dei pilastri tecnici a nuove aree, avviene secondo un processo detto di “espansione” o “estensione”. Si parte sempre dalle aree e dalle macchine più critiche sulla base della prioritizzazione indicata dalla teoria, per poi estendere il modello alle altre aree, fino ad estendere la logica su tutto lo stabilimento.

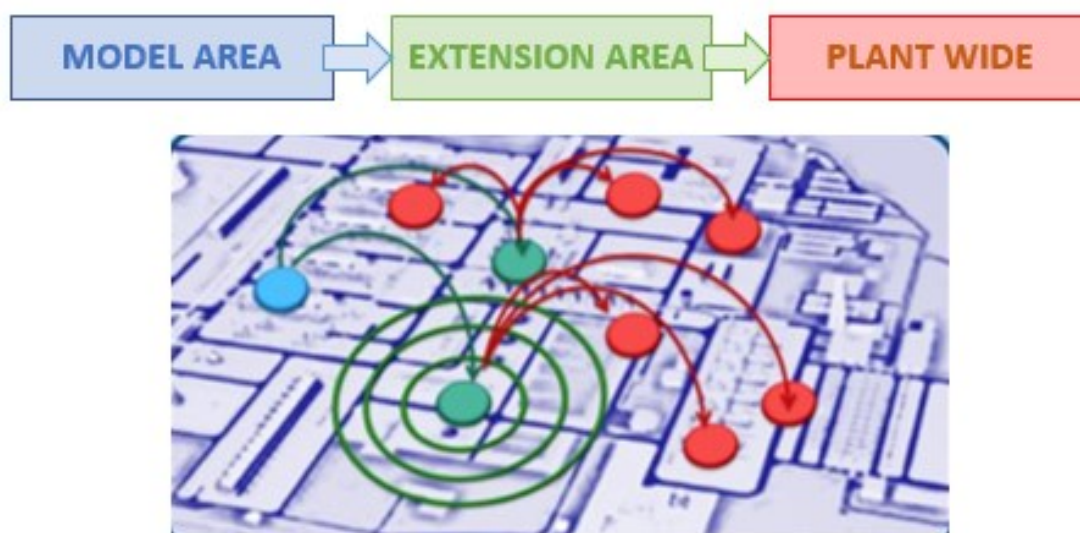


Figura 2.2.3 - Logica di espansione metodologia

Per quanto riguarda la profondità dell’azione si presume che, identificata una zona sulla quale si possa cominciare a sperimentare il nuovo metodo, si cominci a mettere in atto i sette step. Successivamente, dopo averli portati a termine, si procede ad ideare l’estensione del modello in altre zone considerate critiche.

Arrivati ai risultati, la direzione deve eleggere un ente che convalidi i dati a cui si è arrivati. Questo processo ha come scopo l’estendibilità, cioè promuovere ulteriori miglioramenti.

Come detto in precedenza, il modello WCM viene prima di tutto applicato alle zone considerate di maggior criticità e poi esteso a tutta l’azienda.

Durante lo svolgimento del metodo, per ogni pilastro si stilano delle Check-list che permettono di stimare il miglioramento (o il mantenimento).

Basandosi su tale documento, ad ogni step viene assegnato un punteggio risultante dalle valutazioni di diversi criteri, con punteggio che può variare da 0 (in caso di assenza di applicazione del metodo) a 5 (massimo livello raggiungibile). Al livello 5, il metodo viene considerato come pienamente applicato.

Per fare in modo che venga assicurata l’oggettività e il giusto grado di enfasi, vengono stilate numerose Check list di verifica e con diversi tipi di enti. La WCM Association identifica in maniera distinta delle figure in grado di compilare gli audit e pertanto chiamate “auditor”, suddividendole in: Junior, Regular Senior e Master.

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



Figura 2.2.4 - Livelli di riconoscimento WCM

2.2.1 I 7 strumenti base del WCM

Ci sono sette strumenti che vengono utilizzati nell'ambito del WCM e che sono finalizzati alla costruzione dei miglioramenti. Tali strumenti sono comuni a tutti i pilastri in quanto forniscono una linea guida nella soluzione dei problemi e nel miglioramento continuo.

I sette strumenti sono i seguenti:

1. Priorità
2. Impiego di obiettivi
3. Descrizione del problema con schizzi
4. Descrizione Problema
5. Analisi causa radice
6. Descrizione fenomeno
7. TWTP

2.2.1.1 Priorità

La priorità è uno degli strumenti fondamentali utilizzati in WCM. Tutti i pilastri del WCM lavorano su un'area modello, la cui priorità è definita in base alla quantità di perdite generate.

È quindi di fondamentale importanza scoprire le perdite generate nei vari processi e trovare i problemi più importanti. Gli strumenti più comunemente utilizzati a tale scopo, sono i seguenti:

1. Distribuzione dei costi
2. Classificazione ABC
3. Pareto Diagramma
4. Stratificazione
5. Matrice QA
6. Mappa fermate macchine
7. Matrice di sicurezza
8. Value Stream Map

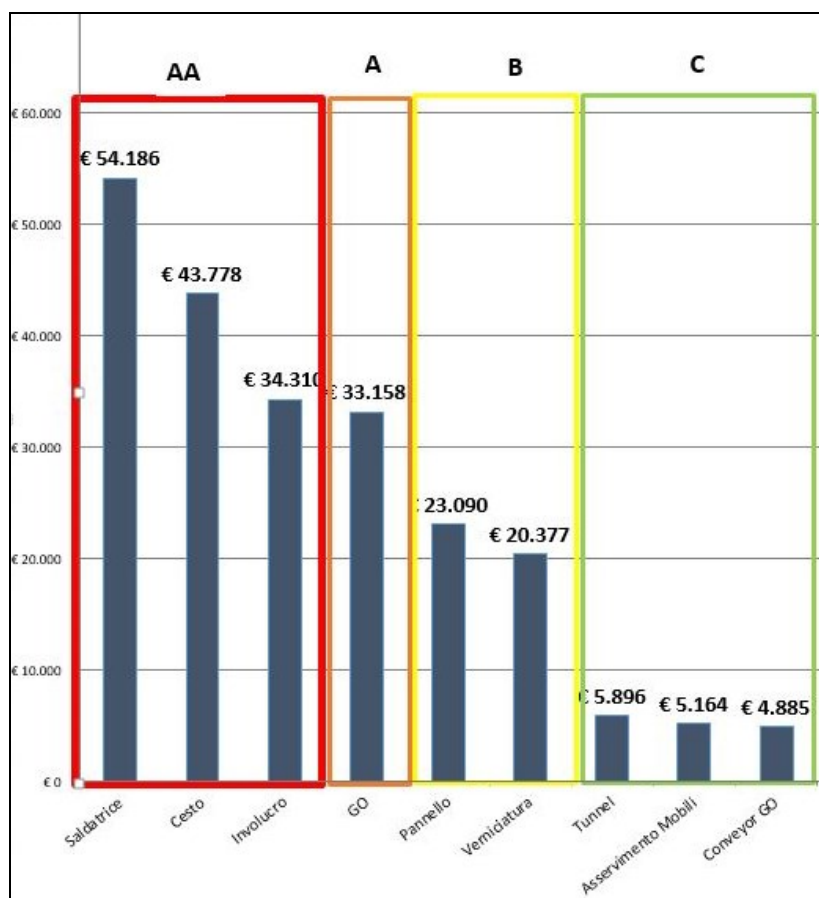


Figura 2.2.1.1.1 - Esempio di Diagramma di Pareto

2.2.1.2 Distribuzione degli obiettivi

Si tratta di una distribuzione sistematica, logica e dettagliata degli obiettivi.

La misurazione dei risultati rispetto agli obiettivi ed ai traguardi, aiuta ad identificare dove si trovi il problema. È importante non confondere obiettivi e mezzi.

2.2.1.3 Descrizione del problema con disegni

Altra pratica molto importante, è quella di descrivere il problema attraverso schizzi. In questo modo diventa più facile per le persone capire un concetto poiché l'apprendimento visivo risulta più immediato rispetto ad un approccio strettamente teorico. È quindi pratica comune l'utilizzo di immagini o disegni per spiegare i problemi.

Figura 2.2.1.3.1 - Esempio di disegno utilizzato per spiegare un problema

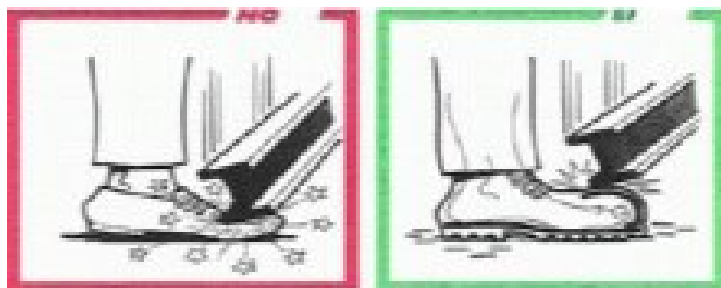


Figura 2.2.1.3.2 - Esempio di immagine utilizzata per spiegare un problema

2.2.1.4 Descrizione del problema (5W+1H con principi 5G)

Il metodo 5W+1H è uno strumento di problem solving che utilizza 5 domande per descrivere un problema in modo completo e dettagliato.



Figura 2.2.1.4.1 - Il metodo 5W + 1H

Tale strumento è indubbiamente utile e rapido per capire il problema, ma lo diventa meno quando il problema stesso deve essere risolto. La lacuna del metodo è nell'approccio prettamente teorico allo stesso. Per colmare questa lacuna, è sufficiente abbinare alle 5W + 1H un metodo più pratico, ossia quello delle 5G.



Figura 2.2.1.4.2 - Il metodo 5G

Il metodo 5G, altro non è che un approccio al problema basato sull'esperienza pratica dello stesso, ossia:

1. **Gemba**: tutta la squadra deve avere la stessa prospettiva e conoscenza relativa al problema in oggetto e dovrà pertanto recarsi sul posto.
2. **Gembutsu**: mentre si è sul posto, il team analizzerà fisicamente le parti e i materiali coinvolti nel guasto. Fondamentale è la tempestività, in quanto bisogna andare sul posto prima che la parte venga rimossa ed iniziare subito l'analisi della causa radice.
3. **Genjitsu**: il team deve raccogliere tutti i dati disponibili sul processo, sulle apparecchiature e sui materiali prima e dopo il guasto dell'attrezzatura. Le fonti di dati devono includere dati di controllo, report, variabili del sistema, ma anche le testimonianze dei tecnici che operavano sulla linea durante il periodo dell'incidente.
4. **Genri**: è necessario conoscere la teoria del funzionamento del processo in quanto bisogna stabilire se l'attrezzatura sia stata usata in modo corretto e secondo le giuste procedure.
5. **Gensoku**: il guasto potrebbe essere stato causato dal raggiungimento della vita limite del componente o da difetti di progettazione dello stesso. Tuttavia è possibile che il guasto sia dovuto ad un mancato rispetto delle procedure operative standard, pertanto questo dovrà essere controllato.

2.2.1.5 Analisi della causa radice

L'analisi delle cause radice, utilizza gli strumenti dei 5 perché e delle 4M per identificare la vera causa del problema. Nella logica Lean, è importante trovare la causa principale del problema in quanto contribuisce ad eliminarlo completamente.

Il metodo dei 5 perché, si fonda sul semplice principio secondo cui 5 iterazioni siano quasi sempre sufficienti ad individuare la causa del problema. Il metodo, a dispetto del nome, non pone realmente un limite al numero di “perché”, ma è prevalentemente un modo per incoraggiare l'analista ad evitare assunti e tranelli logici in modo da potersi concentrare sulla catena di causalità fino ad evincere la causa originaria.

Chiaramente, questo metodo non è esente da critiche e criticità. Infatti la Toyota stessa ha riscontrato problemi come:

1. la tendenza del problem solver a fermarsi ai sintomi, invece di indagare a fondo alla ricerca della causa vera,
2. l'incapacità di andare al di là della conoscenza corrente del problem solver, ossia la difficoltà nel trovare le giuste cause se non le si conoscono già,
3. la scarsa disponibilità di supporti che aiutino l'analista a chiedersi i giusti “perché”
4. l'irripetibilità dei risultati. Persone diverse infatti, potrebbero arrivare ad altrettante diverse conclusioni circa la causa radice del medesimo problema

Altro metodo è invece quello delle 5M. Tale metodo si applica ai diagrammi causa-effetto (o diagramma di Ishikawa) e consiste nello scomporre il problema in 5 raggruppamenti principali di probabili cause che verranno successivamente scomposti nel dettaglio. Le 5 M sono:

1. **Methods** (processi e metodologie operative): metodologia produttiva, analisi del processo, verifica dei tempi di operazione, tutto ciò che riguarda l'attraversamento metodico e operativo di un processo e tutte le variabili in esso contenute.
2. **Machines** (Impianti macchinari e attrezzature): macchinari attrezzature e utensili, stato dell'impianto, livello di usura, revisione, indice di degrado, manutenzione e tutte quelle caratteristiche imputabili all'impianto e al suo stato di funzionamento.
3. **Manpower** (Manodopera)
Operatività del personale, livello di formazione, capacità organizzativa, formazione all'uso, esperienza, brillantezza e tutti quegli aspetti di natura umana imputabili all'efficienza del personale.
4. **Materials** (Materiale di impiego)
Materiale di impiego e relative caratteristiche tecniche, fattori dimensionali, durabilità, usura, bontà della fornitura, qualità del fornitore e tutti i fattori che rendono adeguato un materiale per l'impiego produttivo.
5. **Measurement** (Metodi di rilevazione e misurazione)
Sistemi di misurazione della produzione, livello di misurazione, controllo Qualità e tutti gli elementi che forniscono controllo al processo produttivo e al prodotto finale.

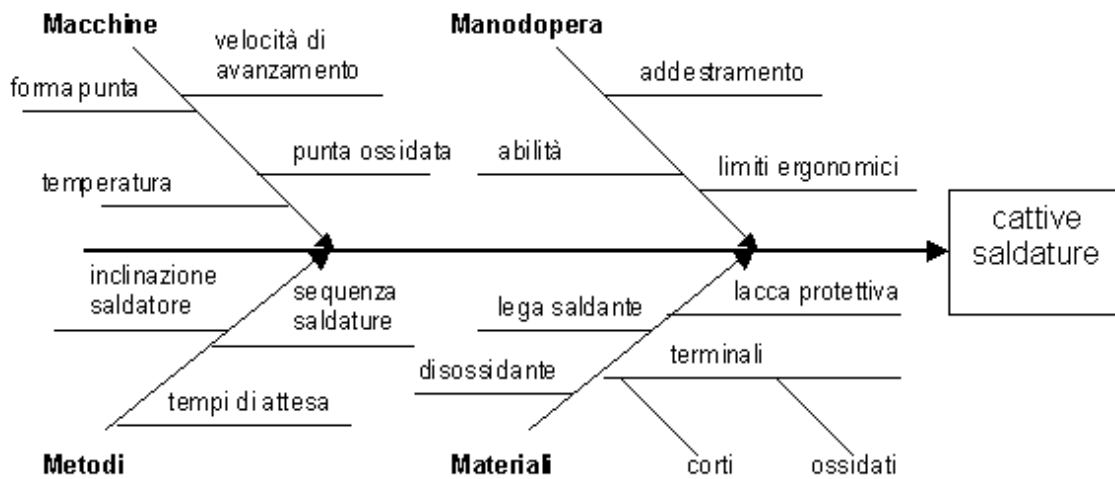


Figura 2.2.1.5.1 - Esempio di Diagramma di Ishikawa

2.2.1.6 Descrizione dei fenomeni

Questo strumento aiuta a descrivere i fenomeni con attenzione, osservando ciò che sta accadendo dietro il problema. OPL (One Point Lesson) e SOP (Standard Operating Procedure) sono i principali strumenti utilizzati per spiegare visivamente i fenomeni.

Una OPL ha l'obiettivo di istruire e guidare l'operatore ad eseguire specifiche operazioni, nell'intento di limitare al massimo sprechi di tempo e di prestazione.

Whirlpool		One Point Lesson (OPL)		Department:	
Plant: Casanova				Team: PI	
Crea da: Trovati		Data di nascita: 05/11/2019		Pila/WCH: PH	
Titolo: Verifica abilitazione controllo doppio foglio (Roland)					
<input checked="" type="checkbox"/> Cassanova Por		<input type="checkbox"/> Pila di Allessio	<input type="checkbox"/> Miglioravola	Area/Prodotti di riferimento: Liera Crala	
BEFORE			AFTER		
KO			OK		
Problema: Come già successo nella giornata del 18 Ottobre (CWO 52), in cui si è verificato un problema, impossibile effettuare saldatura fessia a causa della rottura del diffusore dell'organo, la soluzione adottata per l'ingegner di Casanova, consisteva il sistema di controllo doppio foglio (Roland)			Miglioravola Per evitare che si ripresenti il problema che l'operatore a inizio di ogni turno di lavoro si assicuri che il sistema controllo doppio foglio (Roland) sia abilitato per garantire che venga processato il solo foglio		
Risultato: Con l'introduzione di questa OPL si previene l'insorgere di problemi simili alla disabilitazione del sistema controllo doppio foglio (Roland) che porta ad anomalie e aumentati costi di gestione					
Data del Training: 07/11/2019	Training: Pizzocchini	Risultato: Palmacci Di Marco/Marini G. Paganelli	Data dell'aggiornamento: 07/11/2019	Approvato da: Dacoli Giuseppe	Numero OPL: 006

Figura 2.2.1.6.1 - Esempio di One Point Lesson (OPL)

Una **SOP** è invece un insieme di istruzioni dettagliate, molto importanti per sistematizzare un'organizzazione poiché serve a standardizzare e **rendere semplici delle attività di routine** che, altrimenti, sarebbero piuttosto complesse.



 STANDARD OPERATING PROCEDURE						SOP N°				
		Fabbrica: Comunanza	SAP CODE:			SOP 047				
Location	Area	Macchina	Sottogruppo	Componenti	S/N	Responsabile				
Comunanza	EMEA	Saldatrice SARES	Stazione 50	Pinze di saldatura 52/53	-	Team Leader				
<p>Tipo di Attività</p> <input type="checkbox"/> Pulizia <input checked="" type="checkbox"/> Ispezione <input type="checkbox"/> Lubrificazione <input type="checkbox"/> Serraggio <input type="checkbox"/> Riavvio Macchina <input type="checkbox"/> Spegnimento macchina <input type="checkbox"/> Other (.....)										
Stato apparecchiatura	Attività					Parti di ricambio:				
Off	Verifica dei giochi delle pinze e sostituzione di piastrine ed elettrodi per garantire corretta saldatura Verifica trecce di saldatura					-				
# Operatori						Durata [min]:				
1						5				
# Manutentori						Frequenza:				
0						Ogni turno				
PPEs						Strumenti:				
										

Figura 2.2.1.6.2 - Esempio di Standard Operating Procedure (SOP)


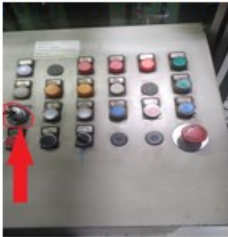

Creata da	Data:	Controllata da:	Data:	Approvata da:	Data:
Step:	Descrizione:				Tempo
1	Macchina ferma (Pre-allarme) per fine vita elettrodi programmato 				0
2	Posizionare il selettore da automatico a manuale  				

Figura 2.2.1.6.3 - Esempio di Standard Operating Procedure (SOP)

2.2.1.7 Il “modo” di insegnare alle persone: TWTP, The Way To Teach People

Questo strumento consente di trovare i problemi legati principalmente agli errori umani che si verificano quando:

- Le operazioni sono irregolari e discontinue
- Non sono specificate le responsabilità
- Non è facile interrompere il funzionamento in caso si verificasse un problema
- Ci sono molti pezzi simili di attrezzature installate, che sono difficili da distinguere l'uno dall'altro

Le cause di tali problemi possono essere le seguenti:

- Giudizio errato di informazioni visive
- Ritardo tra azioni intraprese e le informazioni ricevute
- Dimenticanza
- Misurazioni sbagliate
- Incuria e/o il funzionamento di massima

Al fine di determinare la causa radice del problema, il metodo TWTP propone un elenco di 4 semplici domande da porre alla persona interessata al fine implicito di standardizzare l'attività lavorativa:

1. Come fai a fare questa attività?
2. Come fai ad essere sicuro di svolgere correttamente la tua attività?
3. Come fai ad essere sicuro che il risultato della tua attività sia corretto?
4. A chi ti riferisci nel caso in cui si presenti un problema?

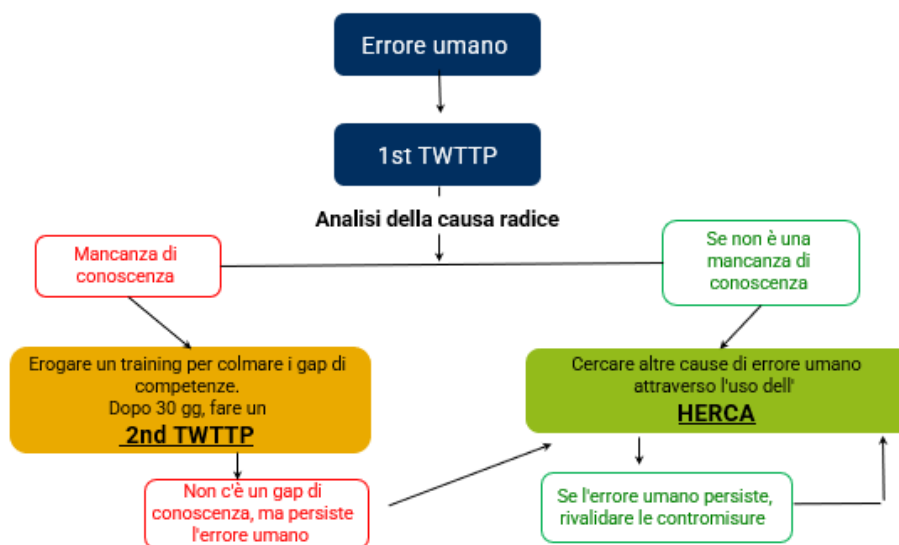


Figura 2.2.1.7.1 – Flusso TWTP

2.3 | 10 Pilastri del WCM

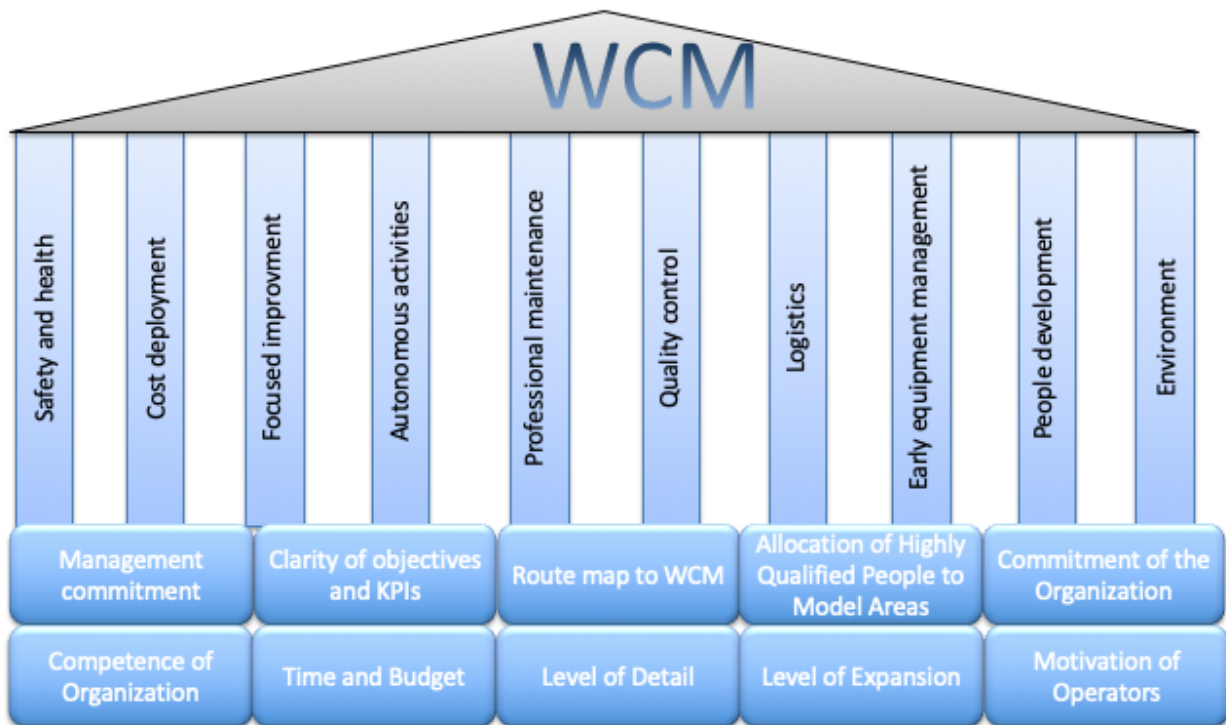


Figura 2.3.1 – I 10 pilastri del World Class Manufacturing

Come anticipato, nell'uso di questa metodologia ci si basa sulla scomposizione delle problematiche aziendali su dieci macro aree che possono essere rappresentate attraverso 10 pilastri tecnici ed altrettanti pilastri manageriali sui quali, in ultima analisi, poggia l'intero sistema WCM. Tutti i pilastri utilizzano metodologia e strumenti standard in modo da ottenere gli obiettivi principali, cioè: Zero scarti, Zero difetti, Zero errori, Zero stoccaggio.

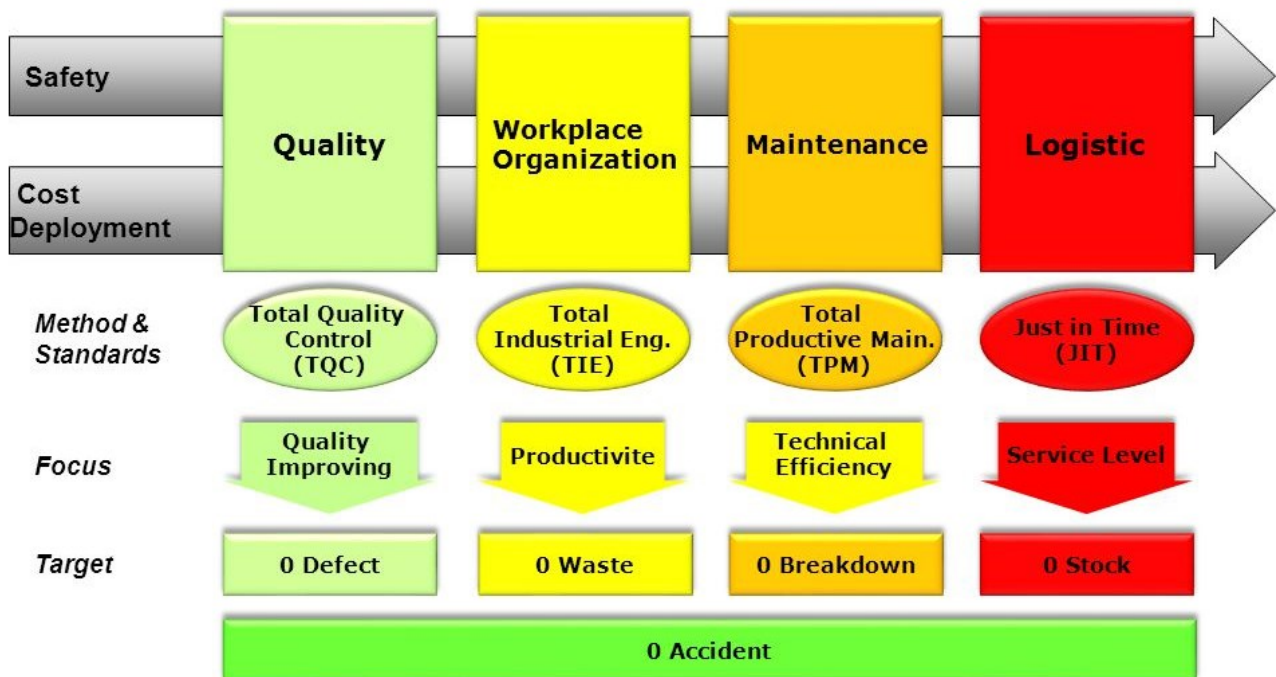


Figura 2.3.2 – Gli Obiettivi del WCM

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

1. **Safety**
sicurezza del posto di lavoro
2. **Cost Deployment**
fonti di perdita economica
3. **Focused Improvement**
miglioramento focalizzato di uno specifico problema
4. **Autonomous Activity**
Workplace Organization ed Autonomous Maintenance
5. **Professional Maintenance**
manutenzione professionale
6. **Quality Control**
controllo della qualità
7. **Logistics**
logistica e servizio clienti
8. **Early Product/Equipment Management**
strategia di acquisizione di mezzi di lavoro e processi
9. **People Development**
sviluppo delle competenze del personale
10. **Environment**
ambiente e sfruttamento servomezzi energetici

Ed i 10 pilastri **manageriali**:

1. **Management Commitment**
La direzione deve porsi come principale sponsor del cambiamento. È lei ad aprire la discussione sulle condizioni reali e sulla possibilità di migliorare attraverso il cambiamento, ed è sempre attraverso l'impegno della Direzione che gli obiettivi strategici vengono trasformati in obiettivi operativi.
2. **Clarity Objectives**
Definisce gli obiettivi in modo semplice e chiaro e li quantifica in modo da evitare possibili interpretazioni soggettive.
3. **Route Map of WCM**
Il focus di questo pilastro sono le aspettative dei clienti e la Vision\Mission aziendale. Viene identificata la via da percorrere alla quale tutti i pilastri dovranno attenersi ed alla quale dovranno collaborare in modo proattivo. L'aumento della motivazione e del coinvolgimento sono fondamentali.
4. **Allocation of highly Qualified People**
Compito di questo pilastro è di guidare l'inizio dell'implementazione del metodo a partire dall'area modello attraverso esperti che possano trasmettere le proprie competenze ai

lavoratori dell'area interessata.

5. Commitment of Organization

Lo scopo di questo pilastro è di fare in modo che le pratiche apprese diventino abitudine. In questo modo i problemi possono essere affrontati in modo propositivo dai lavoratori che cercano autonomamente soluzioni in base alle proprie competenze.

6. Competence of Organization

Questo pilastro si occupa di monitorare e valutare l'efficacia degli aspetti organizzativi, dal metodo all'aspetto economico. In questo modo si cerca di indirizzare il lavoratore sulla scelta dei giusti strumenti di risoluzione dei problemi.

7. Time and Budget

Sviluppa piani specifici per valutare e monitorare tempi e costi di ogni progetto in modo da garantire a ciascuno di essi budget sufficiente in accordo con il budget annuale dell'impianto.

8. Level of Detail

Si analizzano a fondo i processi e le relative perdite di dettaglio e scarti affinché si possa determinare la causa e rimuovere il problema evitando che si ripresenti in futuro.

9. Level of Expansion

La diffusione del metodo WCM in un impianto di produzione, parte da una zona prescelta per poi svilupparsi in tutto l'impianto seguendo un piano preciso basato su tanti progetti paralleli ed approvati dal Cost Deployment.

10. Motivation of Operators

Scopo di questo pilastro è di aumentare la motivazione dei lavoratori. Incentivi e formazione sono alla base del successo.

I dieci pilastri manageriali hanno lo stesso peso dei pilastri tecnici e sono totalmente integrati con essi. Tali pilastri, guidano il management dell'impresa verso il giusto processo decisionale al fine di incrementare i risultati ed ottimizzare i processi di miglioramento ed integrazione tra i pilastri tecnici. Nel continuo della trattazione, verranno illustrati i 10 pilastri tecnici a livello generale con focus sul pilastro di Professional Maintenance, oggetto della tesi.

2.3.1 Safety

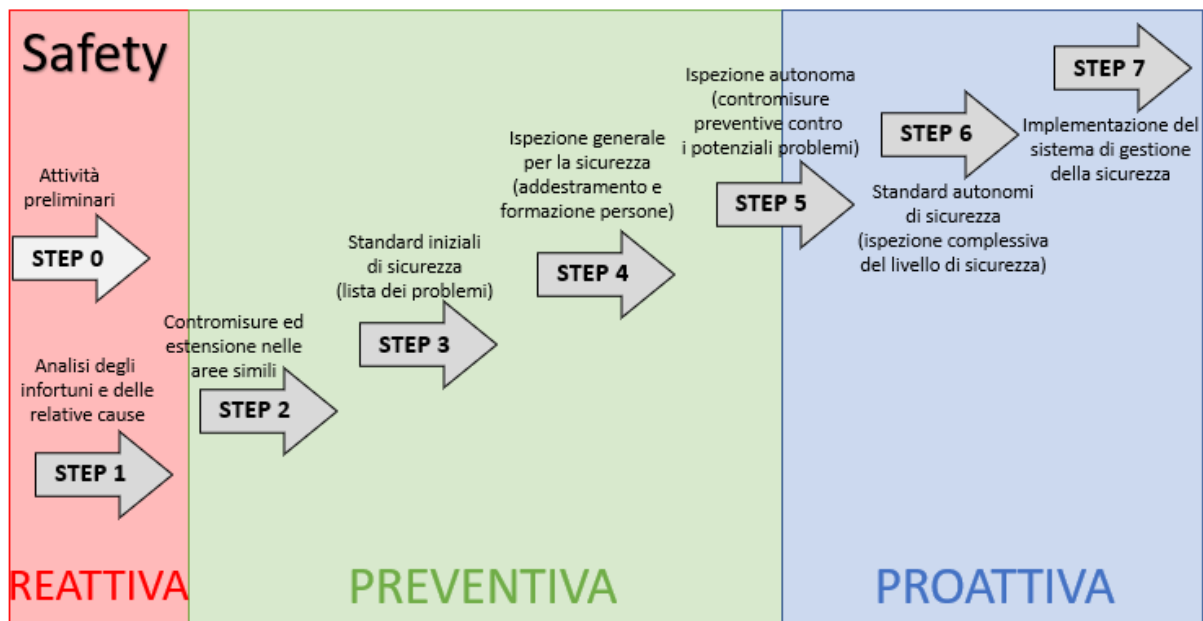


Figura 2.3.1.1 - I 7 Step del pilastro Safety

Il Pilastro della Sicurezza, si pone l'obiettivo di garantire un continuo miglioramento relativo all'ambiente di lavoro e l'eliminazione di ogni possibile condizione che possa causare un qualsiasi incidente od infortunio. Diventa dunque primario portare a zero il numero di infortuni. L'eliminazione delle condizioni di potenziali rischi per i lavoratori, può essere raggiunta solo diffondendo la cultura della sicurezza a tutti i diversi livelli organizzativi.

L'importanza del pilastro ha diverse sfaccettature in quanto:

- Aiuta ad incrementare la fiducia ed il morale degli operatori
- Ci sono ragioni legali ed economiche
- Riduce gli errori umani
- Migliora l'efficienza del sistema

Punto di partenza

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

Gli obiettivi primari del pilastro sicurezza possono essere così riassunti:

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

Al fine di azzerare gli infortuni e le medicazioni.

Mentre le principali attività si possono così schematizzare:

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

È molto importante sensibilizzare i lavoratori ed informarli sull'importanza di lavorare sempre in condizioni di sicurezza. Infatti, progressivamente, tutti coloro che fanno parte dell'organizzazione dovranno essere coinvolti nel processo di sensibilizzazione circa gli aspetti normativi ma anche quelli etici ed economici.

Inoltre, non si può prescindere dalla creazione di un ambiente di lavoro sicuro tanto per la salute quanto per la sicurezza dei lavoratori stessi.

I manager, come il pillar leader, giocano un ruolo fondamentale in questo processo di sensibilizzazione al safety.

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

È chiaro che l'importanza di questo tema e del rispetto delle regole, deve essere condivisa in tutti i livelli aziendali ed i manager dovranno garantire il corretto supporto alle attività svolte dai loro collaboratori, così come i lavoratori dovranno impegnarsi a rispettare le regole. Infatti, la cultura della prevenzione è indissolubilmente legata ai comportamenti assunti dalle persone.

Come per tutti i pilastri, anche in questo caso vengono utilizzati indicatori che, aggiornati periodicamente, monitorizzano il miglioramento e l'appropriatezza della situazione attuale e delle iniziative in atto.

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

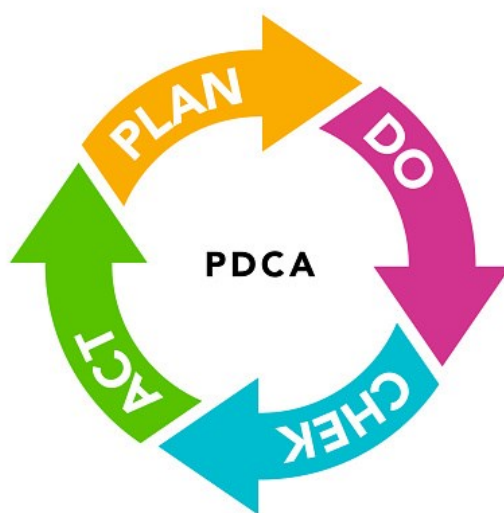


Figura 2.3.1.2 - Plan, Do, Check, Act (PDCA)

Il processo di miglioramento, prevede i seguenti elementi:

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

Inoltre, l'organizzazione si basa sui alcuni **punti principali**:

- Il coinvolgimento di tutti i lavoratori
- La comunicazione e la formazione
- Le competenze (relativamente alle disposizioni di legge e alle modalità di lavoro sicuro)

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

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

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

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

Le attività di audit devono essere frequenti e strutturate su più livelli di verifica, i cui principali **strumenti** sono:

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

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

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

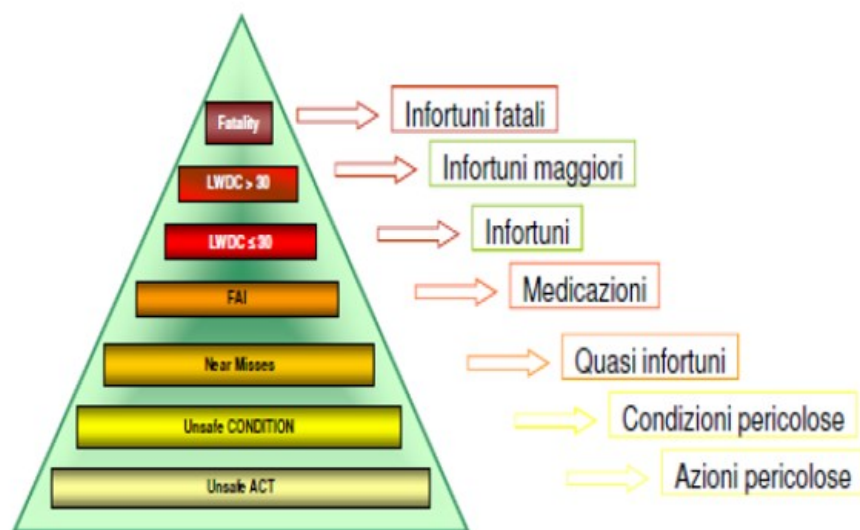


Figura 2.3.1.3 - Piramide di Heinrich

2.3.2 Cost Deployment

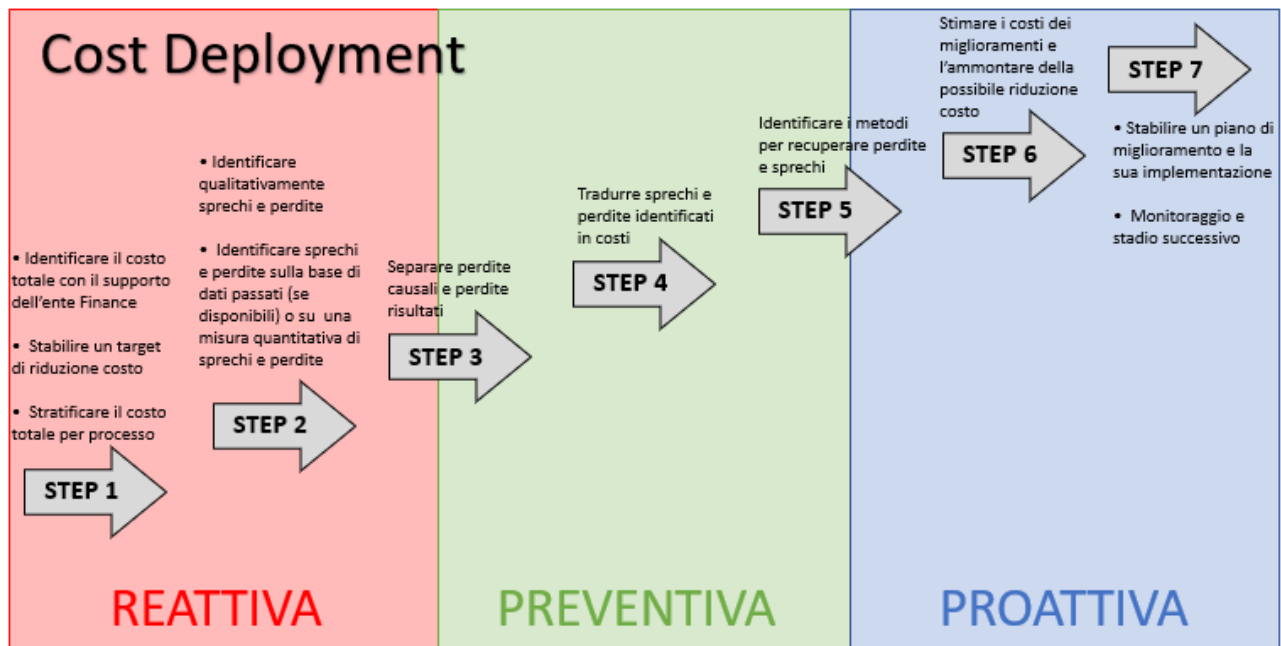


Figura 2.3.2.1 - I 7 Step del pilastro Cost Deployment

Il Cost Deployment è il pilastro che si occupa di definire, in modo scientifico e sistematico, un programma di riduzione dei costi basato sulla cooperazione delle risorse di Produzione e Finance.

Il pilastro del CD si trova in una posizione centrale, in quanto è responsabile di stabilire la priorità analizzando tutte le principali perdite dello stabilimento ed indicando quelle che, essendo più gravose, vanno attaccate per prime.

Il pilastro si propone di identificare una correlazione tra i processi che hanno generato un costo e tutte le tipologie di problemi o perdite. Valutare sia il costo, che il beneficio che una eventuale azione può portare all'intero sistema produttivo è compito del Cost deployment. Affinché una qualsiasi azione abbia un effetto soddisfacente, non deve soltanto portare alla riduzione di un costo, ma deve tenere conto di un altro parametro quale il rapporto beneficio/costo (ossia B/C). Infatti, la semplice riduzione dei costi potrebbe non essere un indice adeguato a paragonare prodotti e/o volumi differenti.

I **sistemi tradizionali** di contabilità hanno dei **punti deboli** che possiamo riassumere come segue:

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

Il **Cost Deployment** permette di:

- Individuare le relazioni tra fattori di costo, processi che generano i costi ed i vari tipi di sprechi e perdite.
- Trovare relazioni tra sprechi e perdite e loro riduzioni.
- Chiarire se è disponibile il know-how per la riduzione di sprechi e perdite.
- Classificare i progetti sulla base dell'analisi Costo/Beneficio.

- Permette alle persone di comprendere il valore complessivo di sprechi e perdite nei loro stabilimenti.
- Programma focalizzato che permette di generare risparmi.
- È visto come una guida per i progetti.

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

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

Queste perdite/sprechi, non fanno altro che incrementare il costo di trasformazione. È quindi necessario riuscire ad individuare tali problemi e risolverli rapidamente in modo da evitare che la produzione diventi sempre più debole fino a mettere a rischio il futuro dell'azienda.

I **benefici** dell'approccio del Cost Deployment sono:

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

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

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

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

Le prime **attività** da fare saranno:

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

La raccolta dei dati è fondamentale per lo svolgimento delle attività di ogni pilastro. Ogni indicatore KPI, KAI è necessario allo sviluppo del cost deployment. Inoltre, la frequenza con cui raccolgo i dati è molto importante perché un'alta frequenza di raccolta dati e relativa analisi degli stessi in tempi brevi, aumenterà la velocità di risposta del cost deployment. È quindi fondamentale dare una misura corretta a tutte le perdite che vengono identificate nei processi in esame e per fare questo occorre trovare un **indicatore tecnico** che consenta di:

- Quantificare la perdita
- Valorizzarla economicamente

La raccolta dati è un'attività fondamentale affinché il Cost Deployment sia efficace e deve prevedere una cooperazione tra le persone di Amministrazione e Controllo e le persone di

Produzione. Ognuno in base alle proprie competenze avrà la responsabilità di fornire i dati necessari alla valorizzazione delle perdite. Un’analoga cooperazione dovrà poi verificarsi al momento della consuntivazione dei risparmi da progetti World Class Manufacturing. I dati necessari alle valorizzazioni di Cost Deployment, possono richiedere una raccolta costante (ad esempio tempi di guasto degli impianti) o semplicemente risiedere in sistemi di fabbrica (ad esempio percentuali di dissaturazione) a seconda che la natura del dato sia dinamica o statica. In genere, la valorizzazione delle perdite viene fatta considerando un arco temporale di circa 3 mesi al fine di ricavare poi una fotografia media mensile (mensilizzazione) o annuale (annualizzazione).

2.3.3 Focused Improvement

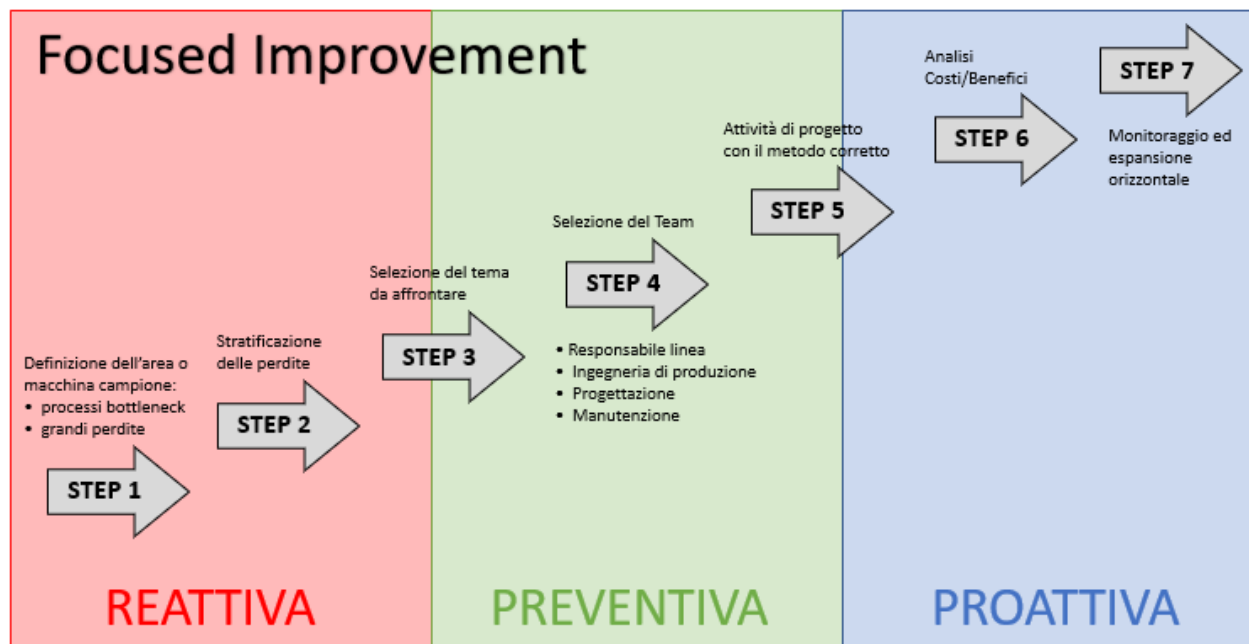


Figura 2.3.3.1 - I 7 Step del Focused Improvement

Il pilastro del Focus Improvement, si dedica all’eliminazione delle principali voci di perdita precedentemente individuate tramite il Cost Deployment, evitando di indirizzare impegno e risorse verso problematiche non prioritarie. È un approccio focalizzato sulla soluzione di tematiche specifiche e univocamente identificabili, che ha lo scopo di ottenere risultati a breve termine con un beneficio elevato in termini di riduzione dei costi dovuti alle perdite e agli sprechi. L’utilità de FI è nella capacità di ridurre le grandi perdite presenti nel sistema di produzione di fabbrica e di sviluppare le competenze ed il know-how nel Problem Solving.

Gli **obiettivi** del pilastro sono:

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

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

- Definire il Team di pilastro
- Definire indicatori (KPI / KAI) da migliorare con relativo monitoraggio.
- Supportare la scelta dei miglioramenti basata sulle priorità (perdite, safety, qualità)
- Elaborare progetti di miglioramento focalizzati (kaizen)
- Coordinare, monitorare e supportare le attività dei pilastri con un sistema di incontro standardizzato.

- Predisporre un sistema di raccolta e diffusione delle Best Practice / Lesson Learned
- Monitorare e supportare la diffusione e l'utilizzo dei tools di problem solving
- Creare un report story / data base dei progetti (aperti, chiusi)

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

1. **Sistematico**: orientato alla soluzione di tematiche di carattere generale non univocamente identificabili, attraverso l'apertura di specifici cantieri in determinate aree
2. **Focalizzato**: orientato alla soluzione di tematiche specifiche ed univocamente identificabili (attività prevalentemente svolte dal team al di fuori delle aree cantiere).

Ogni fenomeno di perdita, a prescindere dalla sua natura, viene affrontato sempre secondo la logica PDCA che è alla base di tutte le metodologie di problem solving.



Figura 2.3.3.2 - Il PDCA

2.3.4 Autonomous Activity

Le Autonomous Activity (AA) comprendono a loro volta due grosse macro categorie che sono:

- Autonomous Maintenance (AM)
- Workplace Organization (WO)

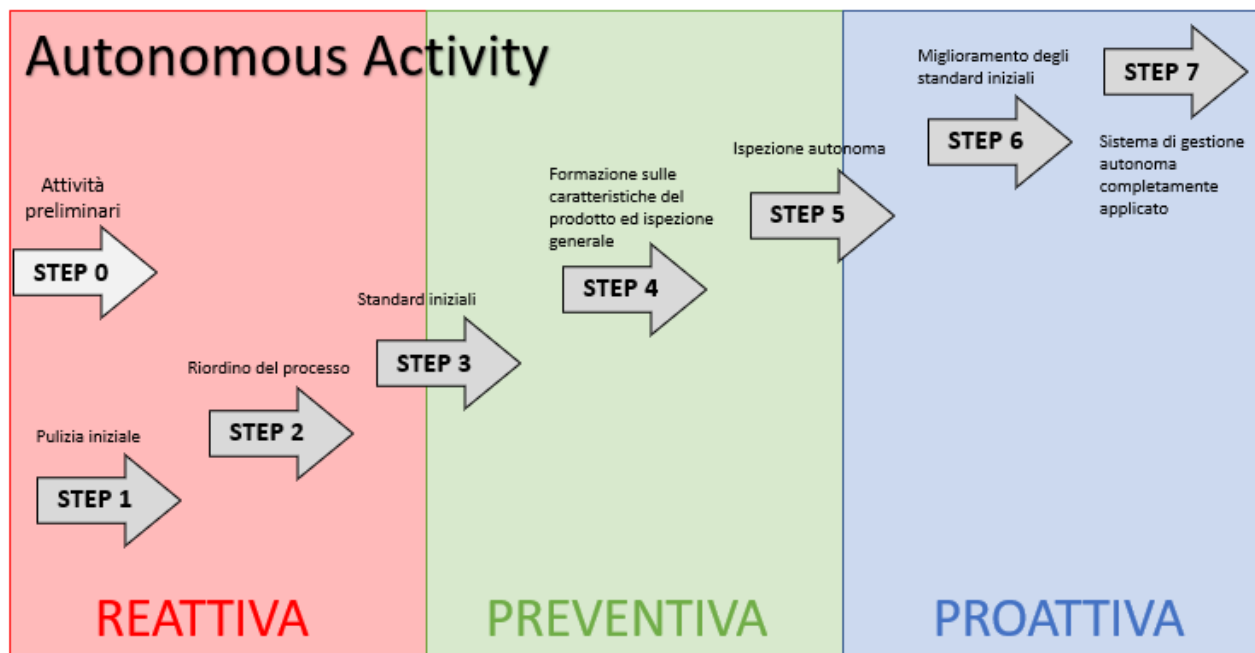


Figura 2.3.4.1 - I 7 Step delle Autonomous Activity

Workplace Organization (WO)

La Workplace Organization ha come obiettivo primario quello di incrementare la produttività della linea produttiva minimizzando l'asservimento del materiale oppure eliminando i MURI, MURA e MUDA, tre parole giapponesi che indicano l'eliminazione delle operazioni innaturali, ripetitive e non valore aggiunto.

Il **MURI** va ad analizzare ogni singolo movimento dell'operatore in linea individuando così tutti quei movimenti innaturali e non ergonomici, per poi intervenire andando a modificare la disposizione del posto di lavoro. Tale approccio permette di ridurre sensibilmente i rischi di salute per l'operatore di linea e garantisce la massima comodità e sicurezza per lo svolgimento del lavoro quotidiano.

Questo pilastro che deve quindi essere sviluppato con il pieno coinvolgimento degli operatori che rivestono ancora una volta un ruolo fondamentale. Il loro coinvolgimento è importante in quanto dovranno raggiungere, alla fine del percorso di sviluppo del pilastro, un livello di **autonomia** tale da poter gestire la linea da soli.

Per far ciò è fondamentale far crescere le loro competenze attraverso il coinvolgimento nello sviluppo di tutte le attività.

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

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

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

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

Il **MURA** invece si focalizza sulla ripetitività delle azioni. Ci si basa sul principio per cui movimenti ripetitivi, possono essere agevolati da una migliore disposizione del work place.

Il **MUDA** analizza tutte le azioni che non portano valore aggiunto. Con queste intendiamo tutte quelle operazioni che, se eliminate, non comporterebbero alcuna diminuzione del prodotto finale. Si procede dunque con l'analisi di tutti i movimenti dell'operatore, ognuno dei quali può essere catalogato come un:

- Value Added (VAA)
- Semi Value Added (SVA)
- Non Value Added (NVAA)

Al fine di ridurre il tempo ciclo e massimizzare la produzione senza intaccare la qualità del processo, il WO si adopera per eliminare tutti i NVAA.

2.3.4.1 I 7 MUDA

Come detto, i MUDA sono azioni che non portano valore aggiunte, essi vanno quindi identificati ed eliminati. I "7 Muda" sono i seguenti:

1. Attese
2. Trasporti
3. Sovraproduzione
4. Scorte
5. Movimentazioni
6. Difetti
7. Processo

Attese

Per "attese", intendiamo tutti i tempi di attesa che non siano strettamente necessari al ciclo di fabbricazione del prodotto. Si tratta della differenza fra il tempo totale di attraversamento (Lead Time) del flusso produttivo di un bene/servizio ed il suo "tempo di fabbricazione" (somma di tutti i tempi ciclo necessari per il processo tecnologico).

Alcuni esempi delle cause più comuni sono:

- Errori di sincronizzazione delle fasi dei processi (lavorazioni)
- Ritardi nell' arrivo dei materiali
- Code improvvise
- Ritardi dovuti a guasti degli impianti
- Mancanze dell'operatore
- Attese per l'attrezzaggio delle macchine

Molto spesso, le cause di questi tempi di attesa hanno un'origine più profonda che si può riscontrare in:

- Errori di un'adeguata progettazione delle linee o del prodotto stesso
- Mancanza di addestramento adeguato
- Mancanza di controllo

Non è facile rimuovere tutte le cause che possono causare ritardi ed attese lungo il flusso produttivo e sicuramente può risultare anche molto costoso. Tuttavia, va considerato che ogni unità di prodotto "ferma" nel ciclo produttivo, rappresenta appunto un valore immobilizzato che spesso genera inefficienze del processo. Un esempio sono gli operatori o gli impianti attivi ma non operativi, ossia non saturati nella loro potenzialità.

Trasporti

I trasporti sono tutte le operazioni di trasporto tra reparti, che hanno chiaramente un costo soprattutto in termini di risorse a cui talvolta si sommano costi dovuti agli scarti legati alle operazioni di movimentazione che è da ritenersi come una lavorazione aggiuntiva.

Ci sono due aspetti da investigare e sui quali vale la pena intervenire:

- Analizzare la causa che rende necessario il trasporto, eliminando o riducendo i vincoli che rendono necessario il trasporto stesso come il lay-out della linea
- Analizzare ed ottimizzare il metodo del trasporto, in termini di:
 - Frequenza
 - Distanza da percorrere
 - Tempo necessario
 - Attrezzatura disponibile
 - Procedura operativa

L'obiettivo prioritario è l'eliminazione di tutti i trasporti. A volte, potrebbero esserci impedimenti insormontabili quali: costi particolarmente elevati, vincoli "fisici" (muri) o altro. È comunque fondamentale agire secondo un'ottica di ottimizzazione che sia la "massima possibile".

Sovraproduzione

La sovrapproduzione è un metodo di produzione tipico della produzione per lotti, in cui la quantità di pezzi da produrre viene definita e pianificata secondo una logica a-sincrona rispetto agli ordini effettivamente ricevuti dai clienti. Spesso questo metodo comporta la rimanenza e lo stoccaggio di prodotti finiti o semilavorati, in quantità una quantità non prevedibili.

L'aumento di costi è causato dal valore del prodotto invenduto e dal suo stoccaggio poichè i prodotti stoccati saranno appunto "prodotti non richiesti" che portano quindi ad uno spreco di spazio.

La condizione ideale sarebbe quella di produrre solo lo stretto necessario, evitando così di sprecare risorse e materiali per realizzare dei prodotti destinati ad occupare spazio nel magazzino.

Tale condizione, inevitabilmente, è solo di natura ideale e non sempre realizzabile nella pratica che presupporrebbe grandi investimenti in infrastrutture ed organizzazione per orientare la produzione verso la massima flessibilità.

I presupposti irrinunciabili per combattere la sovrapproduzione sono:

- **Pianificazione della produzione:** è necessario calcolare in modo preciso la quantità di prodotti da realizzare in funzione degli ordini ricevuti tenendo conto delle rese e delle variabili dei processi che compongono le linee di produzione.
- **Flessibilità dei processi:** tutti i processi vanno progettati e realizzati per consentire la massima flessibilità in termini di: impianti e operatori, riducendo al minimo i tempi morti.
- **Controllo e stabilità dei processi:** i risultati (rese) di tutte le fasi dei processi devono essere noti, ripetitivi e stabili nel tempo.
- **Efficienza dell'organizzazione:** l'efficienza organizzativa deve essere massima per quanto riguarda la gestione delle risorse umane, dei processi e dei materiali a supporto della produzione.

Questa tipologia di spreco, è la più difficile da eliminare o ridurre perchè presuppone una serie di interventi strutturali sull'organizzazione e sulle linee produttive, possibili solo con l'approvazione ed il coinvolgimento dei vertici aziendali.

Scorte

La presenza di pezzi o materiali nel processo, genera una certa quantità di valore che risulta essere "intrappolato" nel processo. Deve quindi essere considerata l'opportunità di ridurre al minimo possibile la scorta di materiali e semilavorati fra le fasi del processo. In questo modo, si minimizza il capitale fermo nel processo stesso.

Realizzare questa ottimizzazione, presenta difficoltà soprattutto organizzative, coinvolgendo talvolta anche enti esterni (non è raro che si debba ri-discutere con un fornitore la quantità minima di un dato materiale).

Il vantaggio, è che il capitale non più intrappolato nel processo, potrebbe essere disponibile per altri usi.

Movimentazioni

La movimentazione, potrebbe apparire la stessa cosa del trasporto. Tuttavia, in questo caso parliamo di movimentazioni che sono all'interno del ciclo di lavorazione.

In altri termini, consideriamo "trasporto" quando si tratta del trasferimento di un pezzo/materiale da un'area (work station, reparto, linea) ad un'altra area, mentre parliamo di "movimentazione" quando il trasferimento avviene all'interno dello stesso ciclo di lavorazione, in una postazione definita.

Rientrano tra le movimentazioni tutti i movimenti e gli spostamenti eseguiti dall'operatore o dal prodotto all'interno di un ciclo di lavorazione.

L'analisi avrà lo scopo di minimizzare le movimentazioni necessarie (uomo, macchina, prodotto). Questo potrebbe portare anche a migliorare la produttività stessa.

Difetti

La realizzazione di un pezzo non-conforme alle specifiche, comporta a volte il rigetto da parte del cliente finale.

Problemi nel processo, possono causare però anche difetti che porteranno a dover rifare la lavorazione o parte di essa.

Uno spreco è rappresentato sia da uno scarto, che da un pezzo che richiedi una ri-lavorazione.

Sarà quindi importante individuare e risolvere tutti i problemi che possono dare luogo a scarti e/o rilavorazioni.

L'analisi dovrà coinvolgere, se necessario, anche tutti gli enti esterni alla produzione. Ad esempio, se vogliamo analizzare la forma, dovremo coinvolgere la progettazione e lo sviluppo prodotto, analizzare se esiste qualche elemento nella conformazione del pezzo che potrebbe incrementare la probabilità di generare pezzi difettosi ed in tal caso eseguire le modifiche appropriate alla forma, se possibile.

Processo

Il processo, può presentare inefficienze che possono provocare:

- Rallentamenti del flusso produttivo (code, ritardi, ecc...)
- Difettosità o scarti sul prodotto
- Incremento dei costi
- Variabilità e instabilità dei risultati

Le cui cause più comuni possono essere:

- Inefficienze di tipo organizzativo:
 - Mancanza o indisponibilità di una risorsa (operatore o macchina)
 - Carenza o mancanza di formazione adeguata degli addetti
 - Carenza o mancanza di informazioni essenziali
 - Carenza o mancanza di Leadership
 - Eccessiva complessità del processo decisionale
 - Procedure operative (SOP) carenti, mancanti o imprecise
- Performance insoddisfacenti degli impianti dovute a guasti frequenti, carenze manutentive, impianti inadeguati o obsoleti e così via

- Eccessiva variabilità dei parametri di processo che generano un processo non "in-controllo"
- Eccessiva variabilità dei materiali, che avviene quando materiali e materie prime non rispettano i limiti di tolleranza ammessa
- Attrezzature o strumenti inadeguati o di difficile utilizzo

È quindi molto importante che il processo sia costantemente monitorato, analizzato e migliorato al fine di garantirne stabilità e ripetitività nel tempo.

2.3.4.2 Autonomous Maintenance (AM)

Il pilastro di AM, lavora per mantenere le macchine alle condizioni standard.

Le attività di manutenzione autonoma risultano essere di fondamentale importanza per potere garantire un funzionamento corretto, secondo gli standard previsti, ed evitare derive di processo la cui conseguenza può essere altamente problematica se non gestita nell'immediatezza.

Per fare ciò, il pilastro ha la necessità di sensibilizzare e coinvolgere tutti gli addetti macchina al reparto produzione, dando loro una responsabilità aggiuntiva di gestione e manutenzione dei macchinari e di tutta l'attrezzatura: in altre parole, l'obiettivo renderli capaci di essere autonomi per mantenere le condizioni base di una macchina.

Principali **attività** del pilastro della manutenzione autonoma sono dunque:

- la creazione di team, addestramento e preparazione delle attività
- la pulizia iniziale
- eliminazione delle sorgenti di sporco e delle aree di difficile accesso
- definizione e applicazione di cicli efficaci e sostenibili di pulizia, ispezione, lubrificazione e serraggio
- miglioramento delle modalità di ispezione, attraverso lo sviluppo delle competenze degli addetti
- focalizzare le attività degli addetti anche verso il controllo della qualità del prodotto

2.3.5 Professional Maintenance

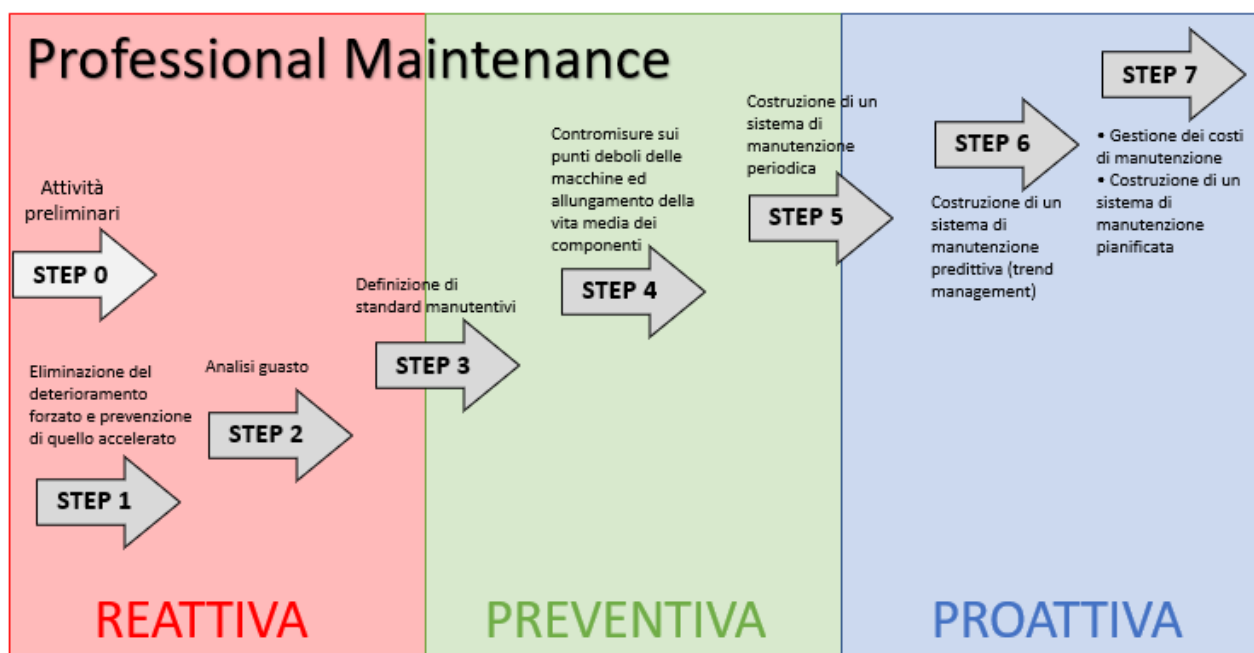


Figura 2.3.5.1 - I 7 Step della Professional Maintenance

Tra le diverse tematiche del progetto WCM portato avanti in azienda, mi sono occupato in particolare ad attività di Professional Maintenance (PM), motivo per il quale ho scelto di trattare tale argomento in maniera approfondita nel mio progetto di tesi e per il quale saranno illustrate parti di teoria (l'intera sezione reattiva ovvero i primi 3 step) ed esempi di applicazioni pratiche realmente eseguite in azienda.

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

Gli **Obiettivi** del pilastro sono:

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

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

Le **attività** di sviluppo della PM possono avere costi alti, che vanno pertanto calcolati in maniera il più possibile accurata. Questi comprendono:

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

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

2.3.6 Quality Control

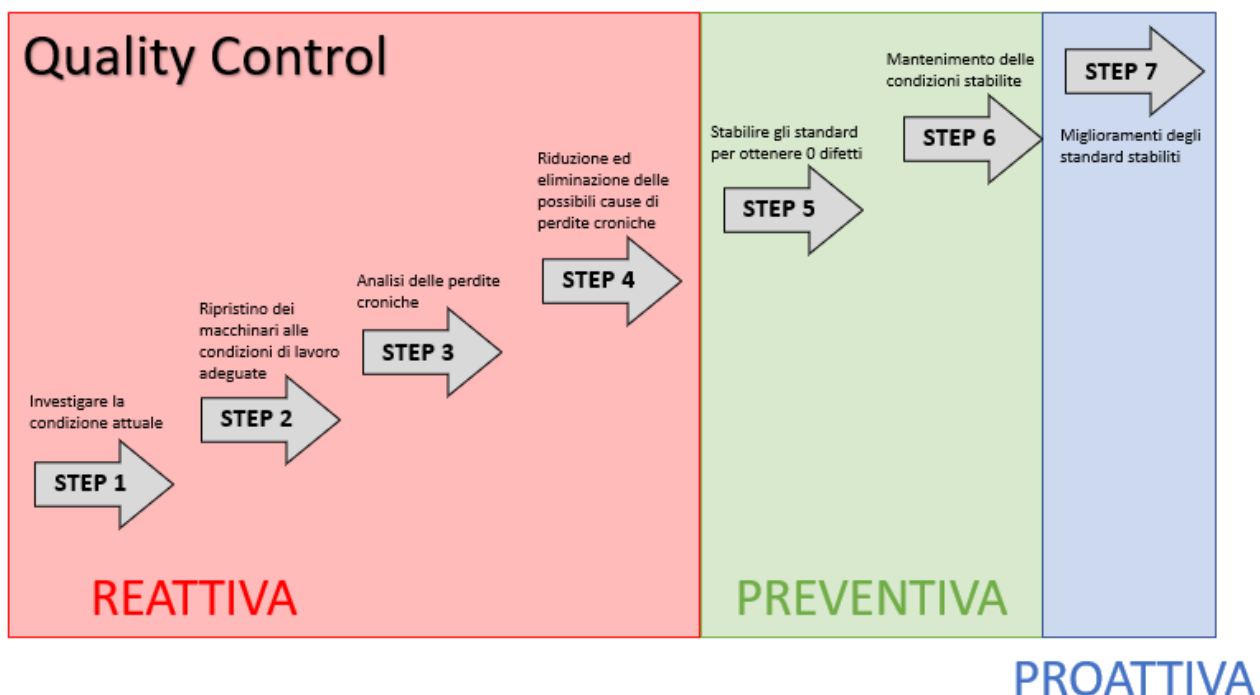


Figura 2.3.6.1 - I 7 Step del Quality Control

Il pilastro di QC, si propone di ricercare la soddisfazione completa del cliente attraverso l'eccellenza nella qualità. Per raggiungerla, è necessario ridurre i difetti segnalati dal cliente.

Gli **obiettivi** sono quindi:

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

Le **attività** del pilastro, sono finalizzate a:

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

Con il termine "**Non Conformità**" intendiamo la circostanza in cui una qualsiasi caratteristica di un componente/prodotto finito si discosta dalle specifiche previste per soddisfare il cliente. Ciò accade secondo una specifica modalità chiamata "modo di difetto". Questo significa che per rilevare le Non Conformità dobbiamo definire con chiarezza le caratteristiche specifiche del prodotto o del componente.

Una **non conformità rilevata** nel processo interno può essere:

- Rilevata sul processo/operazione/postazione in cui si genera
- Rilevata su un processo a valle rispetto a quello in cui si genera
- Rilevata al controllo finale del processo interno (ultimo controllo prima di lasciare il processo interno, prima della spedizione al cliente)

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

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

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

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

L'Obiettivo è quello di definire quali siano le condizioni idonee per ottenere 0 difetti, quindi definire opportuni standard per mantenerle e poi migliorare gli standard in modo continuo.

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

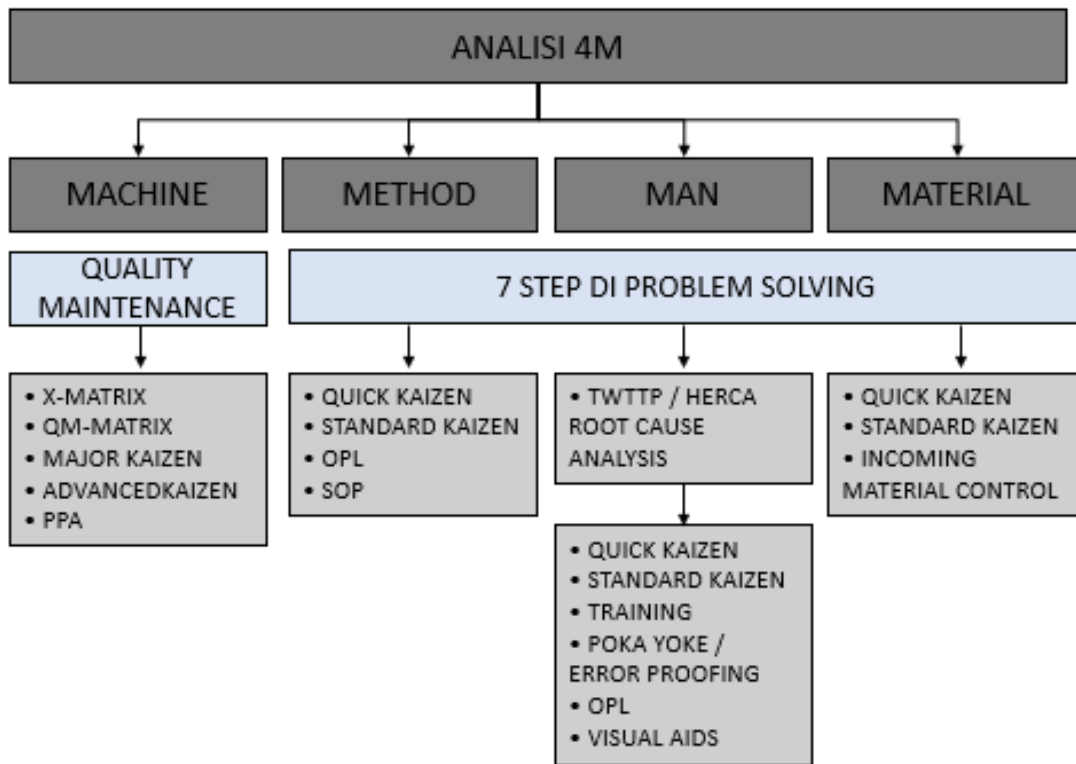


Figura 2.3.6.2 - Schema dell'analisi 4M

Il pilastro di QC, propone una serie innumerevole di strumenti e tecniche che permettono l'implementazione ed il monitoraggio delle attività e dei risultati ottenuti tramite l'utilizzo di indicatori KPI e KAI.

Ovviamente, nessun metodo è perfetto. Tuttavia, c'è abbiamo bisogno di poter scegliere il giusto metodo o strumento relativamente a ciascun problema identificato.

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

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

Il metodo deve essere standardizzato perché se non lo è, si incorre nel rischio di fluttuazioni legate alle circostanze generanti i difetti di qualità.

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

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

È opportuno che il metodo sia confermato da un operatore esperto poiché gli operatori che vengono formati su come fare le operazioni, non rappresentano una garanzia assoluta circa l'impossibilità che questi possano commettere errori.

Anziché stabilire un livello accettabile di difettosità, occorre essere certi, al 100%, che la linea produttiva non rilasci alcun difetto e, per far sì che ciò accada, è necessario introdurre degli accorgimenti che impediscano di creare pezzi difettosi.

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

2.3.7 Logistics

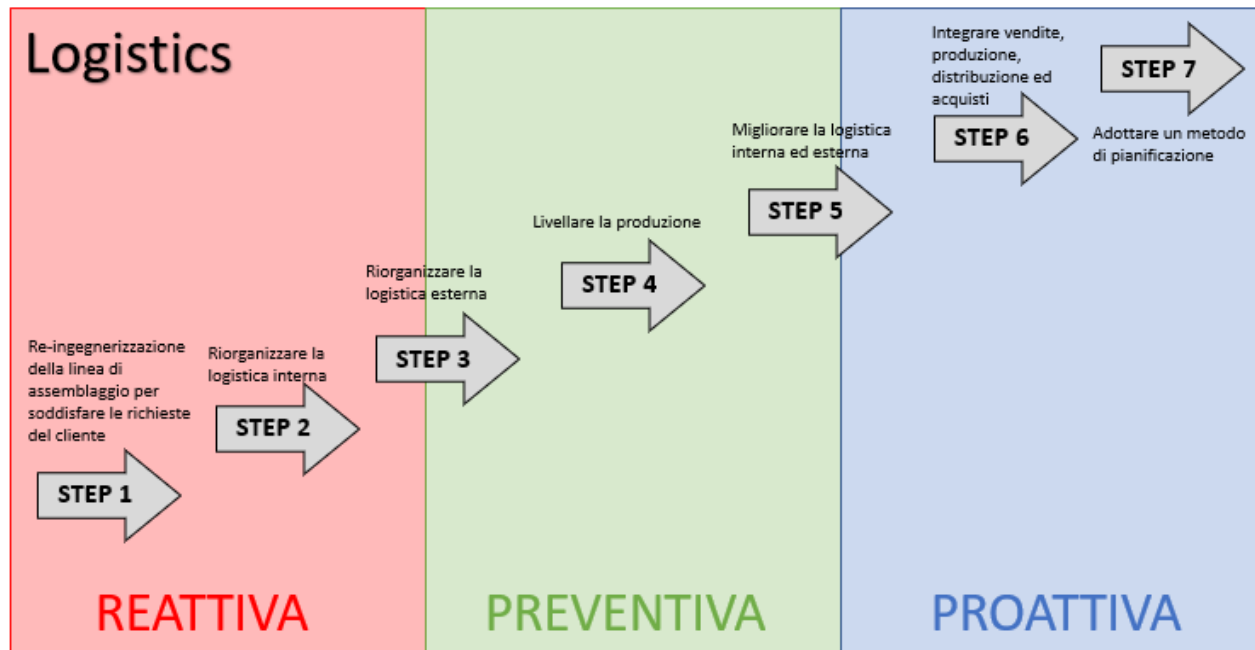


Figura 2.3.7.1 - I 7 Step della Logistics

Il pilastro “Logistics” è quello che ha il compito di sincronizzare la produzione con le richieste del cliente, al fine di soddisfare le esigenze del cliente stesso.

Tutto ciò deve essere fatto minimizzando i costi legati alla movimentazione e alla gestione dei materiali.

Gli **Obiettivi** della logistica sono:

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

Per raggiungere gli obiettivi è necessario ridurre quanto più possibile il lead time in modo da produrre solo quello che serve, quando serve e nella quantità richiesta.

Per fare ciò, occorre:

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

Minimizzare l’inventario, significa anche gestire in modo efficace gli spazi e le movimentazioni.

Movimentare il materiale, spostarlo da un magazzino all’altro, effettuare un repackaging o altro, sono infatti tutte attività che aumentano i costi produttivi.

Come in tutti i pilastri, anche qui vengono presi in considerazione indicatori di performance e attività, che si basano su concetti basilari come:

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

$$\text{Livello di servizio} = \frac{\text{quantità di materiale consegnata in modo puntuale al cliente}}{\text{quantità di materiale totale richiesta dal cliente}} \times 100$$

Chiaramente, la logistica si propone lo scopo di consegnare al cliente ciò che viene richiesto, quando richiesto e nelle quantità richieste. Motivo per cui, è indispensabile puntare ad avere sempre un livello di servizio pari al 100%.

- **Sistema Pull\Push:** definiamo un sistema **Pull** quando la produzione è basata sulla richiesta reale del cliente mentre lo definiamo **Push** se si produce in base ad una previsione di quella che sarà la domanda del cliente. Tale previsione ha un margine di errore più o meno ampio che genererà inevitabilmente sia scorte di prodotto finito che attese per mancanza di materiale a differenza del sistema pull che evita di produrre ciò che non serve e di ordinare materiale inutile alla produzione.
- **Work In Process (WIP):** è tutto il materiale all'interno del processo, sia in fase di lavorazione che di stoccaggio, lungo il flusso considerato. Esso rappresenta di fatto uno stock che occorre minimizzare.
- **Kanban:** è un metodo di reintegro delle scorte basato sull'effettivo consumo dichiarato nel punto di utilizzo. Il kanban altro non è che un cartellino su cui vengono riportati i dati identificativi e logistici di un certo materiale. È posto sul contenitore fino a che questo non viene svuotato. A quel punto, il cartellino viene staccato e messo in vista in modo da segnalare la necessità di ulteriore materiale. Il kanban è una metodologia per "tirare" la produzione.

Il sistema di kanban può essere descritto come segue: il Kanban di prelievo viene prelevato dall'operatore logistico il quale si reca al luogo di rifornimento e preleva il materiale nella tipologia e nella quantità riportate nel kanban di prelievo. Questo prelievo di materiale genera un kanban di produzione che viene portato in testata di linea per avviare la produzione del componente appena prelevato.

Il componente prodotto, nelle quantità e nel tipo indicato dal kanban di produzione, viene nuovamente riposizionato, provvisto del suo Kanban di produzione, nel punto stabilita per l'attesa di un nuovo prelievo. La logica di gestione sarà di tipo FIFO.

- **One piece flow:** è un flusso produttivo in cui, dopo avere eseguito un'operazione su un pezzo, questo viene mandato all'operazione successiva senza passare per un buffer intermedio. Il one piece flow si contrappone alla produzione a lotti in cui, i pezzi vengono inviati alla postazione successiva solo dopo aver completato il lotto di appartenenza.
- **Takt Time (Tt):** è il ritmo della produzione necessario, affinché si possa soddisfare la domanda del mercato e si calcola con la seguente formula:

$$\text{Takt Time} = \frac{\text{tempo di totale disponibilità al giorno}}{\text{numero di pezzi richiesti dal cliente al giorno}}$$

Il Takt Time è diverso dal **Tempo Ciclo (Tc)**, che è invece il tempo lavorativo necessario al completamento dell'operazione di assemblaggio. Dalla conoscenza del Tt e del Tempo ciclo totale, si ricava un altro parametro del processo che è il **Numero di Operatori**:

$$N^{\circ} \text{ di Operatori} = \frac{\text{tempo ciclo (manuale) totale}}{\text{Takt Time}}$$

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

L'applicazione del sistema FIFO consente di avere:

- Migliore controllo dei livelli di scorta
- Riduzione del rischio di deperimento ed obsolescenza
- Una gestione più razionale dei magazzini

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

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

- **Il Golden Batch:** è l'unità elementare sulla base della quale andranno dimensionate tutte le attrezzature, i contenitori, i mezzi di movimentazione, le scaffalature o altro ancora. Più piccolo è, più reattivo sarà lo stabilimento nell'affrontare le fluttuazioni della domanda in termini di volume e mix. Il Golden Batch deve essere un numero il più piccolo possibile, compatibilmente con alcuni parametri che vanno considerati quando si procede alla sua definizione, quali:
 - Durata cambio tipo
 - Dimensione contenitori speciali in lavorazione (ad esempio le cariche TT)
 - Conformazione macchine di lavorazione (mono/bi mandrino ecc..)
 - Vincoli di mix per particolari soluzioni impiantistiche
 - Quantità di oggetti per rack di spedizione
 - Saturazione bilico e altro ancora.
- il **lead time:** è il tempo che intercorre dal momento in cui il materiale che arriva dal fornitore diventa proprietà dello stabilimento, al momento in cui diventa disponibile per il cliente come prodotto finito. Per calcolarlo si usa la value stream map. Esso è la somma dei tempi di lavorazione e di quelli di attesa sotto forma di stock. La presenza di magazzini, chiaramente, allunga il Lead Time.

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

- **Visual Management:** all'interno dello stabilimento è necessario che tutto sia organizzato in modo da rendere evidente qualsiasi anomalia, un livello massimo, o un range di lavoro. Ne consegue una precisa organizzazione nella disposizione di materiali e degli equipaggiamenti ma anche una ingegnerizzazione della linea che elimini per quanto possibile quelli che sono possibili ostacoli ad una visualizzazione di insieme del sistema.
- **Ergonomics & Safety:** ergonomia e sicurezza sono altre due chiavi per il successo del sistema logistico poiché riducendo i pericoli e le condizioni di lavoro che generano fatica, migliorano la produttività.
- **Zero scarti:** Ridurre il numero degli scarti, o meglio ancora azzerarlo, è un requisito essenziale affinché il sistema logistico funzioni in modo preciso e senza intoppi. Ogni scarto, oltre a rappresentare una perdita produttiva, delinea un evento che influenza il corretto funzionamento di un sistema sincronizzato come idealmente dovrebbe essere la logistica. Per tale motivo l'eventualità che uno scarto possa essere generato deve essere ridotta al minimo se non eliminata.

		CLASS	FREQUENCY	DISTANCE	AV. STOCK ON THE LINE	CT. P/M <small>(in movement)</small>
ASSEMBLY	GREEN ROUTE	AA,B				
	YELLOW ROUTE	AC,B				
	BLUE ROUTE	D				
	PINK ROUTE	B				
	BROWN ROUTE	AB				
	VIOLET ROUTE	AA,AC				
	ORANGE ROUTE	AC				
	RED ROUTE	C				

Figura 2.3.7.1 - Esempio di Visual Management a terra

2.3.8 Early Equipment Management

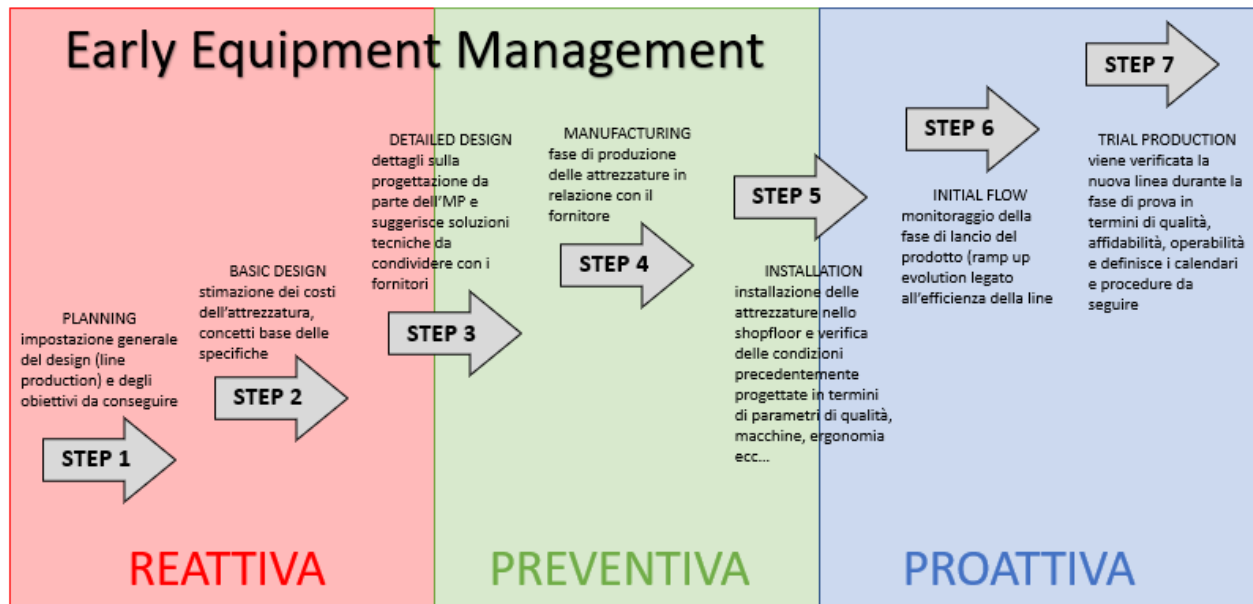


Figura 2.3.8.1 - I 7 Step della Early Equipment Management

Anche in questo pilastro, si ha bisogno dell'integrazione di tutti i team dei reparti affinché condividano conoscenze e competenze.

Per prima cosa si cerca di analizzare e di anticipare i possibili problemi che potrebbero nascere durante un progetto. Questo passaggio lo si fa principalmente nelle prime fasi per evitare che gli errori causino perdite maggiori nel tempo. Integrando diverse divisioni aziendali (Engineering, Tecnologia di Produzione, Produzione, Manutenzione) si condividono le esperienze e si acquisiscono norme tecniche, garantendo così un elevato standard di qualità e sicurezza dei prodotti per ottenere nuove attrezzature con zero problemi di avviamento.

Gli **obiettivi** del pilastro sono:

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

L'obiettivo ultimo è quello di ridurre significativamente i costi totali preventivati nei budget dei progetti.

2.3.9 People Development

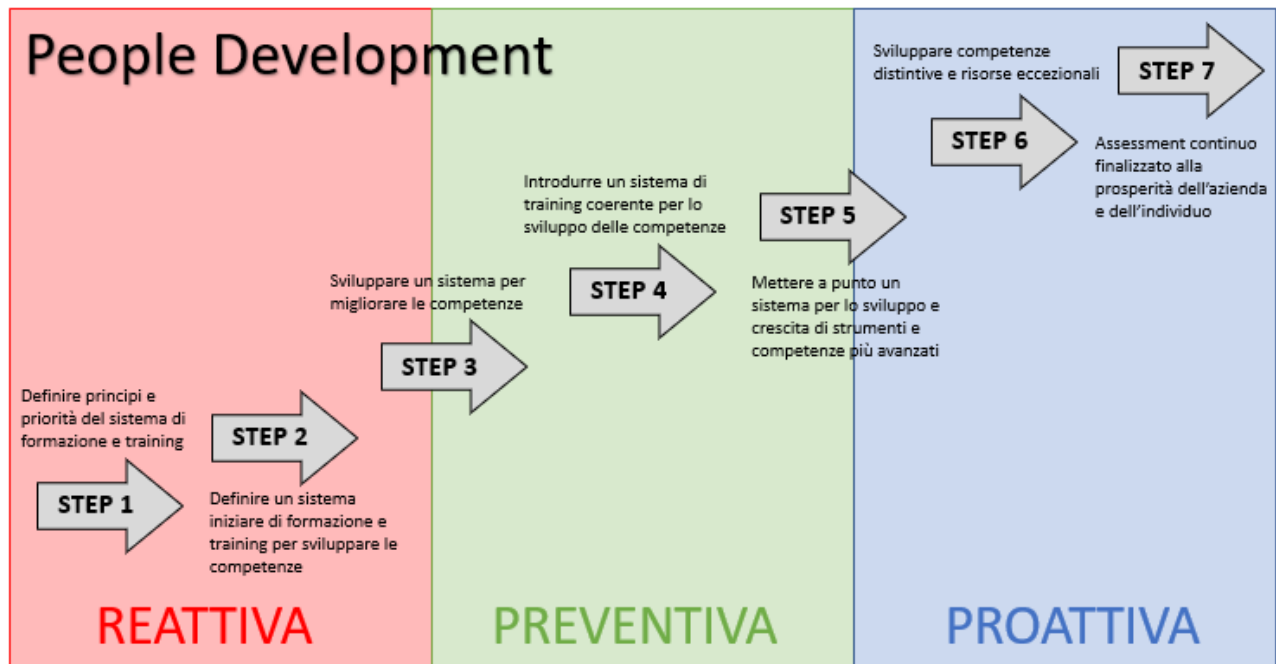


Figura 2.3.9.1 - I 7 Step della People Development

Lo sviluppo delle risorse umane è fondamentale per il successo del World Class Manufacturing in quanto ne è il punto centrale. Questo particolare aspetto, viene curato dal pilastro di People Development che si occupa di pianificare **formazione** e training priorizzandole secondo:

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

Tali problemi, sono in genere legati ad una mancanza di competenze dei lavoratori a vari livelli della piramide gerarchica. La formazione dovrà quindi essere specifica e ben organizzata. I risultati operativi del training andranno sempre valutati con attenzione.

Le iniziative del People Development, devono partire dal vertice della piramide, ossia dal responsabile del plant stesso, perché:

- Le competenze del responsabile di stabilimento hanno notevole impatto sulle performance dell'intero stabilimento
- Sarà compito suo quello di creare un buon team in grado di padroneggiare e sviluppare il WCM
- Dovrà anche riuscire a coinvolgere tutte le risorse facendo in modo che ognuna di esse possa creare il massimo valore

Per cominciare, le attività da svolgere sono:

- Istruire il Plant manager, alla comprensione e priorizzazione delle attività di tutti i pilastri
- Istruire i "pillar leader", alla comprensione e priorizzazione delle attività del proprio pilastro e alla risoluzione dei problemi.
- Istruire gli impiegati all'analisi delle cause radice per la risoluzione dei problemi
- Istruire gli operatori a identificare (vedere e comprendere) e segnalare prontamente i problemi.

- Formare gli operatori a risolvere in autonomia i problemi più semplici

Per quanto riguarda le conoscenze e le competenze necessarie, occorre valutare la situazione attuale (ad esempio attraverso un radar chart) e quindi i gap iniziali. Conseguentemente si dovrà programmare un piano di formazione.

Per chiarezza, va sottolineato che le **conoscenze** si riferiscono al sapere puro, senza una capacità applicativa, mentre le **competenze** si riferiscono alla capacità di applicare tali conoscenze. La **valutazione**, viene fatta in base ad una scala che va **da 1 a 5**.

Una volta erogata la formazione, si dovrà valutare l'effettiva efficacia della stessa valutando quindi la copertura dei gap inizialmente riscontrati, sia in termini di conoscenza, che di competenza.

La formazione deve adottare modalità efficienti e non deve essere necessariamente fatta solamente in aula.

1. **Non conosce:** mancanza delle conoscenze di base anche teoriche necessarie per svolgere correttamente il lavoro
2. **Conosce, ma non è in grado di applicare:** conoscenze di base anche teoriche necessarie per svolgere correttamente il lavoro
3. **Sa applicare, ma non con un buon livello di confidenza:** sa applicare ma non è in grado di riprodurre in modo standard e accurato. Necessita ancora di una supervisione
4. **Sa applicare:** sa applicare ed è in grado di riprodurre, in diverse situazioni, in modo standard e accurato
5. **Specialista anche in grado di insegnare:** conosce a fondo e sa applicare in maniera accurata. Conosce la teoria sottostante ed è in grado di insegnare ad altri

PM PILLAR		
Stage	#	Tool/Method
Reactive	R1	5G
Reactive	R2	5W + 1H, 5Why
Reactive	R3	7WCM tools
Reactive	R4	Maintenance theory
Reactive	R5	Machine classification based on CD
Reactive	R6	Measurement of OEE
Reactive	R7	PM Step 1
Reactive	R8	PM Step 2
Reactive	R9	PM Step 3
Reactive	R10	SMP

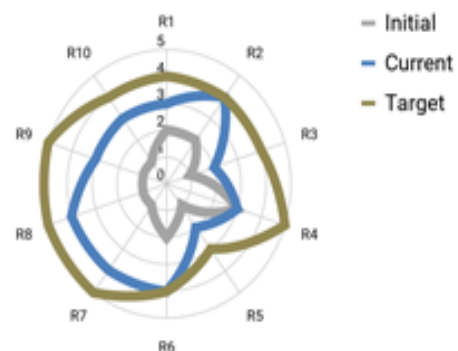


Figura 2.3.9.2 - Esempio di Radar Chart

La valutazione di conoscenze e competenze segue un flusso piramidale ed un grafico di tipo radar su cui è possibile visualizzare in maniera chiara i gap da colmare.

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

Poka Yoke, è una parola che significa letteralmente "a prova di errore". Gli strumenti Poka Yoke servono infatti ad impedire errori nella realizzazione delle operazioni di lavoro, quindi per la prevenzione dei difetti stessi.



Figura 2.3.9.3 - Esempi di Poka Yoke

Un indicatore chiave per misurare il coinvolgimento dei lavoratori è dato dalla propositività, ovvero dal numero di proposte (suggerimenti) per addetto. È necessario pertanto stimolare le persone all'elaborazione di idee tendenti al miglioramento di prodotti, servizi, attività e così via, in modo che i suggerimenti più interessanti, possano essere messi effettivamente in pratica originando, di solito, i Quick Kaizen.

- For breakdown due to **design weakness** had been developed Quick Kaizen.

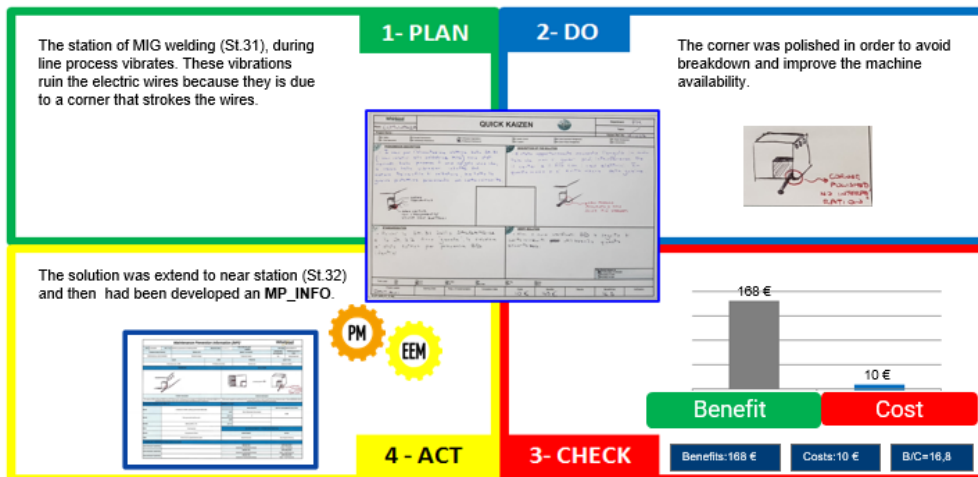


Figura 2 - Esempio di flusso logico per la creazione di un Quick Kaizen

2.3.10 Environment

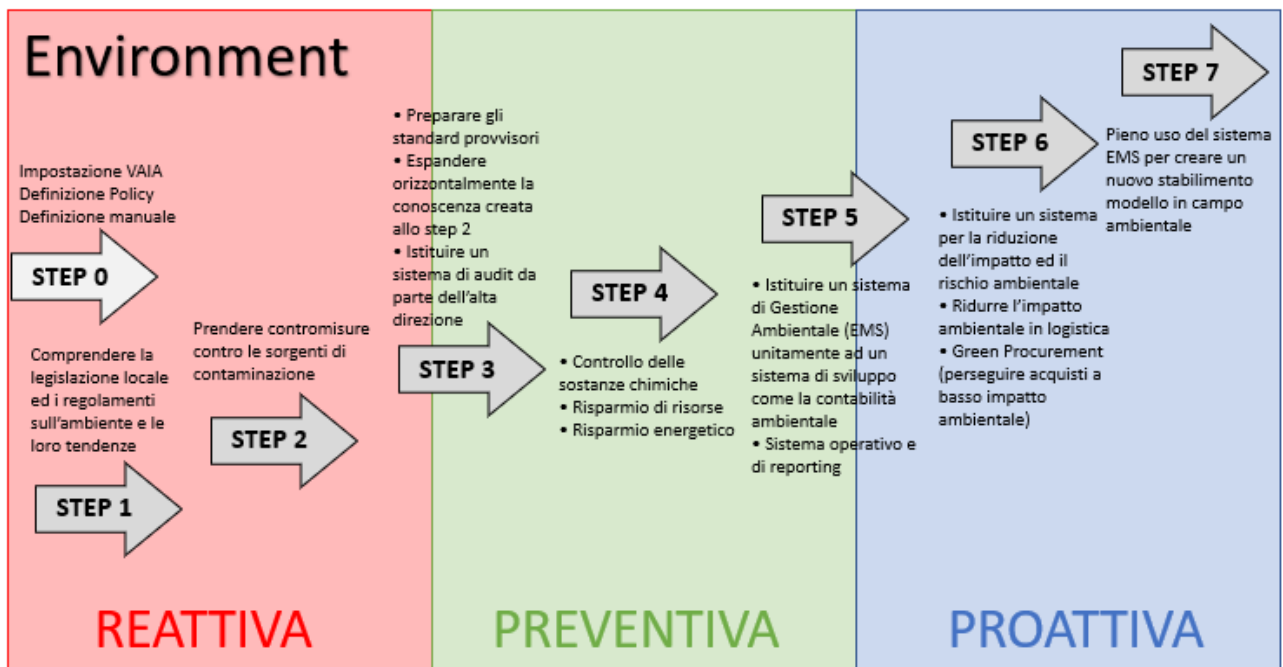


Figura 2.3.10.1 - I 7 Step del pilastro Environment

La protezione dell'ambiente, integrata nel processo produttivo, è un argomento molto importante, tanto che esiste un intero pilastro ad essa dedicato.

Le attività che fanno capo al pilastro di Environment, vengono realizzate al fine di assicurare una corretta gestione ambientale, rispettandone esigenze, normative, la cultura della protezione dell'ambiente e l'ottica preventiva per il miglioramento continuo delle prestazioni ambientali oltre che gli obblighi imposti da norme e leggi.

Le principali **attività** sono:

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

Gli **obiettivi** del pilastro sono:

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

Questo perché l'azienda, opera in un contesto di cui fanno parte chiaramente anche aria, acqua, terreno, risorse naturali, flora, fauna, ed esseri umani.

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

Le **tematiche** trattate sono:

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

Ogni lavoratore, si impegnerà a collaborare al miglioramento ambientale assumendosi una parte delle responsabilità. Questo, chiaramente, avviene per una serie di motivi che possono essere:

- **Morali:** preservare l'ambiente circostante è un aspetto fondamentale nelle attività quotidiane. Occorre conciliare le esigenze produttive con quelle di tutela dell'ambiente
- **Legali:** in qualsiasi paese, la legislazione ha molti riferimenti al tema della "tutela ambientale". L'omissione o il non rispetto delle normative vigenti comporta sanzioni economiche e penali per l'azienda
- **Economici:** non ultima, un'attenta politica ambientale consente una riduzione dei costi produttivi, di consumo (materie prime, vettori energetici) e di smaltimento (imballaggi, rifiuti)



Figura 2.3.10.1 - Certificazione ISO 14001 per il Sistema di Gestione Ambientale

3. TEORIA DELLA MANUTENZIONE

3.1 Introduzione

Può capitare che l'attrezzatura lavori in condizioni di deterioramento accelerato, causando inefficienze del macchinario ed un progressivo allontanamento dell'obiettivo prefissato.

Un ruolo sempre più importante è quindi ricoperto dalla manutenzione, intesa come uno dei servizi dell'azienda, e che si basa su alcune caratteristiche che, in ambito WCM, la differenziano dai modi utilizzati in passato. Ad esempio:

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

Oltre ad attuare questi cambiamenti, la manutenzione propone degli obiettivi che tengono conto degli aspetti di efficienza gestionale ed organizzativa come: assicurare una produttività continua, minimizzare i costi di manutenzione, cercare di operare in continuità, aumentare l'efficienza del sistema produttivo ed offrire una formazione agli addetti della produzione.

Per fare in modo che questi obiettivi vengano raggiunti, devono essere attuate delle attività di diversa natura in diversi ambiti:

- **esecutivo:** pulizia, controlli, revisioni, assistenza
- **tecnico:** realizzazione di piani di manutenzione, ricerca di nuovi metodi, addestramento per gli operai e per i tecnici
- **organizzativo:** realizzazione di rapporti sugli andamenti e sui consumi, creazione di piani tecnico/economici
- **consultivo:** avviamento di nuovi impianti, progettazione di modifiche

Il funzionamento di una macchina si basa sulla reciprocità dei componenti che la formano, questo però potrebbe essere messo a rischio da eventuali anomalie che possono sorgere durante la vita utile dei componenti stessi. In questo ambito diventa quindi fondamentale introdurre i concetti di disponibilità e di affidabilità.

1. **Disponibilità** è la percentuale del tempo di funzionamento rispetto al totale del tempo disponibile
2. **Affidabilità** è la possibilità che un elemento funzioni senza danneggiarsi per un predefinito tempo t

Questi due concetti rappresentano due grandezze che determinano la misurazione della continuità con la quale un impianto garantisce il raggiungimento dello scopo per cui è stato ideato. È tuttavia fondamentale valutare quello che è l'aspetto economico che la realizzazione di un miglioramento comporta.

I costi devono infatti essere attentamente valutati e devono mantenere un equilibrio al fine di poter, in ultima analisi, garantire un guadagno economico.

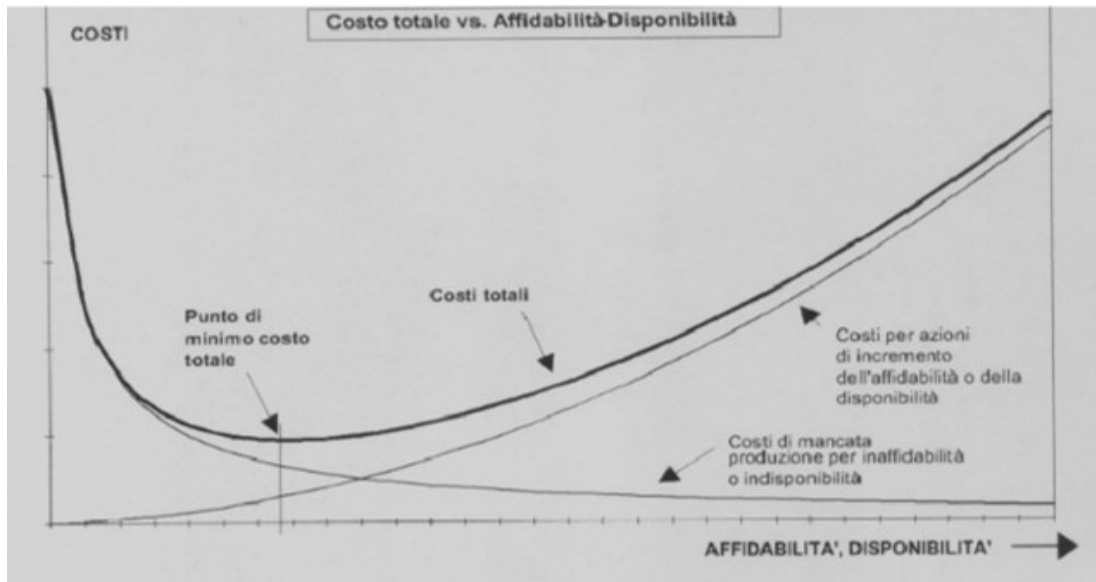


Figura 3.1.1 - Grafico dei Costi Totali Vs Affidabilità e Disponibilità

Nella figura di può osservare che la funzione del costo totale sostenuto è data dalla somma dei costi sostenuti per le azioni d'incremento della disponibilità e dell'affidabilità delle macchine e dei costi di mancata produzione dovuti all'indisponibilità o all'inaffidabilità delle stesse. Bisognerà scegliere un opportuno compromesso (trade-off), ossia collocarsi nel punto di minimo costo totale.

Affidabilità e disponibilità, vengono assicurate mediante politiche manutentive che da un lato consentono un funzionamento regolare e continuo, ma dall'altro rappresentano un'ampia voce di costo e pertanto un vincolo economico non indifferente.

3.2 KPI della manutenzione

I KPI o Key Performance Indicators, sono quegli indicatori stabiliti dall'azienda al fine di raggiungere gli obiettivi aziendali monitorandone l'andamento.

Tali indicatori, dovranno essere scelti in modo da incentivare il miglioramento continuo ed aumentare la flessibilità e la produttività.

La scelta degli indicatori è discrezionale, in base alle necessità dell'azienda. Tuttavia, la norma UNI ne definisce alcuni. Tra gli indicatori suggeriti dalla norma, i più comuni ed anche i più usati universalmente, sono di tipo tecnico/operativo (ovvero non collegati a voci di costo, ma riferiti a quantità temporali dell'impianto analizzato), o di tipo costo/gestionali.

Mean Time Between Failure (MTBF)

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

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

Con:

$$\text{Tempo di Utilizzo} = t \text{ di apertura impianto} - t \text{ di mancato utilizzo} - t \text{ di utilizzo non produttivo}$$

- **tempo di utilizzo non produttivo:** intendiamo quel tempo destinato ad attività differenti dalla produzione vera e propria (produzione di componenti di prova, realizzazione di nuovi prodotti, prototipi e altri tipi di test), o per attività tecnologiche che siano ausiliarie al

processo produttivo stesso (tempi di cambio tipo, pulizia, manutenzioni calendarizzate e così via)

- **tempo di mancato utilizzo:** è invece quel tempo in cui l'impianto non è stato utilizzato per via di cause esterne come potrebbero essere la mancanza di materie prime, eventi atmosferici, scioperi o altro

Mean Time Between Maintenance (MTBM)

L'MTBM indica il tempo medio che passa tra due attività qualsiasi di manutenzione che siano successive (è indifferente che siano programmate oppure a seguito di un guasto).

Viene calcolato con la formula:

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

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

Questo indice misura quindi anche le conseguenze delle scelte della manutenzione programmata sulla disponibilità. In questo modo l'ingegneria di manutenzione, munita di ulteriori indicatori, ha la possibilità di svolgere analisi critiche sull'indisponibilità programmata della linea confrontando i valori con quelli dell'MTBF.

Mean Time To Restoration (MTTR)

Con MTTR si intende il "valore atteso del tempo di ripristino" ossia quell'intervallo di tempo in cui l'impianto è indisponibile a causa di un guasto.

Può accadere che tale arco temporale sia condizionato da ritardi di segnalazione, ricerca di documentazione tecnica, emissioni di "permessi di lavoro" o da altri fattori comunque non controllabili dal team di manutenzione e differenti dall'intervento tecnico vero e proprio.

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

La formula che rappresenta l'MTTR è la seguente:

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

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

- Guasto che porta ad un **fermo totale** della produttività dell'impianto. In questa circostanza, la differenza temporale tra la data di ripristino e quella di guasto coincide con il tempo di indisponibilità.
- Guasto che porta ad una **riduzione quantitativa** (Slow-Down). L'intervallo di tempo viene calcolato moltiplicando per un opportuno coefficiente che sia minore di 1. Così, è possibile riportare il tempo di riduzione parziale ad un tempo equivalente di fermo totale.
- Guasto che induce ad una **diminuzione della qualità** della produzione. Anche qui si utilizza un coefficiente opportuno indicato dal responsabile di qualità. In tal modo si trasforma l'inefficienza qualitativa in tempo equivalente di fermo macchina totale.
- Guasto che comporta **inefficienze qualitative** e **diminuzioni di quantità** allo stesso tempo rispetto ai target designati. Coerentemente con quanto detto fin ora, le inefficienze possono essere trasformate in tempo di fermo totale combinando le due diverse tipologie di coefficienti.

Mean Repair Time (MRT)

Questo valore indica il “valore atteso del tempo necessario di riparazione”. Con il termine “tempo di riparazione”, intendiamo solamente il tempo strettamente necessario ad eseguire l’intervento di manutenzione, escludendo quindi tutte quelle attività di preparazione del lavoro come possono essere il tempo di chiamata, il prelievo dei ricambi, le ricerche di utensili o attrezzature oppure diagnosi stessa dei guasti.

La formula che rappresenta questo valore è la seguente:

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

Al numeratore consideriamo solo i tempi di riparazione “fisica”. Questi tempi, saranno sempre minori dei tempi di indisponibilità totali.

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

Per ottenere un miglioramento di tipo tecnico, utilizzeremo il MRT, mentre per uno organizzativo, sarà più utile la differenza tra i due (MTTR - MRT).

Differenze ampie tra i due indicatori, possono indicare disorganizzazione, problemi di layout, problemi di processo, o attese di rilascio permessi di lavoro troppo lunghi.

Mean Down Time (MDT)

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

L’indicatore verrà calcolato dividendo il tempo totale di indisponibilità per il numero di eventi di guasto in un determinato periodo di tempo:

$$\text{MDT} = \frac{\text{t tot di indisponibilità per interventi manutentivi dell'impianto}}{\text{Numero di interventi manutentivi effettuati sull'impianto}}$$

Una diminuzione dell’MTTR e dell’MRT, comporta una riduzione dell’MDT. Tuttavia, questo può avvenire anche attraverso un’ottima programmazione delle attività programmate che richiedono “la prenotazione” di fermata dell’impianto.

Affidabilità

L’affidabilità è un concetto utilizzato principalmente per meccanismi considerati non riparabili durante il corso della loro vita utile (come ad esempio una lampadina).

Essa è la probabilità che il componente funzioni in un determinato intervallo di tempo.

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

Per poter valutare l’affidabilità di un componente, è necessario conoscere le condizioni di normale funzionamento o condizioni di guasto.

Per valutare l’affidabilità per un utilizzo in un contesto operativo industriale, è possibile seguire alcune linee guida come:

- Concordare un criterio condiviso ed oggettivo per categorizzare lo stato di normale funzionamento o di guasto della macchina o componente
- Dichiarare preventivamente l’arco temporale entro il quale la macchina, in stato di buon funzionamento, debba portare a termine la missione produttiva

- Determinare ed applicare le condizioni ambientali adeguate ad un corretto utilizzo del macchinario

Disponibilità

In presenza di componenti riparabili tramite interventi di ripristino delle funzionalità, spesso si ricorre alla valutazione della disponibilità.

La definizione della disponibilità è data dalla norma UNI 9910 nella quale essa viene definita come “l’attitudine di un’entità, in determinate condizioni e in un determinato istante o intervallo di tempo, ad essere in grado di svolgere le proprie funzionalità richieste con i mezzi esterni necessari”. In inglese la disponibilità è chiamata Availability (A) e può essere definita come la percentuale di tempo di buon funzionamento rispetto al tempo totale in cui è richiesto il funzionamento del macchinario.

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

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

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

Possiamo quindi riscrivere la relazione precedente nel seguente modo:

$$\text{Availability (A)} = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR}$$

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

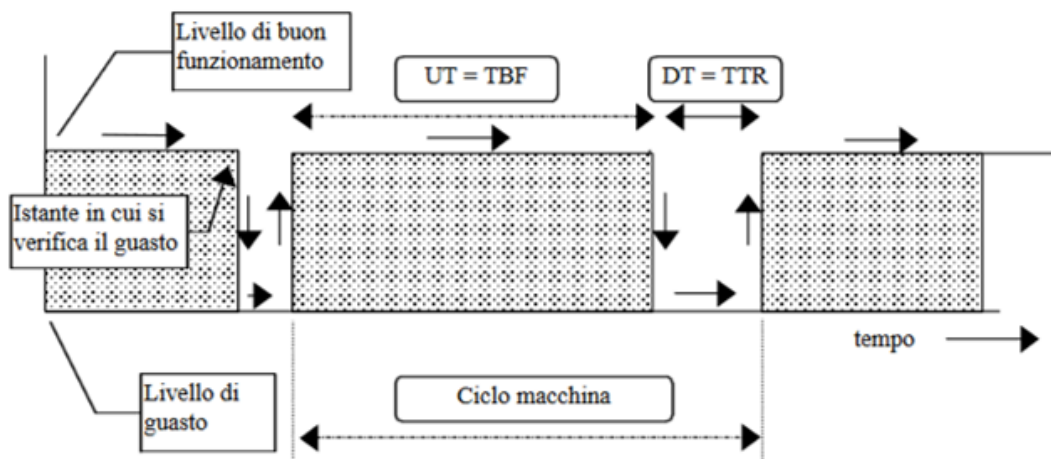


Figura 3.2.1 - Disponibilità in funzione dell'MTBF e MTTR

Curva di mortalità e tasso di guasto

In *Figura 3.2.2*, viene rappresentata la curva che identifica la frequenza con cui i macchinari si guastano durante il corso della loro vita utile (tasso di guasto del macchinario).

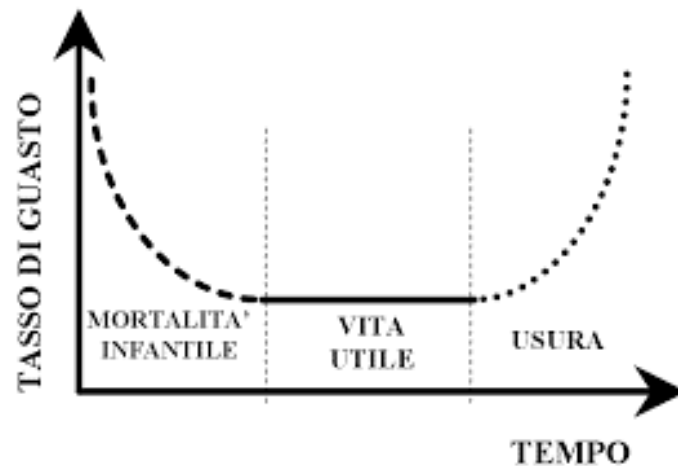


Figura 3.2.2 - Curva del Tasso di Guasto in relazione al Tempo

Durante la vita utile di ogni macchinario si possono identificare 3 fasi:

- Il periodo iniziale è anche chiamato di “rodaggio”. È la fase in cui i componenti cominciano a funzionare e in alcuni casi, potrebbero guastarsi in breve tempo perdendo la loro funzionalità. Questo arco temporale (zona 1) è chiamato di “mortalità infantile” ed è caratterizzato da un tasso di guasto inizialmente è elevato che però va a scendere rapidamente.
- La seconda fase (zona 2) è detta zona di “vita utile”. Questa è la zona in cui il macchinario funziona a pieno regime, i componenti sono assestati e gli operatori sono esperti all’uso. In tale fase il tasso di guasto è costante ed è minimo (i guasti si presentano distanziati e regolari nel tempo).
- L’ultima fase (zona 3) è chiamata di “usura”. In questa fase, il macchinario è soggetto a fenomeni di usura causati dall’utilizzo massivo. Il tasso di guasto cresce rapidamente e frequentemente fino alla totale impossibilità di utilizzo.

L’elevato tasso di guasto della (zona 1) può essere ridotto attraverso un attento studio e progettazione del macchinario, oltre che alla formazione erogata ai lavoratori circa il corretto utilizzo del macchinario. Successivamente alla fase di “vita utile”, si arriva nella zona detta di “usura”. Qui, il numero di guasti tende a crescere in modo sempre maggiore in un determinato periodo di tempo. Al fine di perseguire l’obiettivo di aumentare l’affidabilità e la disponibilità dei sistemi, è possibile individuare una corretta politica manutentiva intervenendo prima del verificarsi del guasto.

Manutenibilità

La manutenibilità è definita dalla norma UNI 9910 come “l’attitudine di un’entità ad essere mantenuta o ripristinata al suo stato utile per lo svolgimento delle funzioni richieste in determinate condizioni di utilizzo, quando la manutenzione è eseguita con procedure e mezzi prescritti”. È quindi chiaro che la manutenibilità del macchinario sia funzione delle condizioni stesse di mantenimento, dove per condizioni si intendono tutti quei fattori che integrano il macchinario nel sistema in cui si trova: dalla posizione, all’accessibilità dei componenti da riparare, operatori circostanti e flussi dei materiali oltre che le caratteristiche progettuali. Al fine di ridurre le tempistiche e gli sforzi richiesti in azioni di manutenzione periodica programmata o a guasto, nascono le tecniche di Design for Maintainability. È possibile identificare una relazione tra il valore MTTR (tempo medio di riparazione), inteso come ripristino delle funzionalità e la funzione di affidabilità. Tale relazione consiste in:

$$\text{Availability (A)} = \frac{\text{MTBF}}{\text{MTBF} + \text{MTTR}}$$

Il valore della disponibilità A , dipende quindi dal parametro MTTR come si può vedere qualitativamente nel grafico in *Figura 3.2.3*.

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

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

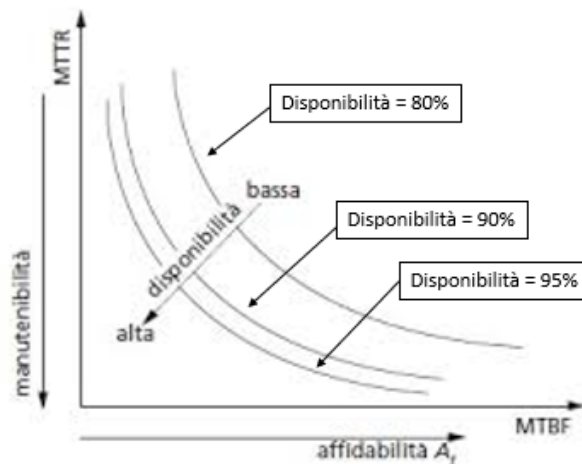


Figura 3.2.3 - Relazione tra: Affidabilità, MTBF, MTTR, Manutenibilità e Disponibilità

KPI relativi al livello di servizio della manutenzione correttiva

L'ottimizzazione delle scelte relative alle politiche manutentive, è uno degli obiettivi del miglioramento della manutenzione. In tale modo infatti, è possibile tener sotto controllo il fabbisogno di manutenzione a guasto, rimanendo al di sotto di valori prestabiliti e puntando ad un trend decrescente nel tempo. Questo indice è di tipo "gestionale", ha validità generale e misura l'incidenza dei costi della manutenzione a guasto rispetto ai costi totali della manutenzione fornendo indicazioni sulla politica di manutenzione adottata.

Non c'è un acronimo che rappresenta l'indice, ma può essere calcolato attraverso la seguente formula:

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

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

Al denominatore, abbiamo invece i costi di manutenzione totali sostenuti dall'azienda, calcolati

sommando tutte le quote dei costi come il personale della manutenzione, i costi derivanti da servizi prestati dal personale di produzione (manutenzione autonoma), i servizi di terzi ed il costo dei materiali.

Questa informazione è complementare ad altre che derivano da altri KPI in modo da poter ottenere una visione più completa. Ad esempio, associando questo KPI dell'incidenza del valore ad un altro contenente l'informazione sulla frequenza degli eventi, otteniamo:

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

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

KPI relativi al monitoraggio del livello di spesa della manutenzione

I seguenti KPI, permettono di calcolare l'entità della spesa della manutenzione con le diverse ripartizioni di costo.

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

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

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

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

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

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

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

Dopo averli scelti, occorrerà valutarli in maniera regolare e coerente. Oltre ai propri indicatori è opportuno confrontare i valori con i livelli di benchmark interni ed esterni all'azienda.

Resta fondamentale un monitoraggio costante, in modo che possano essere facilmente individuati tutti i cambiamenti significativi di tendenza. Analizzandoli, si possono poi comprendere le cause dei cambiamenti della tendenza al rialzo o al ribasso.

Un'attenta analisi degli indicatori deve aiutare ad incentivare lo studio finalizzato ad individuare le "cause radice" in modo da poter attuare idonee con azioni correttive e preventive utili al miglioramento continuo.

3.3 I Costi

Uno degli obiettivi di qualsiasi azienda, è quello di diminuire i costi della manutenzione, i quali possono esse scomposti in costi diretti ed indiretti.

La manutenzione però, non è una semplice voce di costo, in quanto essa determina un valore, che deriva dal risparmio proveniente dalla riduzione dei guasti e dal miglior funzionamento degli impianti stessi.

Un tipo di struttura complessiva che riguarda i costi della manutenzione è indicata nella *Figura 3.3.1*.

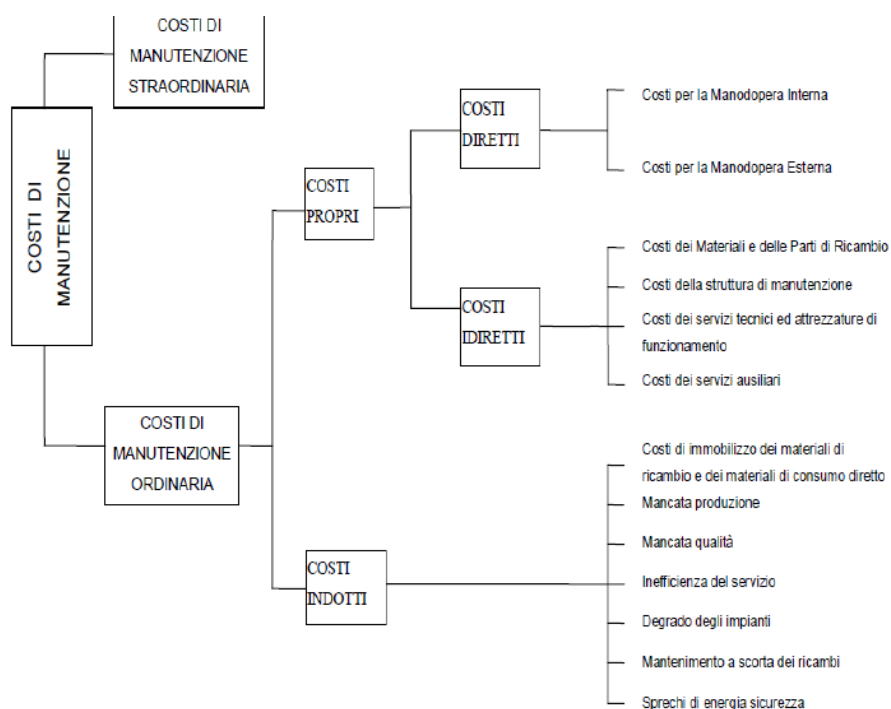


Figura 3.3.1 - Struttura dei costi di Manutenzione

Andando a vedere nel dettaglio i costi della manutenzione ordinaria è possibile distinguere diverse categorie:

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

Mediante un controllo adeguato, i costi propri diretti possono essere abbassati. Questo avviene anche attraverso l'analisi dei guasti avvenuti precedentemente, in modo da definire le tempistiche, le attrezzature e le specializzazioni del personale.

Per diminuire i costi propri indiretti invece, va attuata una politica preventiva, annullando di fatto la possibilità di incorrere in guasti improvvisi.



Figura 3.3.1 - Andamento delle curve dei costi di manutenzione

3.4 I Tempi

Un guasto può essere **istantaneo e totale** oppure **parziale e propagato nel tempo**. Indipendentemente dalla tipologia però, quando l'irregolarità si manifesta viene attivato un intervento. Tra questi due eventi, trascorre un lasso di tempo definito "ritardo amministrativo", che deriva dal fatto che gli addetti alla manutenzione devono prima essere informati del guasto e solo dopo esserne venuti a conoscenza possono attrezzarsi di conseguenza.

La norma UNI 9910 riporta i diagrammi relativi ai tempi della manutenzione.

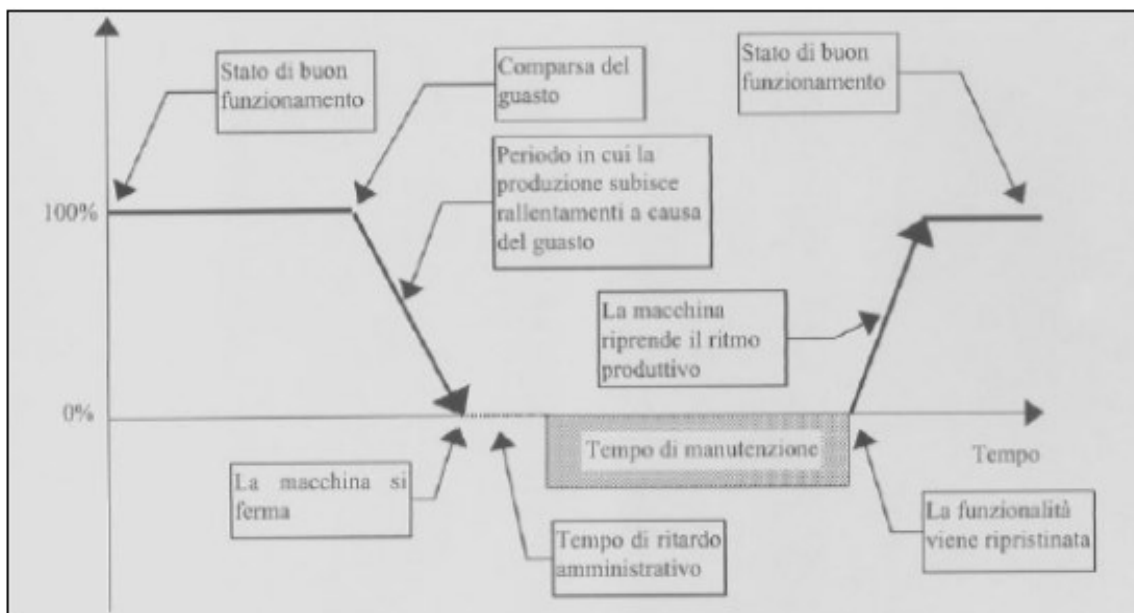


Figura 3.4.1 - Diagramma dei tempi di manutenzione

Dal diagramma proposto si può vedere che dal periodo della manifestazione del guasto fino al ripristino dello stesso, è possibile individuare delle tempistiche riguardanti la riparazione:

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

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

Un'adeguata divisione unita alla gestione di questi tempi, potrebbe concedere al direttore di intervenire in modo specifico su aspetti che potrebbero portare ad un aumento di efficacia degli interventi con conseguente diminuzione dei tempi di indisponibilità del macchinario.

3.5 Strategie manutentive

Lo scopo che si persegue è quello di diminuire l'indisponibilità che si verifica quando gli impianti sono sottoposti ad usura e quindi quando i macchinari si degradano. È quindi fondamentale l'efficienza oltre che una giusta organizzazione della manutenzione all'interno della produzione, in particolare dove la qualità del prodotto richiesto alla linea è più alta.

Per raggiungere lo scopo, bisogna essere in possesso di una documentazione riguardante la macchina, in modo che sia possibile svolgere una corretta analisi dei dati.

Uno dei criteri più usati inerentemente al problema del degrado delle macchine, è la teoria che si basa sulla curva di mortalità, precedentemente analizzata. nel momento in cui l'attrezzatura viene installata, si troverà come detto, in un periodo di vita utile durante cui il tasso di guasto istantaneo potrebbe risultare più elevato. Questo dipende dalle caratteristiche dei componenti che, essendo nuovi, potrebbero necessitare di messa a punto. Pertanto, questa zona della curva tenderà lentamente a decrescere con velocità proporzionale alla capacità degli operatori di imparare ad usare correttamente la macchina e alla capacità del macchinario di assestarsi. Raggiunta la stabilità, questa si mantiene per un periodo lungo, detto di "vita utile", durante il quale la macchina funziona in base alla capacità per la quale è stata realizzata. Successivamente, i componenti invecchiano e si riduce la capacità della macchina di svolgere le proprie usuali funzioni. A questo punto si entra nell'area di "usura", caratterizzata da un tasso di guasto che cresce nel tempo e che è legato allo stato del macchinario e all'uso che ne viene fatto.

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

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

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

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

Definire i processi di manutenzione, significa essenzialmente mettere in atto le attività che dovranno essere realizzate sull'impianto.

I piani manutentivi, offrono la possibilità di realizzare un programma ottimale per ciascun impianto.

Le procedure utilizzate maggiormente si possono distinguere in quattro categorie:

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

3.5.1 Manutenzione Correttiva

Le macchine devono essere mantenute in azione fino a quando non diventa necessario fermarle a seguito di un guasto. La manutenzione correttiva ha lo scopo di riparare il macchinario e riportarlo alle sue normali condizioni di funzionamento in un tempo breve. La manutenzione correttiva riguarda diversi livelli, essa può infatti essere provvisoria o di ripristino degli elementi non funzionanti. La riparazione di un'anomalia potrebbe essere un'occasione per controllare le attrezzature in modo da riportarle al loro funzionamento iniziale se non addirittura migliorarle.

Tale politica è caratterizzata da un costo contenuto perché l'intervento viene effettuato solo se strettamente necessario mentre il lavoro è piuttosto elevato poiché i ricambi devono essere rapidamente a disposizione per evitare che le fermate si prolunghino troppo.

Per quanto concerne la gestione delle risorse umane, è possibile che ci siano momenti di sovraccarico lavorativo alternati a momenti di inattività. Questo tipo di situazione può essere limitata attuando degli espedienti che mirino ad aumentare il lavoro dei manutentori addetti all'emergenza.

Qualora si decida di applicare la manutenzione correttiva ad un impianto, si svolgerà una registrazione di tutti gli interventi manutentivi messi in atto su di essa.

Sicuramente questo metodo ha dei punti di forza come possono essere i bassi costi o il fatto che non richieda organizzazioni troppo complesse.

Nonostante ciò, esistono anche punti di debolezza come ad esempio l'inesistenza di un preavviso del guasto, i problemi di sicurezza che derivano dal fermo del lavoro e dall'assenza di produzione, l'impossibilità di decidere in precedenza l'utilizzo delle squadre di manutenzione ed infine la richiesta di un magazzino ricambi sempre ben fornito.

Bisogna tuttavia tenere presente che non sempre la manutenzione correttiva può essere applicata, un esempio è il settore dell'aeronautica, dove è necessaria una manutenzione di tipo preventivo o predittivo.

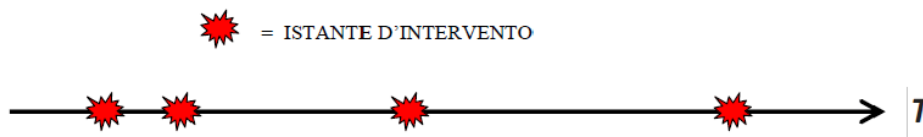


Figura 3.4.2 - Istanti (casuali) di intervento di manutenzione a causa di guasti

3.5.2 Manutenzione Preventiva Programmata

Questo programma manutentivo è caratterizzato da interventi periodici. Lo scopo principale è quello di evitare il manifestarsi del problema e salvaguardare così i macchinari durante il loro utilizzo, mantenendoli in buone condizioni.

La manutenzione preventiva programmata si basa su accertamenti (controlli) dettati dalle leggi per cui nessuna azienda ha la facoltà di rifiutarsi. Esistono però anche degli interventi periodici:

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

Questa politica comporta costi elevati perché, dovendo effettuare gli interventi in anticipo, si corre il rischio di utilizzare risorse economiche e umane in mansioni non indispensabili oppure non impiegarle dove sarebbero necessarie.

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

L'organizzazione del lavoro, garantisce un'efficiente ripartizione delle responsabilità, delle squadre addette alla manutenzione.

La manutenzione preventiva programmata può essere svolta:

- A data costante
- A periodo costante

È da sottolineare come questo tipo di manutenzione non sia sempre consigliabile, in quanto alcuni guasti possono non essere prevedibili.

Per rendere applicabile la manutenzione preventiva programmata, bisogna verificare delle condizioni tra le quali:

- dall'utilizzo del componente si può riscontrare una possibilità di guasto che deriva da una condizione di usura
- prima dell'intervento solo una piccola parte delle attrezzature può essere soggetta a guasto
- lo scopo dell'intervento è quello di riportare il buon funzionamento del componente

Entrambi i criteri (data costante e periodo costante) hanno bisogno di determinati requisiti, per poter programmare gli interventi necessari:

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

Tra i punti di forza di questa politica, ci sono la riduzione dei guasti, dei costi riferiti alla mancata funzionalità del macchinario e dei tempi di manutenzione.

Tra i punti di debolezza invece abbiamo l'aumento dei costi diretti dovuti al lavoro di manutenzione ed il problema che l'intervento preventivo potrebbe a volte essere esso stesso la causa di determinati guasti.

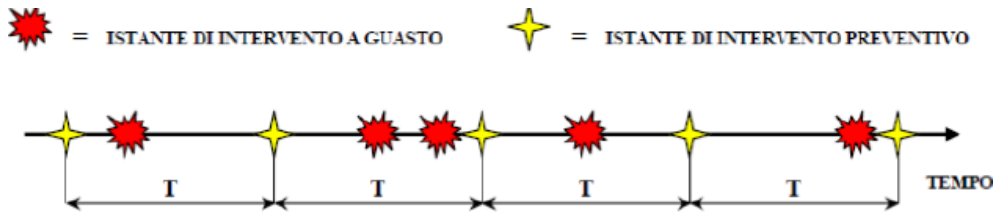


Figura 3.5.2.1 - *Manutenzione preventiva a data costante nel tempo*



Figura 3.5.2.2 - *Manutenzione preventiva ciclica ad età costante nel tempo a calendario di un'entità*

3.5.3 Manutenzione Preventiva su Condizione (o Predittiva)

Con il termine “manutenzione preventiva su condizione”, ci si riferisce ad una manutenzione dipendente da un evento predefinito. Questo ragionamento nasce dalla constatazione che le attività di manutenzione sui macchinari, come già detto, possono a volte determinare dei problemi indotti e dei danni economici ulteriori, invece di consentire all'impianto di funzionare quanto stabilito.

Con la manutenzione preventiva su condizione, ci si propone di eliminare gli interventi non necessari, ma anche di astenersi da interventi urgenti.

Per mettere in campo questa metodologia, è necessario determinare controlli e diagnosi da effettuare sulle macchine durante il loro intero periodo di funzionamento. La rilevazione dei segnali prodotti dai macchinari può essere misurata mediante un monitoraggio visivo o sensitivo, attraverso l'osservazione dell'andamento di determinati parametri che indicano la condizione di funzionamento oppure il monitoraggio del calore prodotto dalle stesse macchine.

Per poter applicare una politica di questo genere, bisogna possedere determinati strumenti indispensabili per tenere sotto controllo le componenti in modo da riuscire a capirne lo stato di deterioramento e quindi per cercare di evitare l'eventuale arresto del macchinario.

Affinchè il programma sia efficace, dovrà avere un costo inferiore al risparmio che esso permette di attuare. Per attuarlo, occorrerà:

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

Questi processi, accompagnano la macchina in tutto il suo periodo di funzionamento perché il programma di manutenzione su condizione viene realizzato su componenti dove non c'è necessariamente un legame tra l'età e la possibilità del guasto del macchinario stesso.

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

Tra i punti di debolezza invece possiamo sottolineare che: potrebbero esserci dei falsi allarmi, essere richiesto l'utilizzo di diagnosi a volte complesse, o potrebbe esserci bisogno di un periodo per valutare le condizioni dei macchinari.

3.5.4 Manutenzione Migliorativa

La manutenzione migliorativa è potenzialmente la più redditizia. Ha lo scopo di andare oltre ad una visione di manutenzione vista solo come mera prevenzione del problema, infatti ci permette di raggiungere un'evoluzione che punta al miglioramento continuo. Scopo principale è quindi quello di annullare le problematiche potrebbero portare ad un guasto.

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

L'applicazione della manutenzione migliorativa indirizza il progetto in modo tale da non consentire l'avvento dei guasti né tanto meno l'insorgenza delle cause che li possono precedere.

Come sempre, è importante valutare il rapporto tra i costi ed i benefici che vengono realizzati mediante l'attuazione di questa politica, infatti essa potrebbe risultare a volte poco conveniente e portare costi molto alti ma con risultati piuttosto deludenti e poco convenienti.

La manutenzione migliorativa può rappresentare la correzione di un problema che ci si porta dietro fin dalla fase di progettazione. È proprio per questo che diventa importante che il programma di manutenzione sia collegato alla fase di progettazione dell'impianto.

Se un programma di intervento viene ben strutturato ed elaborato, gli interventi di urgenza diventano automaticamente sempre meno necessari. Questo permette un impiego di risorse per la manutenzione preventiva che non comporterà la nascita di costi aggiuntivi.

Lo scopo ultimo è quindi quello di raggiungere di una prevenzione meno costosa in modo da rendere osservabili anche componenti che inizialmente non lo erano.

Vantaggi e svantaggi vengono sintetizzati in tabella.

TIPOLOGIA	VANTAGGI	SVANTAGGI
A GUASTO	<ul style="list-style-type: none"> • bassi costi • non richiede pianificazioni complesse 	<ul style="list-style-type: none"> • nessun preavviso di guasto • problemi di sicurezza • programmazione non ottimale delle squadre di sicurezza • magazzino ricambi sovradimensionato
PREVENTIVA/PROGRAMMATA	<ul style="list-style-type: none"> • riduzione dei guasti • miglior utilizzo delle squadre di manutenzione • magazzino ricambi snello • riduzione costi connessi alla perdita di funzionalità • riduzione dei tempi di fermo impianto 	<ul style="list-style-type: none"> • programmazione di manutenzioni potenzialmente non indispensabili • applicabilità legata esclusivamente all'invecchiamento degli impianti • può indurre guasti legati alla mortalità infantile dei nuovi componenti
PREVENTIVA SU CONDIZIONE	<ul style="list-style-type: none"> • riduzione delle fermate per guasto • aumento della disponibilità dell'impianto • riduzione dei guasti indotti da un guasto precedente • migliore gestione dei ricambi • efficace pianificazione delle squadre di manutenzione • sfruttamento ottimale dei componenti • maggiore sicurezza • assenza di smontaggi inutili o sostituzione di componenti che non ne necessitano 	<ul style="list-style-type: none"> • attrezzatura specializzata e costosa • training del personale • problemi di falso allarme • algoritmi di diagnosi complessi • tempo per valutare le condizioni delle macchine ed individuare le relative soglie di allarme
MIGLIORATIVA	<ul style="list-style-type: none"> • eliminazione delle cause di guasto • integrazione tra manutenzione e progettazione • incremento della manutenibilità degli impianti 	<ul style="list-style-type: none"> • costi elevati • necessita di un supporto ingegneristico • non sempre attuabile

Figura 3.5.4.1 - Tabella riepilogativa vantaggi e svantaggi dei diversi approcci alla manutenzione

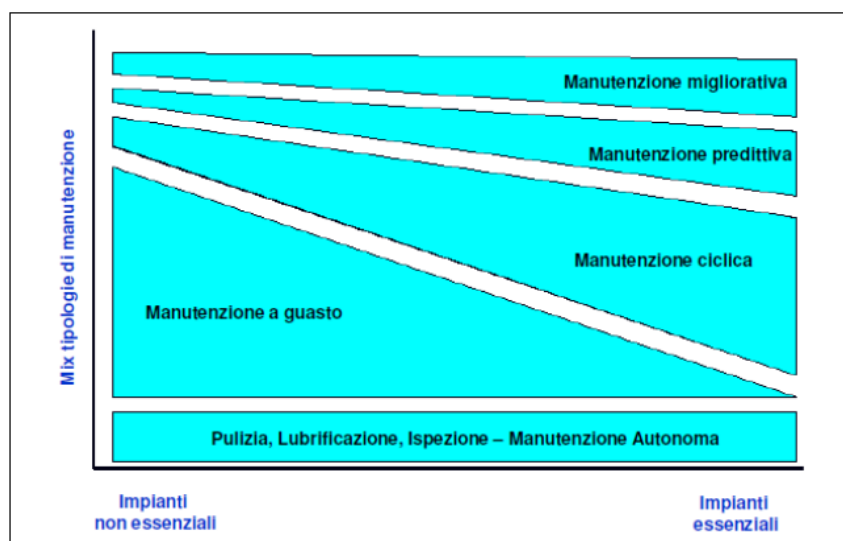


Figura 3.5.4.2 - Mix di tipologie di manutenzione da utilizzare in relazione all'importanza degli impianti

4. APPLICAZIONE DELLA PM IN AZIENDA

La linea cesto, argomento della tesi, è stata costruita nel 2010.

Essa ha una capacità produttiva di 2880 unità per turno (con due turni al giorno), ed un tempo ciclo medio di 10 secondi.

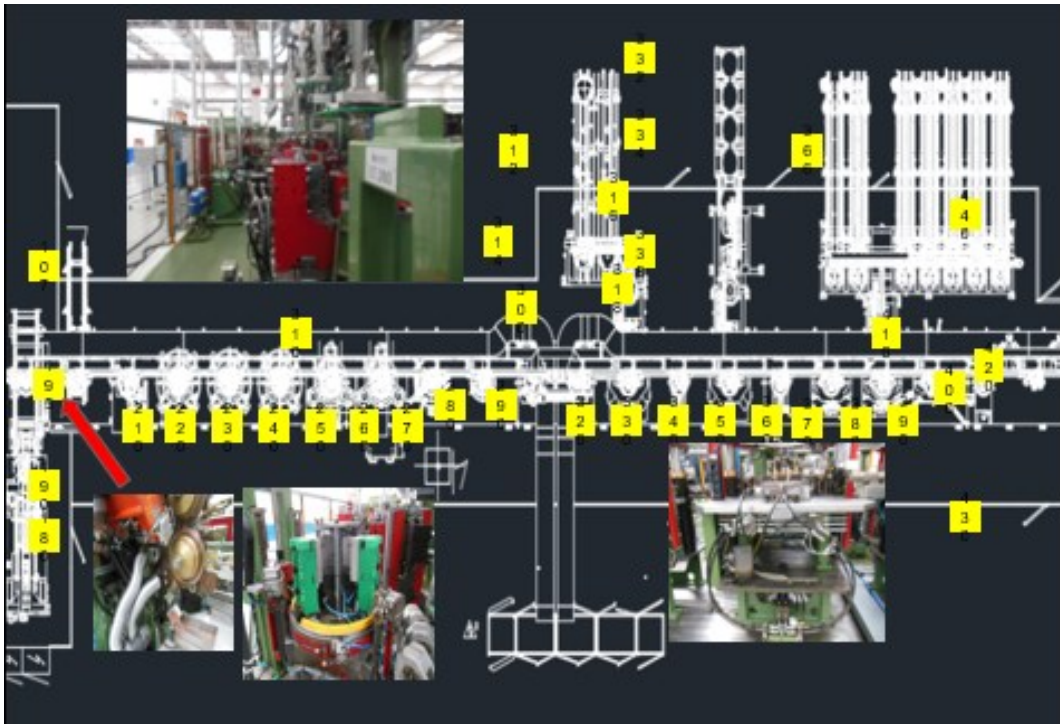


Figura 4.1 - Layout linea Cesto

4.1 Introduzione e contesto

Innanzitutto, è importante capire quali sono i bisogni e gli scopi che ci sono dietro l'implementazione del pilastro di Professional Maintenance:

Vision

Aumentare le competenze e costruire un sistema di manutenzione e produzione efficiente.

Needs

- ridurre i breakdown al fine di l'efficienza e l'affidabilità delle macchine
- ridurre i costi relativi alla manutenzione come componenti e manodopera

Obiettivi

- Implementare una strategia manutentiva efficiente relativamente agli step 0-3
- Implementare e mantenere gli standard quali:
 - 5S
 - SMP
 - EWO
 - Machine Ledger
 - PM Calendar

Target

Raggiungere un OEE dell'82%, ossia un miglioramento del 3,2% rispetto all'anno precedente.

Per ottenere gli obiettivi che ci si è prefissati, il primo passo è quello di costruire una “Route Map” che indichi chiaramente i punteggi che ci si è prefissati di raggiungere ed i tempi che ci si è dati per ottenerli:

Route Map

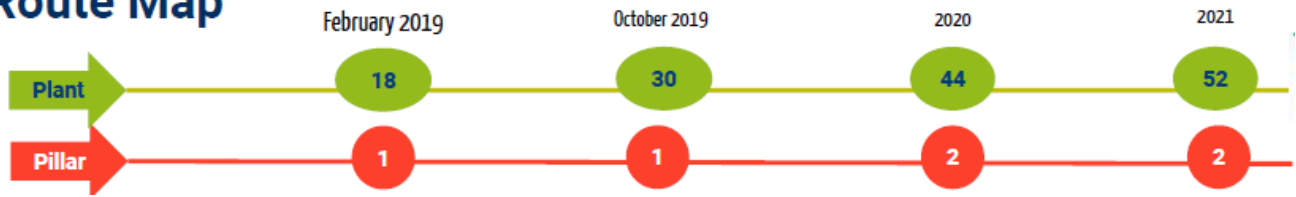


Figura 4.1.1 - Esempio di Route Map

Gli obiettivi di punteggio relativi alla metodologia WCM sono fissati sia a livello di Plant che a livello di contributo del singolo pilastro.

Tali punteggi sono importanti perché andranno poi ad inquadrare la l’azienda all’interno dei livelli di eccellenza proposti in ambito World Class Manufacturing

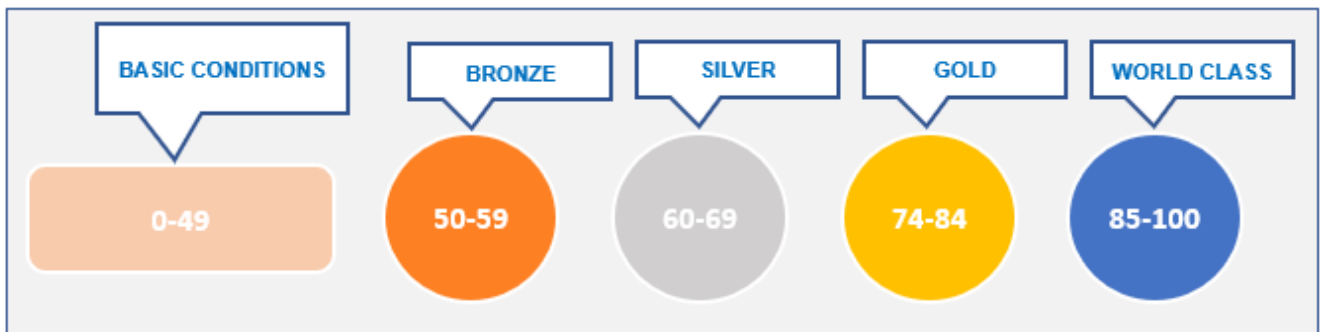


Figura 4.1.2 - Punteggi relativi ai livelli di implementazione del WCM

4.2 Scelta dell’area modello e di estensione

Come primo passaggio, è stato necessario individuare la miglior area candidata ad essere attaccata. Questo è stato possibile attraverso l’analisi con diagramma di Pareto.

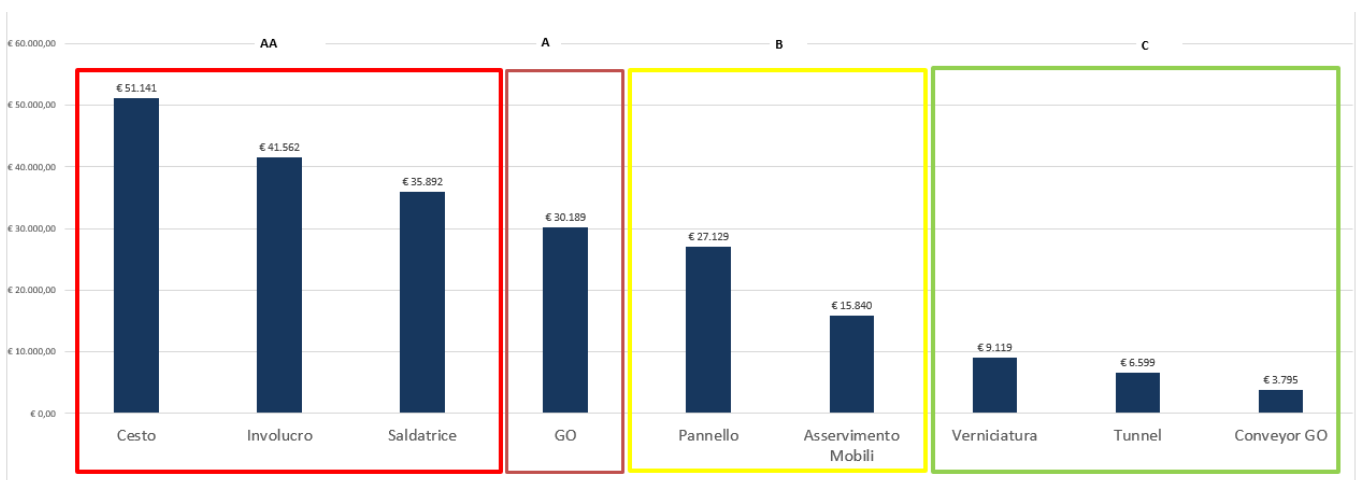


Figura 4.2.1 - Diagramma di Pareto

Nel diagramma sono state riportate tutte le linee che compongono il plant in ordine decrescente rispetto ai costi che le stesse hanno causato nel corso del precedente anno.

Dal grafico, risulta immediato che l'area di maggior criticità è rappresentata dalla linea Cesto, ed è pertanto questa la miglior candidata come area di espansione della metodologia WCM.

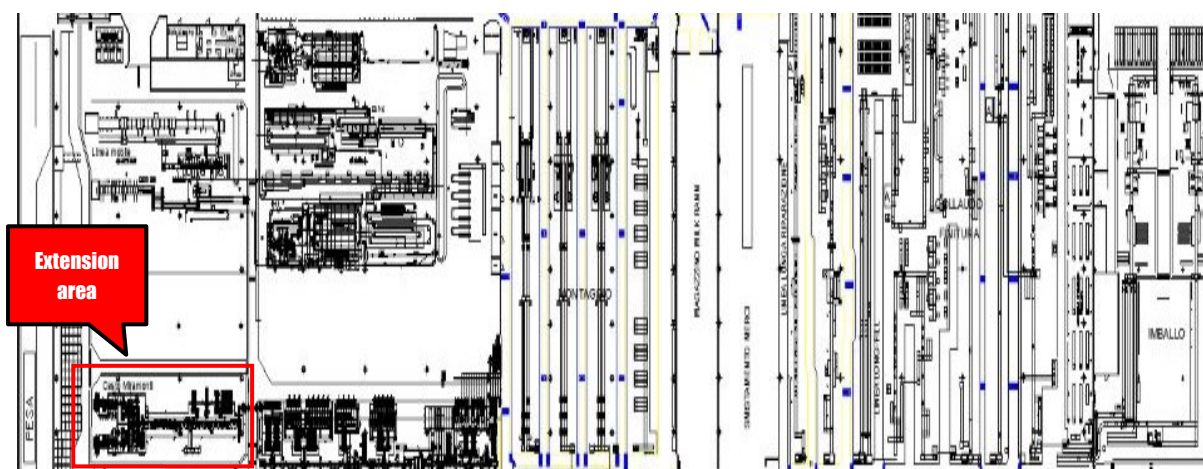


Figura 4.2.1 - Mappa del plant di Comunanza

4.3 KPI e KAI utilizzati

Prima di illustrare il lavoro svolto, è bene fare una panoramica sui KPI e KAI che verranno trattati nei prossimi capitoli.

KAI	KPI
Red Tag	OEE
EWO Managed	MTTR
Quick Kaizen	MTBF
SMP	Stratificazione dei Breakdown
MP Info	Breakdown per mancanza di manutenzione

Figura 4.3.1 - Elenco dei KAI e KPI utilizzati

4.3.1 KAI: Red Tag

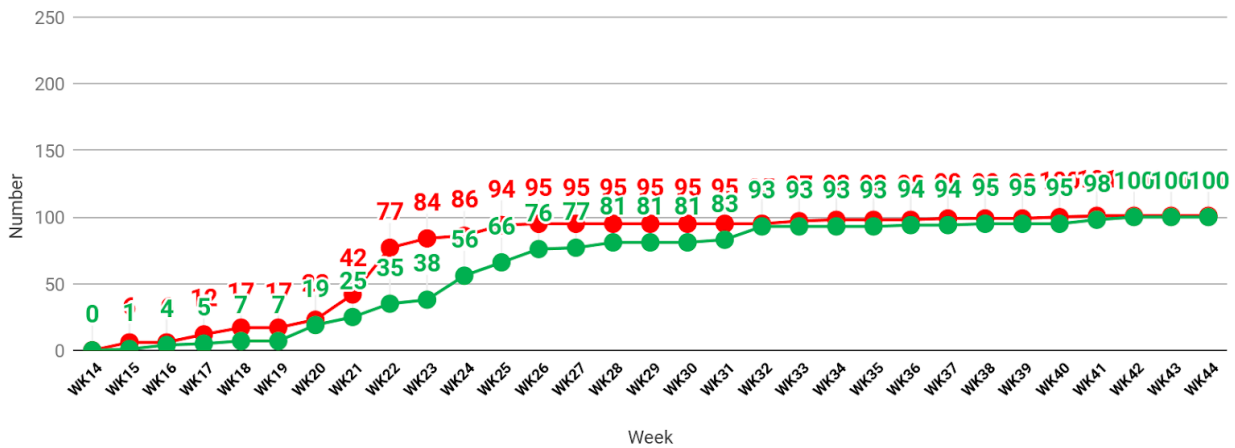


Figura 4.3.1.1 - Andamento dei Red-Tag

I “Red Tag”, altro non sono che semplici cartellini di colore rosso attraverso i quali vengono identificate zone potenzialmente critiche.

Nel grafico, possiamo notare in rosso il numero di red-tag applicati ogni settimana, mentre in verde possiamo osservare quanti di questi tag aperti, sono stati valutati fino a quel momento.

4.3.2 KAI: EWO Managed

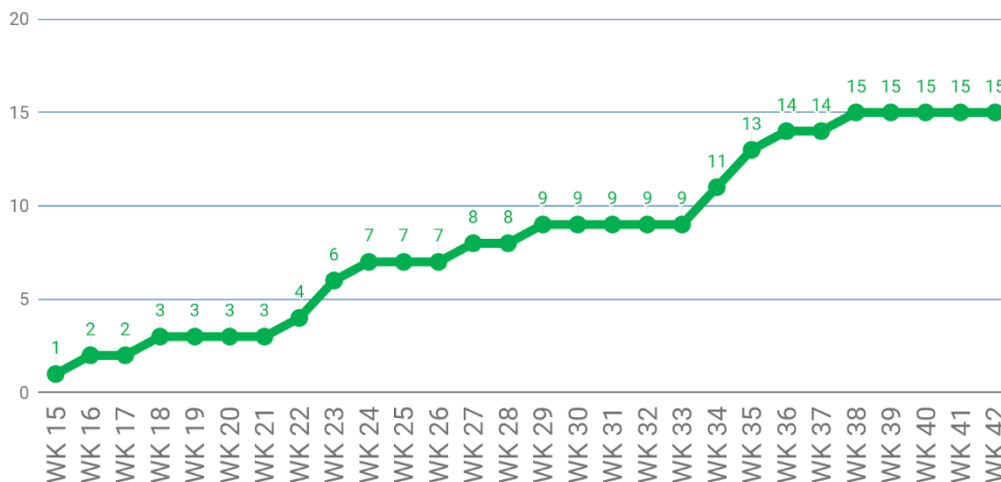


Figura 4.3.2.1 - Andamento delle EWO gestite

Una EWO è il punto di partenza per le attività di miglioramento in ambito manutentivo, laddove si voglia passare da una manutenzione a guasto ad una di tipo preventivo / predittivo. Sebbene lo strumento sia molto utile in quanto coinvolgono anche gli operativi di stabilimento, è importante saperlo utilizzare in modo efficace e per un utilizzo efficace, è indispensabile un’adeguata formazione. Scopo di una EWO, è quello di:

- raccogliere informazioni riguardanti i guasti per poter misurare gli indicatori tipici della manutenzione (MTBF, MTTR)
- analizzare i guasti durante gli “EWO Meeting” per trovare le cause radice e definire le contromisure adatte ad eliminare completamente tali cause

Possiamo immaginare l’attività di compilazione di una EWO come suddivisa in 4 fasi.

1. **Fase 1: compilazione dati.**

Il manutentore si occuperà di compilare la parte alta del modulo riservata alla raccolta dei dati per il successivo calcolo dei KPI (quali ad esempio l'orario di intervento, la durata e così via). Questo tipo di informazioni saranno necessariamente da compilare in parte al momento del guasto ed in parte al termine dell'intervento.

2. **Fase 2: descrizione del fenomeno.**

La seconda parte è quella che aiuta il manutentore a descrivere il fenomeno responsabile del guasto. Lo strumento a cui il modulo fa riferimento, è che è già stato introdotto nella trattazione nei precedenti capitoli, è quelli dei 5W+1H.

Questo approccio, guida il manutentore portandolo idealmente a comprendere da solo quelle che sono le cause del fenomeno senza perdere di vista alcun elemento importante. La riparazione di un guasto infatti, in un contesto in cui letteralmente "il tempo è denaro", porta con sé urgenza e pressioni emotive. Questa condizione va a discapito della lucidità e della concentrazione della persona che potrebbe avere problemi nel fare mente locale su quelle che sono tutte le informazioni che potrebbero essere raccolte a supporto delle successive analisi.

3. **Fase 3: analisi delle cause e verifica in campo.**

Questa fase viene fatta dopo il ripristino dell'impianto, quando la pressione dovuta alla necessità di una rapida ripartenza della produzione si è ormai allentata e si sono raccolte informazioni non soltanto sul fenomeno, ma anche su che cosa è stato fatto per far ripartire l'impianto.

Whirlpool		Emergency Work Order					
Maintenance Operator(s):		Plant:	Line:	Equipment:	Date:	EWO Code:	
RECORD OF INTERVENTION				5W+1H ANALYSIS			
Time Break occurred:	Wait (min):	Diagnosis:	WHEN	Which product was processed?			
Sparepart search(min):	Repairing (min):	Startup (min):	WHEN	When problems are developing?	<input type="checkbox"/> During Startup <input type="checkbox"/> During Shutdown <input type="checkbox"/> Machine Working <input type="checkbox"/> Changeover <input type="checkbox"/> Setup <input type="checkbox"/> Shift Change		
Intervention ended:	Type: <input type="checkbox"/> Mech. <input type="checkbox"/> Electric <input type="checkbox"/> Electronic <input type="checkbox"/> Pnc. <input type="checkbox"/> Hyd. <input type="checkbox"/> SW		WHERE	Which parts of a machine or product, the problem occurs?			
BREAKDOWN DESCRIPTION (TEXT & SKETCHES)				WHO	Was the operator new to that work?		
				WHICH	Failure was preceded by any symptom (vibration, noise)? Disorder came by any specific condition?	<input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/> YES Which?	
				HOW	What are the implications for the functionality of the device? (Considering the optimum condition)		
				PART TO FILL ALONG WITH OPERATOR			
				DESCRIPTION of ACTIVITIES			
LIST OF POSSIBLE CAUSES				VERIFICATION OF POSSIBLE CAUSES (OK = true reason)			
A.				A.		NOK	OK
B.				B.		NOK	OK
C.				C.		NOK	OK

Figura 4.3.2.2 - Template EWO, Pag 1

Whirlpool		Emergency Work Order				ROOT CAUSES FAMILIES					
5WHYS ANALYSIS						ROOT CAUSES FAMILIES					
1st Why	Dependent 1	Dependent 2	Dependent 3	Dependent 4		Deterioration		Excessive Stress			
2nd Why						LACK OF BASIC CONDITIONS	FAILURE TO RESPECT OPERATIONAL CONDITIONS	LACK OF MAINTENANCE	INSUFFICIENT SKILLS	DESIGN WEAKNESS	EXTERNAL INFLUENCES
3rd Why						AM missing	Standard missing	PM missing	Error by Operator	Specifications missing	Supplies/Parts defective
4th Why						AM poor	Standard neglected	PM poor	Error by Maintenance Technician	Specifications wrong	Raw material defective
5th Why						AM neglected	Standard neglected	PM neglected		Specific Inadequate Conditions	Problem to service requester
COUNTERMEASURES						COUNTERMEASURES					
						AM	PO	PM	PO	FI	FI
Actions for conservation	A1.										
	A2.										
	A3.										
	A4.										
	AM.					AM standards					
Actions against the root cause	FT.						Focus Training Std Procedure				
	SM.							Focus Training Std Procedure Skill Matrix Revision			
	PM.							PM Calendar			
	DR.								Design Revision		
	AS.									Action vs Suppliers	
	PL.										Part Maintenance
Analysis executed by:		Verified by:		Signature:		Closure Date:					

Figura 4.3.2.3 - Template EWO, Pag 2

Il manutentore che è intervenuto sarà la figura chiave dell'analisi, che non potrà tuttavia portare avanti in totale autonomia. È infatti molto importante che ci sia qualcun altro che possa aiutarlo. Possiamo suddividere il supporto di cui l'operatore necessiterà, in 3 aree principali:

- **Tecnica:** sulla base delle sue competenze, ci sarà bisogno di coinvolgere altre figure tecniche che siano complementare alla sua in modo da poter anche offrire prospettive diverse. Ad esempio si potrebbe coinvolgere un manutentore elettrico qualora chi è intervenuto fosse di background prettamente meccanico, piuttosto che si coinvolgere l'ingegnere di processo laddove servisse comprendere meglio il funzionamento dell'impianto.
- **Metodologica:** uno scoglio mentale molto difficile da superare, è quello di non fermarsi alla prima causa trovata e di non arrivare alla soluzione che già si aveva in testa. Per raggiungere questo scopo, il team incaricato di svolgere l'analisi coinvolgerà una persona con esperienza circa l'applicazione dello strumento e che abbia chiari in mente i passi da compiere.
- **Di approccio:** sebbene l'attività sia prettamente tecnica e certamente vengono richieste determinate conoscenze, potrebbe talvolta essere utile coinvolgere una figura non tecnica, in genere qualcuno che non conosce ancora il funzionamento dell'impianto. Da un lato di otterrà lo scopo di aiutarlo nella propria formazione, dall'altro sarà lui la persona che farà le domande "banali", ovvero quei quesiti che potrebbero ispirare altri membri del team a trovare la miglior soluzione dopo averli distolti da una visione pre-concettuale del problema.

4. Fase 4: definizione della causa radice e delle azioni per eliminarla

Quest'ultima fase dell'analisi EWO è conseguenza diretta delle fasi precedenti. Una volta ultimata in modo opportuno la verifica operativa delle cause identificate, sarà più facile arrivare a definire le cause radice del guasto. Le persone coinvolte in questo caso saranno le stesse che hanno fatto l'analisi.

Le EWO verranno quindi salvate in un database nel quale verranno riportati i dati necessari al calcolo dei relativi KPI.

Numero della EWO	Data BO (gg/mm/aa)	Linea	Stazione	Classificazione Macchina	Una voce del Breakdown (-, !, : ...)
E1	1/9/2019	MOBILE	1° banco tranciatura	AA	8:10
E2	5/14/2019	MOBILE	Imp Dinamica gannellino	AA	8:15
E3	1/14/2019	SALDATRICE SARES	Stazione 71	AA	7:30
E4	1/18/2019	SALDATRICE SARES	Stazione 81	AA	11:00
E5	1/21/2019	CESTO NP	Intera linea	AA	8:00
E6	1/28/2019	SALDATRICE SARES	Stazione 91	AA	18:13
E7	2/4/2019	CESTO NP	Trasferit. centrale a singola 2° tratto	AA	8:30
E8	2/14/2019	COLLAUDO	Tronca collaudo C1	C	7:30
E9	2/20/2019	SALDATRICE SARES	Stazione 12	AA	13:45
E10	2/28/2019	MOBILE	1° pressa	AA	12:00
E11	3/1/2019	GO NP	handling carico vasche da contenitori	A	13:45
E12	3/1/2019	GO NP	Staz. carico ammortizzatori / ins. Spine	A	19:30
E13	3/11/2019	CESTO NP	Portale alimentazione saldatrice	AA	11:30
E14	3/18/2019	GO NP	Staz. carico ammortizzatori / ins. Spine	A	10:00
E15	3/18/2019	SALDATRICE SARES	Stazione 52	AA	20:10
E16	3/28/2019	MOBILE	Imp Dinamica 12° stazione	AA	8:48
E17	4/1/2019	MOBILE	Stazione 12	AA	19:00
E18	4/4/2019	SALDATRICE SARES	Stazione 70 pinza DX	AA	18:45
E19	4/9/2019	CESTO NP	Trasferit. centrale a singola 2° tratto	AA	14:00
E20	4/9/2019	MOBILE	Stazione 12	AA	18:15
E21	4/18/2019	GO NP	Stazione 1	A	9:15
E22	4/17/2019	SALDATRICE SARES	Stazione 41	AA	11:47
E23	4/18/2019	CESTO NP	handling collaudo finale / riparazione	AA	18:30
E24	4/30/2019	CESTO NP	Trasferit. centrale a singola 2° tratto	AA	8:30
E25	5/9/2019	SALDATRICE SARES	Trasferit.	AA	7:00
E26	5/21/2019	MOBILE	Linea di taglio	AA	8:10
E27	5/28/2019	CESTO NP	Staz. 180	AA	8:00
E28	6/4/2019	CESTO NP	stazione 220 fangatura cesto	AA	8:00
E29	6/4/2019	CESTO NP	Staz. 340 bonellatura fangia anteriore	AA	11:00
E30	6/6/2019	GO NP	Inserimento Vasca	A	10:40

Figura 4.3.2.4 - Database delle EWO

4.3.3 KAI: Quick Kaizen

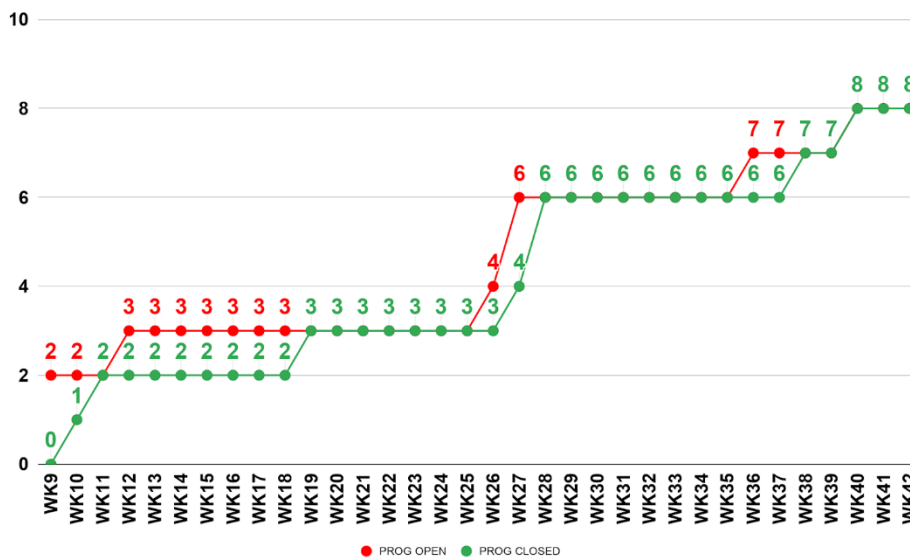


Figura 4.3.3.1 - Andamento dei Quick Kaizen

Il Quick Kaizen è un metodo che fa parte degli strumenti finalizzati a portare avanti attività di miglioramento per la riduzione degli sprechi. Il metodo è basato sul ciclo PDCA, in questo modo è possibile ottenere risultati in modo sistematico tramite piccoli e incrementali cambiamenti.

Il nome “Quick” è usato poiché con questo tipo di Kaizen ci si riferisce a piccoli progetti migliorativi che possono essere realizzati in tempi brevi (solitamente 2\3 giornate).

In genere, un Quick Kaizen viene attuato laddove:

- Ci sono sprechi ovi e già identificati in una certa area o produzione
- Lo scopo e i confini del problema sono già chiaramente definiti
- I dati già disponibili
- Si ha bisogno di risultati immediati

Non è quindi adatto per progetti complessi, per i quali invece si ricorre ad altri strumenti come lo Standard Kaizen.

In particolare, possiamo dire che l'approccio Kaizen porti alcuni vantaggi tra cui:

- Elimini i costi legati agli sprechi
- Migliori l'efficienza delle operazioni a valore aggiunto innalzando la qualità del prodotto e riducendo i costi di produzione
- Velocizzi il cambiamento in quanto minimizzi i tempi di realizzazione
- Ottimizzi i metodi
- Coinvolgi le persone che lavorano direttamente sul processo

Oltre ai classici Quick Kaizen, abbiamo anche altri tipi di Kaizen:

- **Standard:** richiedono un effort di circa una settimana
- **Major:** sono quei progetti la cui durata arriva ad alcuni mesi
- **Advanced:** molto rari, richiedono l'impiego di strumenti avanzati come il six sigma, vengono usati solo se gli altri tipi di kaizen non hanno dato i frutti desiderati

The image shows a handwritten 'QUICK KAIZEN' form. At the top, it says 'Whirlpool' and 'Project Name: COMUNANZA'. The form is divided into four main sections:

- PROBLEM DESCRIPTION:** Describes an electrical issue with St. 31 cables on a MIG welder, causing vibrations and a short circuit. Includes a diagram of a cable connection labeled 'ASPIRA TRAVAR-FILO' and 'ANZA COSTA CON CABBAGNATO/USURA CAVI ELETTRICI'.
- DESCRIPTION OF THE SOLUTION:** Describes the use of a 'Pongolo' (a type of cable) to prevent interference between the cable and the electrical cables. Includes a diagram of the 'PONGOLO' and a note 'I CAVI PONGOLO ACCLAMATI A NOI SONO PIU' SICURI'.
- STANDARDIZATION:** States that the solution is being implemented on St. 31 and St. 32 welders to prevent future issues.
- VERIFY SOLUTION:** States that no further issues (BD) were observed after implementing the solution.

At the bottom, there is a table with the following data:

Project Leader	Starting Date	Phase of Implementation	Completion Date	Costs	Benefits	Results	Quality Cost	Verification
DATI ANI				10 €	169 €		169	

Figura 4.3.3.2 - Esempio di Quick Kaizen

Il grafico riporta il numero di Quick Kaizen aperti (in rosso), ed il numero di Quick Kaizen completati (in verde).

4.3.4 KAI: SMP

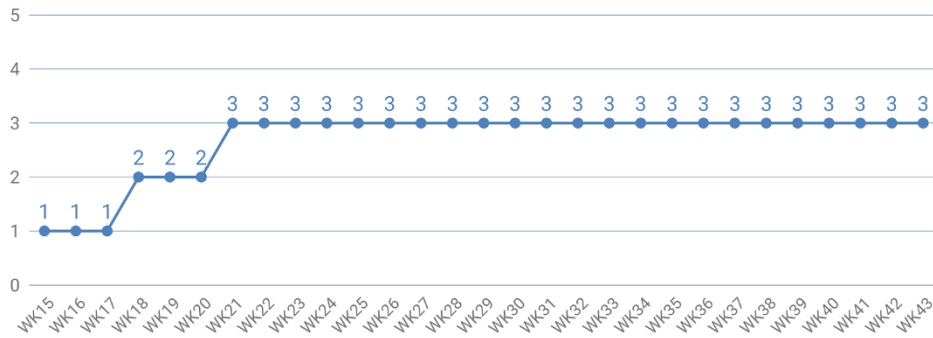


Figura 4.3.4.1 - Numero di SMP create

Con il termine SMP, si intendono le procedure standard di manutenzione o, appunto, Standard Maintenance Procedure.

Il tool descrive la procedura corretta per eseguire attività manutentive di routine, per tale motivo gli interventi che maggiormente si prestano ad essere illustrati sono quelli di manutenzione basata sul tempo (TBM).

Ogni operazione che compone la procedura, viene illustrata con un disegno o foto seguita da un'accurata descrizione del compito stesso.

Le seguenti immagini, illustrano la struttura di una SMP.

Whirlpool STANDARD MAINTENANCE PROCEDURE						XYZ		
Factor: Cassinetta Ref			SAP CODE:					
Location	Area	Machine	Subgroup	Components	S/N of Machine	Responsible		
Cassinetta REF	PP	COMI 1	TERMOFORNITORE	OR		Maintenance		
Time Based Maintenance								
<input type="checkbox"/> Electrical <input checked="" type="checkbox"/> Mechanical <input type="checkbox"/> Fluidics <input type="checkbox"/> Cleaning <input type="checkbox"/> Lubricant <input type="checkbox"/> Inspection								
Eqmnt State	Activity					Spare parts:		
OFF	Substitution OR for collector group of H2O					OR		
# Operator						0	Duration [min]:	32
# Maintenance						1	Frequency:	2 Months
PPEs							Tools:	
						Specific key		

Figura 4.3.4.2 - Prima parte di una SMP, informazioni generali

1. Indica il luogo in cui avverrà l'attività
2. Indica se, durante l'attività, la macchina dovrà essere accesa o spenta
3. Numero di operatori necessari per l'attività
4. Numero di manutentori necessari per l'attività
5. PPE, ossia quali protezioni personali sono obbligatori per svolgere l'attività in sicurezza
6. Descrizione dell'attività
7. Tool necessari ad implementare l'attività
8. Frequenza dell'attività

9. Durata dell'attività
10. Codici SAP relativi ai componenti di ricambio da utilizzare
11. Tipologia di attività manutentiva
12. Codice SAP dell'attività manutentiva
13. È un numero unico e progressivo che identifica univocamente la SMP

Il documento prosegue indicando con foto e/o disegni, il punto esatto in cui deve avvenire l'intervento.

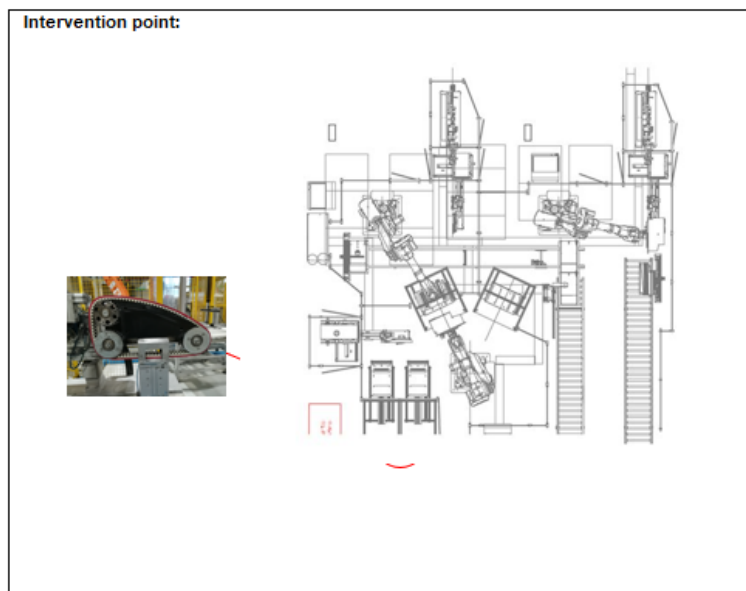


Figura 4.3.4.3 - Seconda parte di una SMP, punto di intervento

Nell'ultima parte del documento, viene descritta la procedura da eseguire, avvalendosi come detto, si foto, disegni e descrizioni.



1	2	3
Step:	Description:	Time:
1	Spegnere la macchina (SOP spegnimento macchina)	2
2	Allentare la vite 	2
3	Rimuovere il copri puleggia esterni A 	3

Figura 4.3.4.4 - Ultima parte di una SMP, descrizione dell'intervento

1. Sequenza delle attività
2. Descrizione dell'attività
3. Tempo necessario a completare ogni step dell'attività

4.3.5 KAI: MP Info

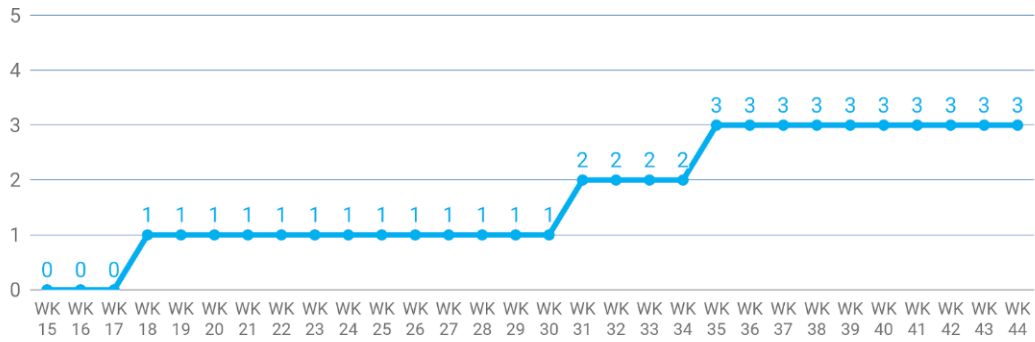


Figura 4.3.5.1 - Numero di MP Info create

Una volta individuate le cause di un guasto, bisogna fare in modo che questo non si ripeta più. Un modo affinché questo proposito avvenga, è attraverso le MP Info, ossia una scheda in cui sono riportate le informazioni necessarie a prevenire il possibile intervento manutentivo.

Maintenance Prevention Information (MPI)			Whirlpool	
DATE: 21/05/2018	MPI TITLE: Shortcircuit prevention on Welding SAFES	CREATOR (EMAIL):	EEM LOCAL PILLAR LEADER:	MPI CODE: CDM-2018021-01
Propose as Best Practice?	DESIGN FOR	BENEFIT CATEGORY		GENERATING METHODOLOGY
PROFESSIONAL MAINTENANCE	Reliability design	Production losses		PM
PLANT		AREA	PROCESS	ASSET TYPE
Comanassa Lab - CDM		FP_Metal_Assembly	Cabinet Line	Safety SAFES
PROBLEM			SOLUTION	
Problem Description			Solution Description	
The station of MG welding of SAFES line (ST 31) during the working process is subject to vibrations due to the motor feeder, this causes the usage of electric wires and a concrete chance of breakdown due to shortcircuit			Maintenance applied a modification to the motor feeder cabinet, in order to avoid the usage of electric wires. It was modified the cabinet, positioning a cover that covered the usage of wires	
PROBLEM DESCRIPTION (SW+1H)			BENEFIT/COST	
WHAT	In Substation SAFES, welding each kind of WIRE WRM	MAIN BENEFIT	COST OF IMPLEMENTED SOLUTION	
WHEN	During normal machine cycle	UNIT: Direct Manpower (hours/year)	€ 10	
WHERE	Welding MG, St. 31	ENTITY: 2		
WHO	Usual operator	UNIT:		
WHICH	No symptoms shown	ENTITY:		
HOW	Shortcircuit in general electric panel	OE DEPARTMENT / OFFICE DESTINATION		
		DEPARTMENT	OFFICE	
		Metal Processes	New Projects Planning	
CHECKLIST PROPOSALS (filled by the local pillar)				
EEM CHECKLIST QUESTION:		DESIGN FOR	APPLYING STEP	
		Autonomous maintainability design	Step 5 - Installation	
EEM CHECKLIST QUESTION:		DESIGN FOR	APPLYING STEP	
		Autonomous maintainability design	Step 6 - Total Production	
EEM CHECKLIST QUESTION:		DESIGN FOR	APPLYING STEP	
		Autonomous maintainability design	Step 6 - Total Production	

Figura 4.3.5.2 - Esempio di MP Info

4.3.6 KPI: Breakdown per mancanza di manutenzione

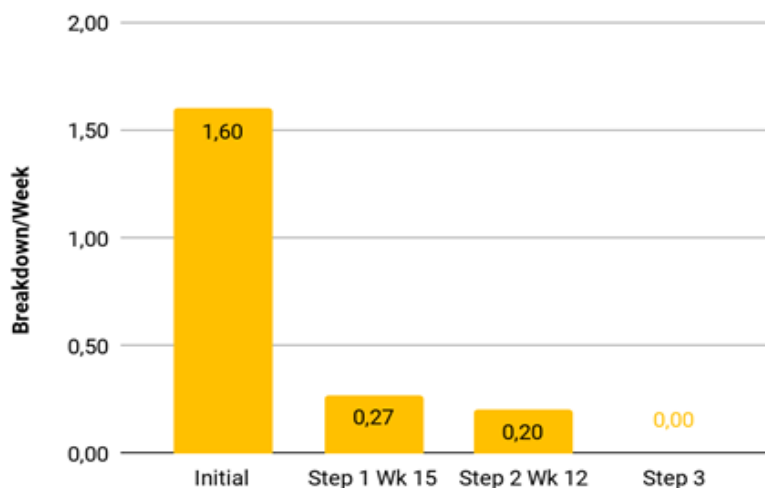


Figura 4.3.6.1 - Esempio di andamento dei Breakdown settimanali causati da mancanza di manutenzione

In questo grafico, l'indicatore rappresentato mostra l'andamento dei guasti settimanali causati dalla mancanza di manutenzione, partendo da uno stato iniziale (in cui la metodologia WCM non era ancora operativa) e confrontandolo poi coi i progressi nel corso dell'implementazione dei diversi step della Professional Maintenance.

4.3.7 KPI: Stratificazione dei breakdown

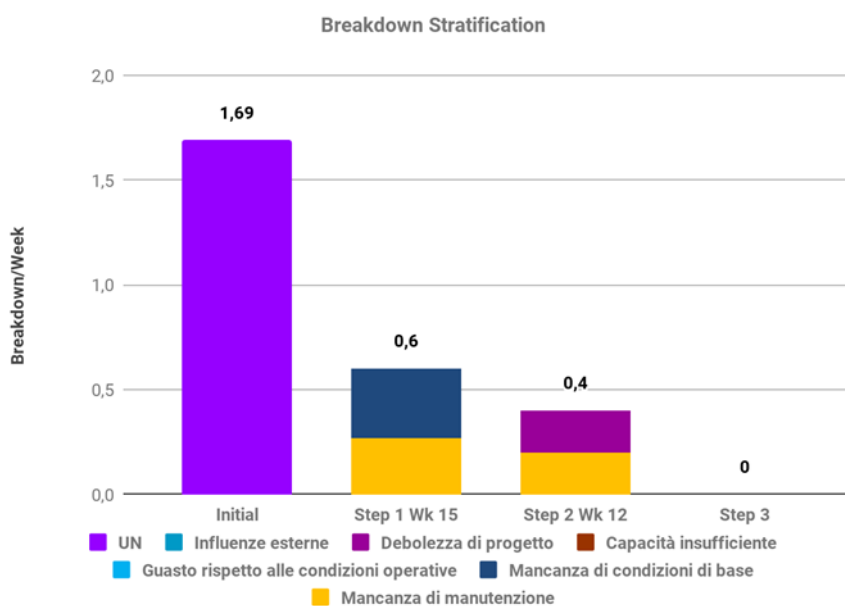


Figura 4.3.7.1 - Stratificazione dei guasti

Considerando i breakdown per settimana lungo i vari step di implementazione del pilastro di Professional Maintenance, è utile scomporre tali guasti nelle cause principali che li hanno generati. In questo modo è possibile capire meglio il fenomeno ed attuare le contromisure più indicate.

Alcune possibili cause, come riportato, possono essere:

- Influenze esterne
- Debolezze di progetto
- Capacità insufficiente
- Mancanza di condizioni base
- Mancanza di manutenzione

4.3.8 KPI: MTTR ed MTBF

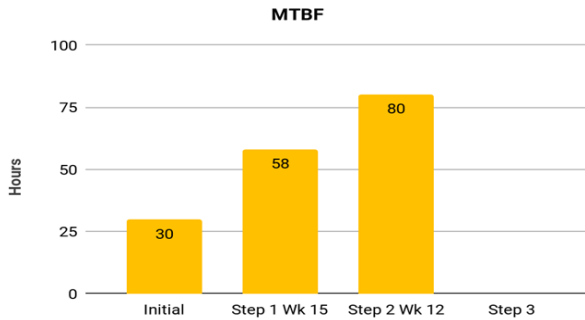


Figura 4.3.8.1 - Mean Time Between Failure, MTBF

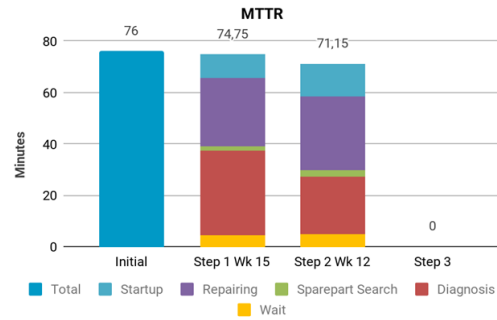


Figura 4.3.8.2 - Mean Time To Restoration, MTTR

Il Mean Time Between Failure (MTBF), indice calcola il tempo medio tra due guasti successivi, ed il Mean Time To Restoration (MTTR), intervallo di tempo in cui l’impianto è indisponibile a causa di un guasto, sono già stati trattati nei precedenti capitoli.

Essi vengono calcolati attraverso le seguenti formule:

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

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

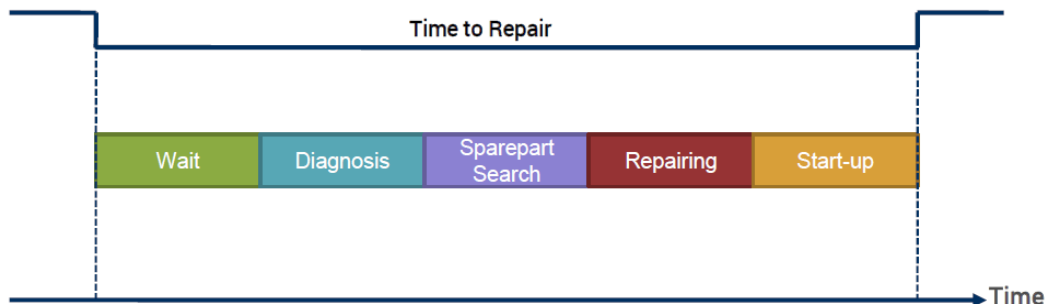


Figura 4.3.8.3 - Stratificazione del Time To Repair

4.3.9 KPI: OEE

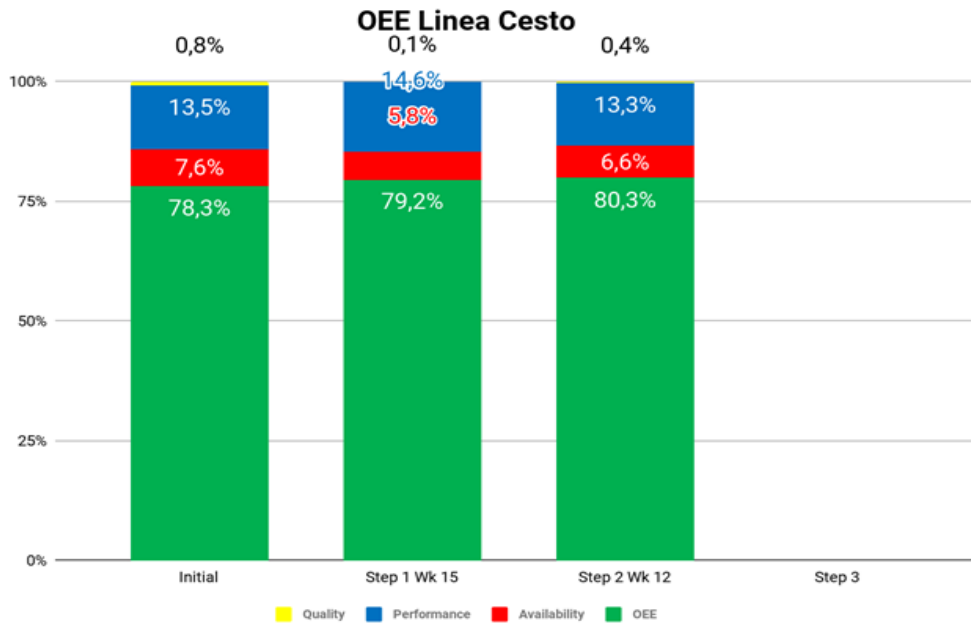


Figura 4.3.9.1 - Grafico dell'Overall Equipment Effectiveness (OEE)

L'OEE (Overall Equipment Effectiveness) è una metrica per il monitoraggio e il miglioramento dell'efficienza dei processi di produzione (es. macchine, celle, linee di assemblaggio, ecc.). Questo indicatore è semplice, pratico e potente poiché va a prendere le fonti più comuni di perdita di produttività manifatturiera e le colloca in tre categorie secondo cui le analizza. Tali categorie sono:

- Disponibilità
- Prestazione
- Qualità

In questo modo, riesce a misurare la vera efficienza della produzione aiutando a migliorare la produttività.

$$\text{OEE} = \frac{\text{Pezzi buoni prodotti}}{\text{Numero potenziale di produzione}}$$

$$\text{Numero potenziale di produzione} = \frac{\text{Running Time}}{\text{Cycle Time}}$$

Dove il "running time" è il tempo totale in cui la macchina dovrebbe funzionare per soddisfare la domanda come pianificato.

Prima di definire altre formule, è importante capire quali perdite possiamo avere e di cosa abbiamo bisogno, in termini di raccolta dati, relativamente a tali perdite:

- Guasti
- Avvio/Spengimento
- Perdite a monte/a valle

- Interruzioni minori
- Perdite di velocità
- Scarti e rielaborazioni

Tali perdite, andranno ad incidere su tre diversi fattori, che sono:

- Availability (disponibilità)
- Performance (prestazioni)
- Quality (qualità)

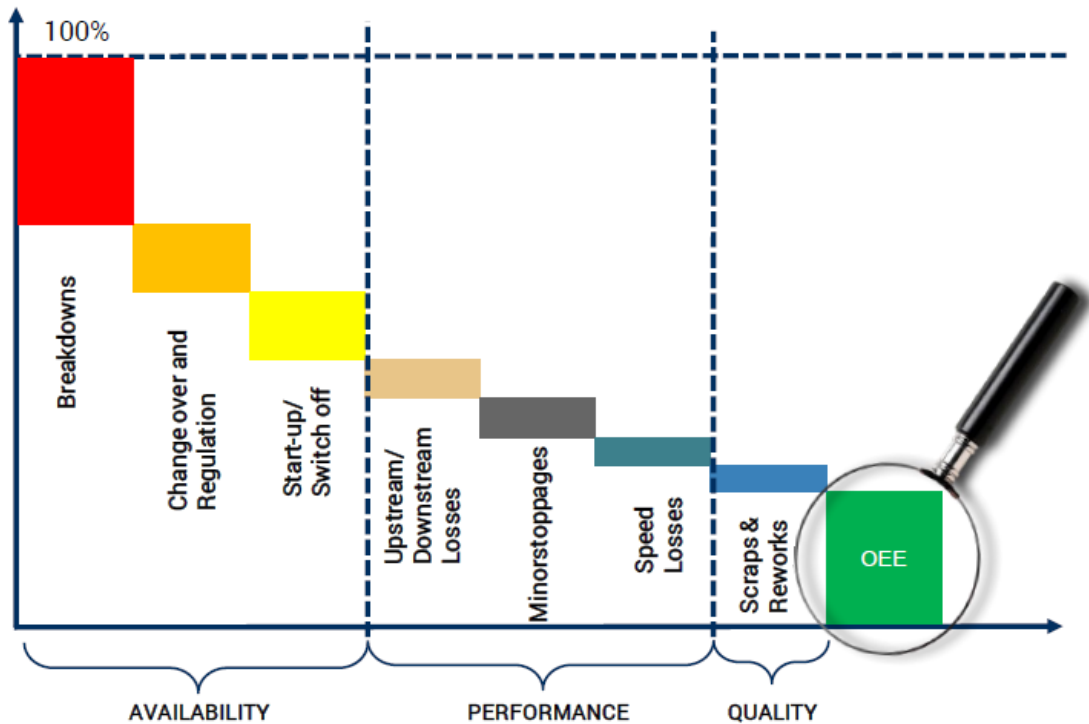


Figura 4.3.9.2 - Relazione tra le perdite e l'OEE

Formula precedentemente proposta per il calcolo dell'OEE, è nota come formula "standard" e misura l'efficacia complessiva delle apparecchiature.

Per quanto riguarda i tre fattori principali invece, possiamo dire che:

- La formula del tasso di disponibilità (**Availability**), tiene conto delle perdite di tempo non pianificate (eventi che interrompono la produzione pianificata per un periodo di tempo apprezzabile)
- La formula del tasso di performance (**Performance**), tiene conto delle perdite gestionali (fattori che fanno funzionare il processo a una velocità inferiore alla massima velocità possibile)
- La formula del tasso di qualità (**Quality**): tiene conto delle perdite di qualità (perdite da parti prodotte che non soddisfano i requisiti di qualità)

Esprimendo l'OEE attraverso questi tre fattori, otteniamo:

$$OEE = Availability \times Performance \times Quality$$

Procediamo quindi a capire come i tre parametri sono composti.

Availability

$$\text{Availability} = \frac{\text{Available Time [min]}}{\text{Running Time [min]}}$$

Il Running Time è espresso come:

$$\text{Running Time [min]} \quad (\text{Usage time of the machine}) = \text{Potential Availability} - \text{Planned Down Time}$$

- Potential Availability (Disponibilità potenziale), è l'orario di lavoro del turno (Numero di minuti in un turno)
- Planned Down Time (Tempo di inattività pianificato), è tempo totale delle attività pianificate mentre la macchina non funziona ossia:
 - Manutenzione programmata: attività di manutenzione programmata
 - Macchina non utilizzata: La macchina non è necessaria
 - Sciopero/Incontro
 - Pranzo e Pausa
 - Fermo per mancanza di energia: La macchina non funziona per mancanza di energia ma non ci sono problemi nella macchina stessa
 - Training
 - Attività di AM quando la macchina è ferma
- Running Time (Tempo di esecuzione), è il tempo totale in cui la macchina dovrebbe funzionare per soddisfare la domanda come pianificato

Possiamo esprimere invece l'Available Time come:

$$\text{Available Time [min]} = \text{Running Time} - \text{Unplanned Down Time}$$

- Unplanned Dowd Time (Tempo di fermo non pianificato), è il tempo che la macchina non può produrre per motivi tecnici quali:
 - Ripartizione (>10')
 - Cambio/regolamento
 - Avviare
 - Spegnere
- Il Running Time (Tempo di esecuzione), è il tempo totale in cui la macchina dovrebbe funzionare per soddisfare la domanda come pianificato
- Mentre l'Available Time (Tempo disponibile), è il tempo totale in cui la macchina può funzionare se non ci sono down non pianificati

Performance

$$\text{Performance} = \frac{\text{Actual Production Time [min]}}{\text{Available Time [min]}}$$

L'Actual Production Time, è espresso come:

$$\text{Actual Production Time} = \text{Cycle Time} \times \text{All Produced Pieces} = \text{Available Time} - \text{Managerial Losses}$$

- Managerial Losses:
 - Guasti minori (<10')
 - Perdite di velocità
 - Perdite relative ad Upstream\Downstream
- Available Time (Tempo disponibile), è il tempo totale in cui la macchina può funzionare se non ci sono down non pianificati
- Actual Production Time (Tempo di produzione effettivo), è il numero di tutti i pezzi prodotti in termini di tempo (pezzi buoni + scarti/rilavorazioni)
- In caso di Perdite Gestionali, tutti i pezzi prodotti sono inferiori al numero potenziale di produzione perché le perdite gestionali riducono i tempi di produzione
- Il tempo di ciclo si riferisce al tempo di ciclo ideale di produzione

Quality

Quando si decide di fermare la macchina a causa di problemi di qualità, è necessario registrare il tempo impiegato per risolvere il problema come tempo perso a causa di problemi di qualità. Questo perché la macchina non è stata in grado di produrre a causa di un fermo. Al fine di evitare il problema del doppio conteggio della stessa perdita in rate differenti, sarà quindi necessario adeguare le formule di qualità e performance.

$$\text{Quality} = \frac{\text{Numero di pezzi conformi}}{\text{Numero di pezzi prodotti}}$$

Lost Time Due To Quality Problems (Tempo perso a causa di problemi di qualità), è il tempo in cui i pezzi non possono essere prodotti a causa di un intervento per problemi di qualità.

Ci sono 2 tipi di tempo totale speso a causa di problemi di qualità e dobbiamo registrarli separatamente come:

- Tempo totale speso a causa della regolamentazione
- Tempo totale speso a causa di un guasto

Facciamo un esempio: quando macchina inizia a produrre scarti, l'operatore si rende conto che il problema riguarda la regolamentazione. A questo punto, viene deciso di fermare la macchina per risolvere il problema. Il tempo speso sulla macchina provocherà inevitabilmente la perdita di produzione di alcuni pezzi. Tale perdita è chiaramente dovuta ad un problema di qualità. Il tempo verrà quindi registrato come tempo totale speso a causa della regolamentazione. Con questo metodo, possiamo identificare le nostre perdite in un modo migliore

OEE	67,37%		67,37%
Running Time	380		
Availability Losses = Unplanned Downtimes	70 min	70 min / 380 min	18,42%
Performance Losses = Managerial Losses	15 min	15 min / 380 min	3,95%
Quality Losses =	Scraps + Rework	6 x 1	
(Scraps x Cycle Time) + (Rework x Cycle Time) + Total	Total Time Spent	33	
Time spent due to quality issues		(33+6) / 380 min	10,26%

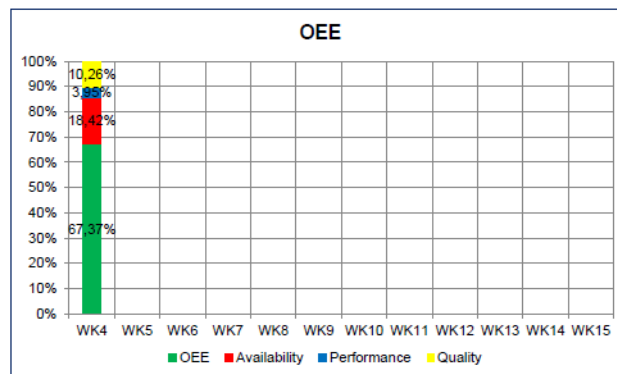


Figura 4.3.9.3 - Esempio di rappresentazione grafica dell'OEE

4.4 STEP 0: Attività preliminari

Le attività proposte nello step 0, sono chiamate “attività” preliminari poiché servono a creare le condizioni di lavoro migliori possibili in modo da poter poi iniziare con gli step più avanzati della metodologia.

In primo luogo, identifichiamo l’obiettivo dello step con la riduzione del MTTR, la quale viene perseguita andando ad agire su:

- Riduzione del tempo di ricerca dei ricambi (gestione più efficiente del magazzino)
- Riduzione del tempo di riparazione (gestione più efficiente dell’area di manutenzione)
- Riduzione del tempo necessario alla diagnosi (gestione più efficiente della documentazione)

Per farlo, è necessario svolgere alcune attività quali:

- Definizione delle procedure
- Gestione dei box di manutenzione
- Gestione dei ricambi
- Gestione dei lubrificanti
- Gestione di documenti e disegni

Il primo tool che si andrà ad utilizzare, è quello delle 5S, di cui si è parlato nei precedenti capitoli. Il 5S è una metodologia per il miglioramento del posto di lavoro sviluppata in Giappone. Si riferisce a Sort, Setin Order, Shine, Standardize e Sustain.

Definizione delle procedure

Innanzitutto, identifichiamo il **breakdown** (gusto) come un fermo macchina dovuto alla rottura o al malfunzionamento di un componente o software che deve essere sostituito o aggiornato.

Un fermo è definito “breakdown” se il ripristino delle normali condizioni operative necessita dell'intervento di personale specializzato (squadra di manutenzione) al fine di azzerare un parametro e/o effettuare un aggiustamento o sostituzione. La durata del fermo dovrà essere superiore ai 10 minuti.

Definiamo invece uno **stop minore** come un'interruzione dell'attrezzatura dovuta a un guasto o un errore nella movimentazione, elaborazione o assemblaggio automatici di parti o pezzi in lavorazione.

Un fermo è definito "minore" quando il ripristino delle normali condizioni operative richiede che un operatore reimposti un parametro e/o effettui una regolazione. Di solito, questo è sufficiente per superare l'arresto dell'attrezzatura, non sono necessarie sostituzioni di componenti ed il tempo di fermo è inferiore ai 10 minuti.

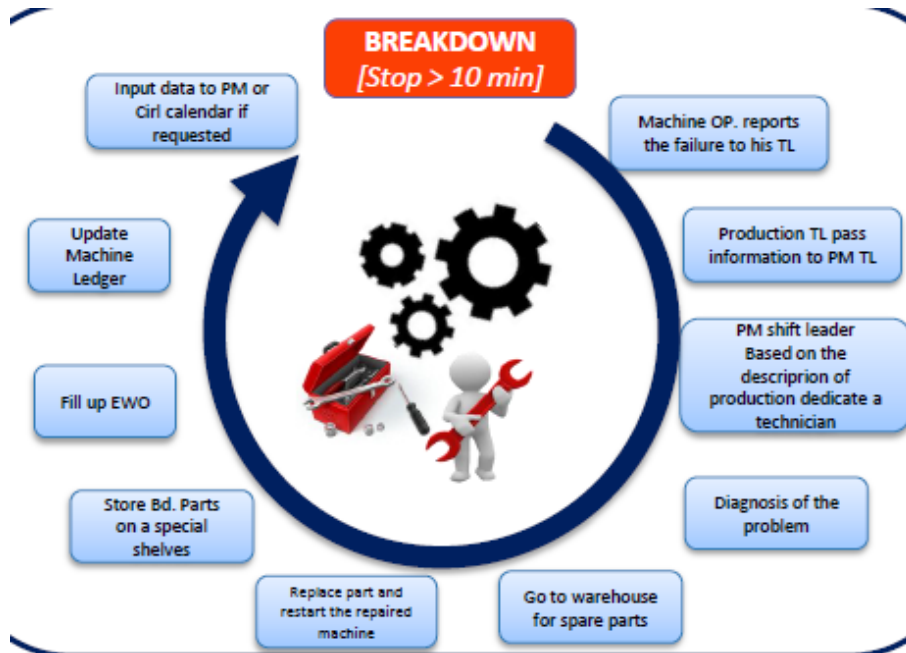


Figura 4.4.1 - Flusso di gestione di un breakdown

Gestione dei Box di Manutenzione

Per una corretta gestione del box di manutenzione, dobbiamo lavorare su queste aree:

- Box di manutenzione: area in cui sono presenti banchi di manutenzione, carrelli di manutenzione ed alcune attrezzature come perforatrici o macchine da taglio
- Officina attrezzi: L'area dove si effettuano lavori di manutenzione
- Casette degli attrezzi: carrelli di manutenzione e cassetta degli attrezzi per la manutenzione



Figura 4.4.2 - Box di manutenzione



Figura 4.4.3 - Carrello con cassetta per gli utensili di manutenzione

Gli obiettivi di questa attività sono:

- Ricerca veloce degli strumenti o di qualsiasi altro oggetto
- Ripristino rapido dell'ordine dopo un intervento di manutenzione
- Nessun danno a parti e apparecchiature
- Zero incidenti o “quasi incidenti”
- Gestione visiva della presenza/assenza di strumenti
- Condivisione delle attrezzature/strumenti più costosi con tutto il team di manutenzione
- Allineamento agli standard di pulizia e ordine del box di manutenzione
- Mantenere i risultati raggiunti senza azioni speciali

No	Problem	Consequences on
1	Disorder of tools	MTTR – Searching time
2	Inefficient tools (Ex: Electrical Extensions)	MTTR Safety
3	Stacked Materials	Safety
4	General Disorder (It is not possible to find the right tool)	MTTR – Searching time
5	Each maintenance team has their own tools and hardware	Maintenance Costs – Increase the number of tools bought

Figura 4.4.4 - Impatti di una gestione errata del box

Al fine di creare e mantenere un'area di lavoro comoda, efficiente e sicura è necessario utilizzare la Metodologia 5S con l'aiuto di tutti gli operatori. Dopo aver stabilito le regole, è necessario mantenerle con autonomia e responsabilità e standardizzare la cassetta degli attrezzi ed i carrelli personali in base al tipo di manutentore (meccanico, elettricista).

1. Separare (**Seiri**): rimuovere tutti i materiali non necessari dall'area e definire un responsabile per ogni area



Figura 4.4.5 - Seiri, separazione

2. Mettere in ordine (**Seiton**): definire un luogo specifico per ogni materiale, ognuno deve essere in grado di capire velocemente “dove, cosa, quanto” per eliminare i tempi di ricerca



Figura 4.4.6 - Seiton, mettere in ordine

3. Pulizia (**Seiso**): eliminare la polvere, le perdite, ecc. dall'area, ispezionare durante la pulizia per rilevare eventuali problemi



Figura 4.4.7 - Seiso, mantenere l'area pulita

4. Standardizzare (**Seiketsu**): definire le attività di pulizia ed ispezione (standard) necessarie per mantenere lo stato raggiunto dell'area

Opis	Wzrost	Waga	Temperatura	Prędkość	Wzrost	Waga	Temperatura	Prędkość
1. Wykonaj codziennie czyszczenie stanowiska zgodnie z instrukcją.								
2. Wykonaj codziennie czyszczenie stanowiska zgodnie z instrukcją.								

Opis	Wzrost	Waga	Temperatura	Prędkość	Wzrost	Waga	Temperatura	Prędkość
1. Wykonaj codziennie czyszczenie stanowiska zgodnie z instrukcją.								
2. Wykonaj codziennie czyszczenie stanowiska zgodnie z instrukcją.								

Figura 4.4.8 - Seiketsu, standardizzare

5. Mantenere (**Shitsuke**): rispetta le regole per mantenere e migliorare gli standard ed i risultati raggiunti. È possibile utilizzare delle check list ed eseguire audit interni



Figura 4.4.9 - Shitsuke, mantenimento

Gestione dei Ricambi

Una gestione errata dei ricambi crea problemi che hanno conseguenze sia sull'efficienza della manutenzione, che sulla sicurezza ed i costi di manutenzione, così come riportato in tabella.

No	Problem	Consequences on
1	Disorder spare parts and hardware	MTTR – Searching time MTBF – Assembly wrong component
2	Damaged parts due to the wrong storage to spare parts	MTTR – To find a anomaly during a test on the machine MTBF – When a partially damaged circuit board can be a problem
3	Stacked Materials	Safety
4	General Disorder	MTTR – Searching time
5	No required spare part because no procedure of reorder	MTTR – Waiting for spare part

Figura 4.4.10 - Impatti di una gestione errata dei ricambi

La gestione dei pezzi di ricambio e dei materiali ha un ruolo cruciale nel supportare la realizzazione dei lavori e garantire la disponibilità degli impianti. Una corretta gestione dei ricambi si basa su:

- Avere il componente in magazzino
- Fornire modi rapidi per acquistare pezzi di ricambio

Mentre, per massimizzare i livelli delle scorte di pezzi di ricambio:

- Utilizzare tecniche appropriate per prevedere le tendenze del titolo
- Accordi quadro con fornitori per l'acquisto di pezzi di ricambio con tempi di consegna brevi

Gli obiettivi della gestione dei ricambi saranno quindi:

- Garantire la disponibilità
- Garantire un basso livello di stock
- I pezzi di ricambio possono essere trovati in negozio entro 3 minuti

Le azioni da intraprendere per raggiungere gli obiettivi che ci si è posti, si possono riassumere come segue:

1. Riordinare le parti necessarie e non necessarie e mantenere il magazzino pulito
2. Stabilire una politica per la gestione dei pezzi di ricambio e classificarli
3. Individuare le zone in cui conservare i pezzi di ricambio e determinare la disposizione degli scaffali per i pezzi stessi

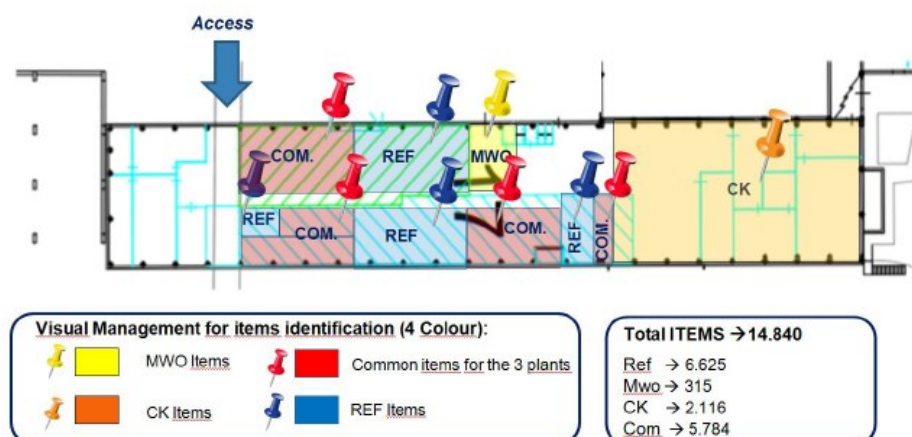


Figura 4.4.11 - Esempio di Layout del magazzino

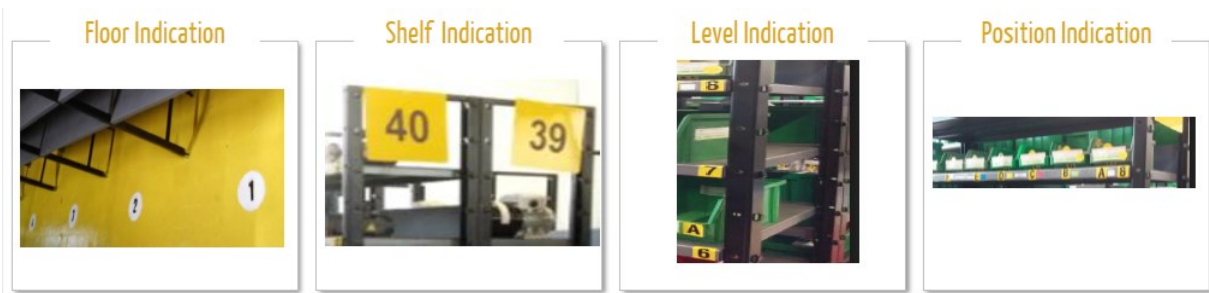


Figura 4.4.12 - Individuazione del componente in magazzino

- Determinare i pezzi di ricambio da conservare, la quantità ed i metodi di rifornimento



Figura 4.4.13 - Definizione delle quantità minime e massime

- Apporre un'immagine del layout comprensibile a visibile a tutti, che indichi la localizzazione delle parti e del contenuto delle scaffalature per capire a prima vista quali parti sono esaurite, quali sono state ordinate e per evitare confusione di parti.



Figura 4.4.14 - Visuale per tipologia di ricambio



Figura 4.4.15 - Codifica a colori del pavimento

- Acquistare parti di ricambio quando necessario, sincronizzandosi con TBM (Time Based Maintenance) e CBM (Condition Based Maintenance)
- Standardizzare il più possibile i pezzi di ricambio

Gestione dei Lubrificanti

La gestione dei lubrificanti comprende le attività di:

- Garanzia di conformità di sicurezza
 - Disponibilità di schede di sicurezza (MSDS) di oli e lubrificanti
 - Disponibilità di Kit Anti-perdite
- Acquisti, per i quali è necessario porre attenzione su:

- Specifiche delle lubrificazioni
- Criteri per l'acquisto
- Coinvolgimento di altre funzioni (pilastri AM, SICUREZZA e AMBIENTE)
- Pianificazione degli acquisti
- Valutazione del fornitore
- Verifica dei fornitori
- Servizi a valore aggiunto
- Stoccaggio
 - Magazzino dedicato
 - Etichettatura
 - Compiti basilari
- Gestione
 - Istruzioni di lavoro specifiche per creare un metodo standard
- Attrezzatura per la lubrificazione
 - Filtraggio
 - Unità di ispezione
 - Monitoraggio
- Monitoraggio delle condizioni dei lubrificanti
 - Controllare le condizioni del lubrificante
 - Olio e lubrificante devono essere puliti e asciutti
 - L'olio lubrificante deve essere controllato regolarmente come parte del programma di manutenzione
- Implementazione e formazione del sistema di lubrificazione
 - Opportuno training riguardo ai principi di lubrificazione, i motivi per lubrificare e come lubrificare
 - Gli oli devono essere classificati in base al codice colore
 - Bisogna utilizzare le etichette per identificare il tipo e la frequenza



Figura 4.4.16 - Esempio di buona gestione dei prodotti lubrificanti

Označenie	Popis	Farba
Prevodový olej Gear HST 150	Prevodovky	Blue
Prevodový olej Lube P 150	Prevodovky	Red
Hydraulický olej HLP 46	Hydraulické lisy - Ushape, Endcups, ...	Yellow
Hydraulický olej HLP 32	Branson	Green
Mazací olej Glide 220	Veľké Mossini, LEN 68, LE 250, Malé Mossini	Black
Mazací olej Glide 68	Manzoni	Blue
Mazací olej CASTROL Tribol	Lakovači dopravník	Black
Festo olej OFSW-32	Na mazanie pohyblivých častí vzduchových zariadení	Brown
Kompresorový olej CORENA D 46	Výševy	Orange
AG COOL B 522	Bubón Eureka	Yellow
Vasco 5000	Endcups, bubon Eureka, bubon LR, ...	Black
Vasco 1000	Veľké Mossini	Purple
Mazací olej CB 051	ERNEA	Pink
XIAMETER - PMX 200 350 CS	Výroba	Light Blue
XIAMETER - PMX 200 5000 CS	Teanenie nádrže	Dark Green

Figura 4.4.17 - Codifica dei lubrificanti per colore

Gestione dei Documenti e dei Disegni

L'obiettivo, è quello di trovare rapidamente i documenti ed i disegni in caso di necessità. Questo è possibile riposizionando tali documenti ogni volta nella medesima posizione. Al fine di evitare di commettere errori durante il riposizionamento dei documenti, si utilizzano suggerimenti visivi.

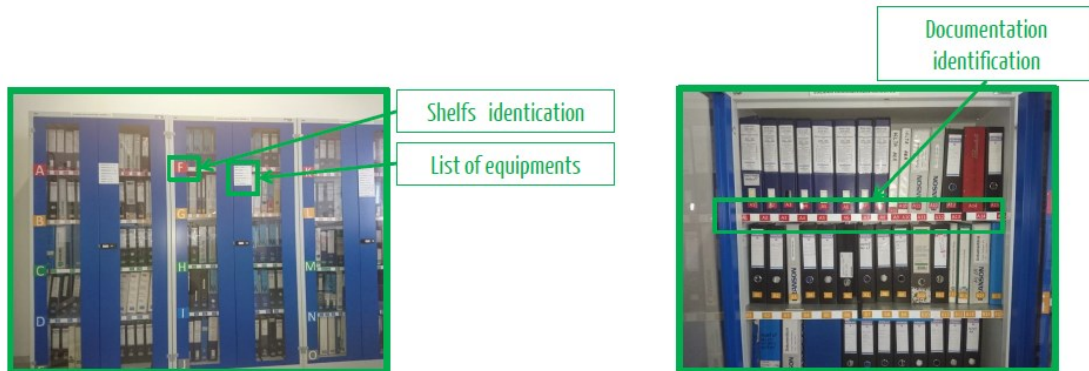


Figura 4.4.18 - Indicazioni visive per la collocazione dei documenti

In conclusione, possiamo dire che lo step 0 si differenzia dagli altri anche perché non abbiamo la possibilità di valutarne l'andamento attraverso il rapporto Costi/Benefici, ma è possibile avere informazioni circa l'andamento del miglioramento attraverso altri parametri come:

- Peso o Numero di utensili/ricambi obsoleti identificati
- Scaffali/area liberati
- Riduzione dei tempi di ricerca utensili/olii/documenti/ricambi

4.5 STEP 1: Eliminazione e prevenzione del deterioramento accelerato

Lo scopo dello step 1, è quello di:

- Garantire le condizioni di sicurezza per gli interventi di manutenzione
- Eliminare e prevenire il deterioramento accelerato
- Stabilizzare il tempo medio tra i guasti (MTBF) per poter stabilire gli standard giusti

Le attività da mettere in campo per raggiungere gli obiettivi, sono:

- Preparare la procedura e la mappa Lo-To
- Comprendere l'efficienza della macchina e valutare l'efficienza della macchina:
 - Numero di guasti (PM e totale)
 - Tempo medio di riparazione (MTTR)
 - Tempo medio tra i guasti (MTBF)
 - OEE
- Ripristinare le condizioni di base
 - Eliminazione e prevenzione del deterioramento accelerato grazie al supporto del pilastro AM per stabilizzare il tempo medio tra i guasti (MTBF)
- Segnalare guasti
 - Applicare il modulo EWO nell'analisi dei guasti
- Preparare il Machine Ledger e la classificazione delle componenti




	Description	Representation
Machine Ledger	È un documento che fornisce informazioni dettagliate su parti di macchine in termini di criticità, ubicazione, programmi di manutenzione, frequenza	
Lo-To Procedure & Map	Una procedura di sicurezza per garantire che le macchine siano correttamente spente e non possano essere riavviate prima del completamento dell'intervento di manutenzione	
Red Tag	Strumento di gestione visiva che evidenzia la presenza di anomalie o punti da migliorare	

Figura 4.5.1 - Principali strumenti utilizzati durante lo step 1

La Professional Maintenance, come detto, concentra il suo interesse sull'efficienza dei macchinari, che andremo a misurare avvalendoci di diversi KPI, come già spiegato nei precedenti capitoli.

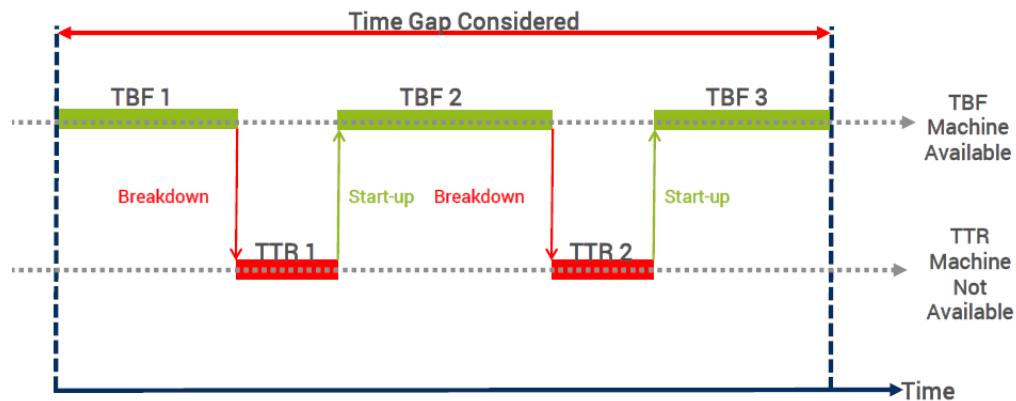


Figura 4.5.2 - Grafico della disponibilità delle macchine nel tempo

Indices	Measure	Calculation
Mean Time to Repair (MTTR)	Maintainability	$\frac{\text{Total Time to Repair}}{\text{Number of Breakdowns}}$
Mean Time Between Failures (MTBF)	Reliability	$\frac{\text{Planned Production Time} - \text{Breakdown Time}}{\text{Number of Breakdowns}}$
Overall Equipment Effectiveness (OEE)	Effectiveness	Availability * Quality * Performance

Figura 4.5.3 - Indicatori di Professional Maintenance

Lo scopo sarà sempre quello di abbreviare MTTR:

- Migliorare le competenze delle persone addette alla manutenzione
- Migliorare la gestione dei pezzi di ricambio
- Applicare 5S nell'area di lavoro

E di estendere l'MTBF:

- Mantenere le condizioni di base con il supporto di AM
- Seguire il piano di manutenzione ciclica per poi ripristinare i componenti danneggiati

- Analisi dei guasti corretta ed efficace
- Completamento del miglioramento della manutenzione per prevenire il ripetersi dei problemi
- Il corretto funzionamento delle apparecchiature (competenze degli operatori)

Procedura Lo-To

È una procedura di sicurezza che serve a garantire che le macchine siano correttamente spente e non possano essere riavviate prima del completamento dell'intervento di manutenzione.

La mappa serve per evidenziare visivamente i punti.

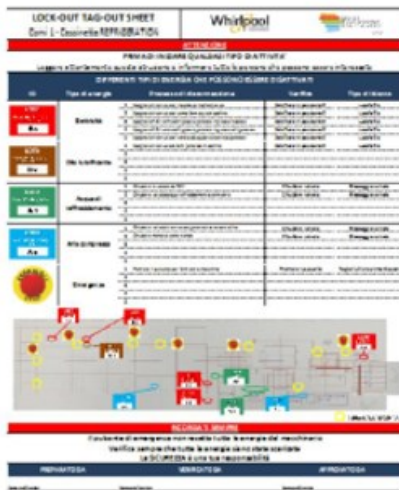


Figura 4.5.4 - LoTo Map



Figura 4.5.5 - Identificatore LoTo sulla macchina

Eliminazione del deterioramento

Quando una macchina viene trascurata, il degrado tende ad aumentare nel tempo e, diffondendosi, facilita il verificarsi di nuovi guasti. Il deterioramento può essere di due tipi:

1. Naturale: normale deterioramento che si verifica con un corretto utilizzo dei macchinari e con le regolari attività di manutenzione di base
2. Accelerato: relativo a fattori umani, esso avviene con un tasso superiore a quello naturale di degrado e si verifica quando vengono trascurate le attività manutentive (Pulizia, Lubrificazione, ecc...)

La stabilizzazione dell'MTBF è fondamentale per rendere più prevedibile il tempo tra 2 guasti consecutivi. Se MTBF è stabile (il valore medio della vita del componente è più alto e la varianza è più bassa), è possibile definire la frequenza di sostituzione più appropriata per un componente.

Andare ad intervenire sul deterioramento accelerato, è possibile attraverso:

- Ripristino del deterioramento
- Mantenimento delle condizioni di base
- Eliminazione del deterioramento forzato

Queste attività sono svolte in sinergia con il pilastro di AM negli step da 1 a 3. L'utilizzo di Red-Tag è necessario al fine di ripristinare le condizioni di base.

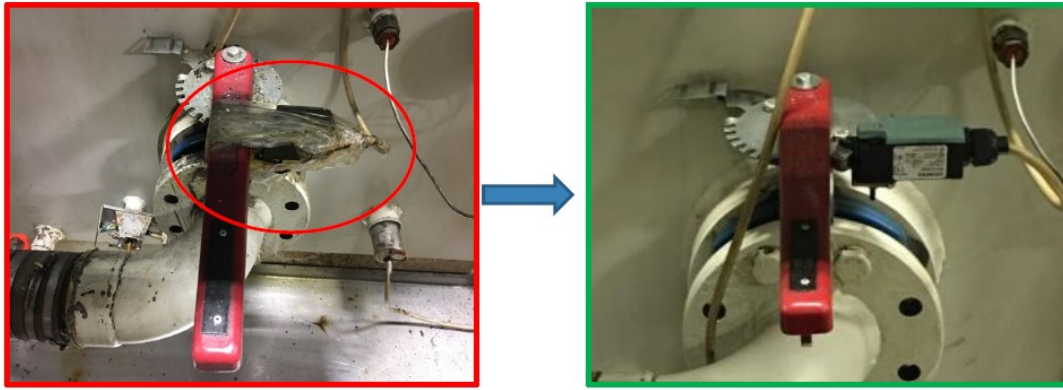


Figura 4.5.6 - Esempio di ripristino delle condizioni base

Machine Ledger

È il coordinatore e collettore di tutte le attività di PM. Esso è un documento che fornisce informazioni dettagliate sui singoli componenti delle macchine in termini di criticità, ubicazione, programmi di manutenzione e relativa frequenza.

Il Machine Ledger (ML), suddivide la macchina a livello di gruppi, sotto-gruppi ed infine componenti. Proprio i componenti sono l'elemento più importante. Sono infatti queste le parti che andranno sostituite in caso di intervento di manutenzione. Un esempio sono: motore elettrico, cinghia, fotocellula, e così via.



Figura 4.5.7 - Criterio di classificazione dei componenti

Per quanto riguarda la struttura del Machine Ledger e del PM calendar, è la seguente:

Machine Ledger





EQUIPMENT		COMPONENT				SAP CODE	Component Cost	Total Equipment Cost
SYSTEM	SUBSYSTEM	COMPONENT CODE	PICTO	DESCRIPTION				
	SUBSYSTEM 1	01.00.01		Component 1.1	G			
		01.00.02		Component 1.2	G			
		01.00.03		Component 1.3	B		12.5	
	SUBSYSTEM 2	01.00.04		Component 2.1	G			
		01.00.05		Component 2.2	B			
		01.00.06		Component 2.3	G			
		01.00.07		Component 2.4	C			
	SUBSYSTEM 3	01.00.08		Component 3.1	A	30%	975,6075	
		01.00.09		Component 3.2	G			
		01.00.10		Component 3.3	B		1200	
SUBSYSTEM 4	01.00.11		Component 4.1	B				
	01.00.12		Component 4.2	B				
	01.00.13		Component 4.3	A	30%	79,8075		

Figura 4.5.8 - Machine Ledger

PM Calendar

MACHINE LEDGER															Year 2016												KPI		
RELASE					EQUIPMENT					WEEKS												KPI							
Plant	Equipment	System	Subsystem	Component	Equipment Code	System Code	Subsystem Code	Component Code	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	2016	2015							
01	01.00.01	01.00.01	01.00.01	01.00.01	01.00.01	01.00.01	01.00.01	01.00.01																					
02	01.00.02	01.00.02	01.00.02	01.00.02	01.00.02	01.00.02	01.00.02	01.00.02																					
03	01.00.03	01.00.03	01.00.03	01.00.03	01.00.03	01.00.03	01.00.03	01.00.03																					
04	01.00.04	01.00.04	01.00.04	01.00.04	01.00.04	01.00.04	01.00.04	01.00.04																					
05	01.00.05	01.00.05	01.00.05	01.00.05	01.00.05	01.00.05	01.00.05	01.00.05																					
06	01.00.06	01.00.06	01.00.06	01.00.06	01.00.06	01.00.06	01.00.06	01.00.06																					
07	01.00.07	01.00.07	01.00.07	01.00.07	01.00.07	01.00.07	01.00.07	01.00.07																					
08	01.00.08	01.00.08	01.00.08	01.00.08	01.00.08	01.00.08	01.00.08	01.00.08																					
09	01.00.09	01.00.09	01.00.09	01.00.09	01.00.09	01.00.09	01.00.09	01.00.09																					
10	01.00.10	01.00.10	01.00.10	01.00.10	01.00.10	01.00.10	01.00.10	01.00.10																					

Figura 4.5.9 - PM Calendar


COMPONENT			
COMPONENT CODE	PHOTO	DESCRIPTION	SAP CODE
V2790.A00.053.4		Vodace lift	

Figura 4.5.10 - Dettaglio lista componenti

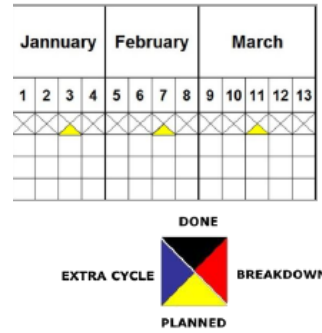


Figura 4.5.11 - Dettaglio attività del PM Calendar

Per quanto riguarda l'effettiva applicazione dello step in azienda, la stesura del Machine Ledger ha prodotti i seguenti risultati.

È stata individuata la presenza di 4503 componenti, di cui:

- 72% di Classe A (circa 3222 componenti) di cui, per 2756 è stato individuato un piano manutentivo (quindi del 86% del totale)
- 20% di Classe B (circa 903 componenti) di cui, 328 è stato individuato un piano manutentivo (quindi del 36% del totale)
- 8% di Classe C (circa 378 componenti) di cui, 188 è stato individuato un piano manutentivo (quindi del 50% del totale)

Inoltre, rispetto al totale dei componenti, è stata riscontrata la suddivisione in:

- 81% di tipo meccanico (3655 componenti)
- 19% di tipo elettrico (874 componenti)

Totale Componenti:	4503
% Classe A:	72
% Classe B:	20
% Classe C:	8
TOT. MECCANICI:	3655
TOT. ELETTRICI:	874
% MECCANICI:	81
% ELETTRICI:	19

Figura 4.5.12 - Classificazione componenti

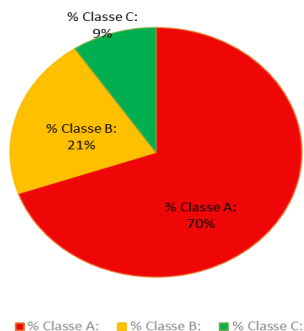


Figura 4.5.13 - Grafico della classificazione dei componenti

Componenti Classe A:	3222
Componenti Classe B:	903
Componenti Classe C:	378
PM Calendar Classe A:	2756
PM Calendar Classe B:	328
PM Calendar Classe C:	188
%Classe A Schedulati:	86
%Classe B Schedulati:	36
%Classe C Schedulati:	50

Figura 4.5.14 - Componenti inseriti a PM calendar

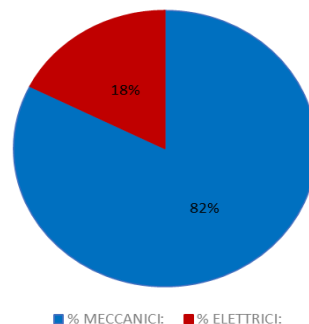


Figura 4.5.15 - Grafico della percentuale di componenti a calendario

4.6 STEP 2: Invertire il deterioramento

Lo step 2, si pone gli obiettivi di:

- Migliorare l'efficienza della macchina eliminando i guasti
- Analizzare i guasti importanti e ripetitivi e prevenirli
- Al fine di ottenere tali risultati, le attività che vengono svolte sono:
 - Pianificazione delle attività di manutenzione preventiva per evitare ulteriori guasti
 - Definizione della mappa dei guasti (breakdown map)
 - Definizione di un sistema per registrare ed analizzare i guasti
 - Raccogliere, etichettare e analizzare i componenti danneggiati
 - Raccogliere ed analizzare i moduli EWO
 - Trovare le cause principali dei guasti
 - Applicare le contromisure
 - Stratificare i guasti per cause

Gli strumenti utilizzati in questo step sono principalmente 2 e sono:

- Breakdown Map
- EWO



	Description	Example Representation
BREAKDOWN MAP	Per evidenziare visivamente i guasti sulla macchina di layout, considerando la causa principale del guasto e la tipologia	
EWO FORM	EWO è un modulo di lavoro di emergenza che viene utilizzato in caso di guasto per comprendere la causa principale del problema e risolverlo	

Figura 4.6.1 - Principali strumenti utilizzati nello step 2

Per arrivare al target di zero guasti, è necessario impostare un'adeguata strategia di manutenzione preventiva per ogni componente individuato nel Machine Ledger. La linea logica da seguire, sarà la seguente:

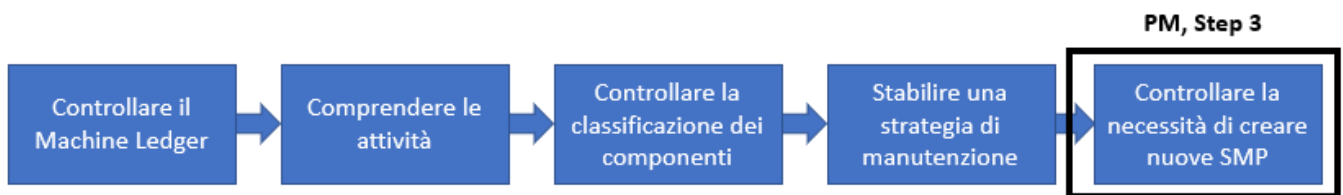


Figura 4.6.2 - Linea guida per la definizione della strategia manuntentiva

È quindi chiaro che, la classificazione dei componenti, riveste un ruolo chiave.

Per tutti i componenti occorre definire il tipo di manutenzione, generalmente secondo queste linee guida:

- **Classe A:** la manutenzione è basata sul tempo (TBM) e può essere utilizzata per la maggior parte dei componenti
- **Classe B:** la manutenzione sarà principalmente TBM ma è possibile utilizzare anche quella BDM
- **Classe C:** la manutenzione per guasti può essere utilizzata per la maggior parte dei componenti

Dopo aver impostato tutte le strategie di manutenzione, è necessario aggiornare il Machine Ledger con la frequenza necessaria per ciascun intervento. La strategia di manutenzione e la parte di PM calendar vengono riempite per ogni componente individuato.

A questo punto, possiamo entrare nel merito dell'analisi della breakdown analysis e delle EWO.

Analisi dei Breakdown

L'analisi è condotta per ridurre il numero dei guasti, prevenendone il ripetersi e migliorando le prestazioni del processo degradate dalle perdite dovute ai guasti.

Un **guasto**, è solitamente inteso come un evento sporadico, le cui caratteristiche sono:

- Causa principale facile da identificare

- Contromisura facile da implementare
- Solita via di ripristino

Un “**minor stoppage**” invece, è definito come un fallimento cronico e:

- Richiede un'analisi approfondita
- Le cause profonde sono difficili da identificare
- Le contromisure richiedono soluzioni innovative

Breakdown

Ovviamente, i macchinari sono progettati per essere affidabili, ma sono comunque soggetti a guasti. Questo avviene perché sono composti da molti componenti ed è sufficiente che uno solo si guasti per bloccare l'intera macchina. Eliminare tali guasti è tecnicamente possibile, ma farlo in modo economico è più complesso.

Al fine di comprendere meglio cosa sia un guasto e quando esso possa verificarsi, è bene sottolineare i seguenti punti:

- Il guasto dell'attrezzatura non si verifica improvvisamente se non per errori umani
- L'attrezzatura si guasta quando un componente si rompe
- Prima di un guasto, c'è sempre un sintomo. Il problema è come rilevarlo economicamente
- L'identificazione di un componente che provocherà un guasto, prima che esso si rompa, tra i molti componenti che costituiscono l'apparecchiatura, è molto difficile
- Senza un'analisi approfondita dei dati relativi ai guasti, tale problema non può essere gestito

Segue un elenco di possibili cause di guasti:

- Deterioramento. La resistenza fisica e la capacità dell'apparecchiatura si deteriorano nel tempo a causa di una manutenzione inefficace dovuta a:
 - Inadeguatezza nel mantenimento delle condizioni di base delle macchine
 - Aver trascurato il deterioramento
 - Le ispezioni non vengono eseguite correttamente
 - Nessuna manutenzione preventiva da ripristinare
- Aumento dello stress sui sistemi macchina:
 - Non vengono rispettate le condizioni adeguate all'uso della macchina
 - Mancano adeguate competenze (errori di funzionamento e/o riparazioni)
- Resistenza insufficiente all'interno del sistema della macchina
 - La macchina non è stata progettata correttamente
 - La macchina non ha le capacità fisiche per resistere alle sollecitazioni/forze che vengono applicate

Breakdown Map

È importante costruire una mappa dei guasti per evidenziarli visivamente. Per una corretta implementazione, si dovrà:

- Associare ogni guasto con la relativa EWO ed il sottogruppo visibile sulla mappa
- Mostrare la data, il numero della EWO, la causa radice del guasto e la sua durata, sulla breakdown map

In primo luogo, dovremo implementare un database per tenere traccia dei minuti totali di fermo causati da ciascuna stazione della linea durante ogni singolo giorno.

Data/ora	Chiave	Chiave	Chiave	Chiave_ora	Minuti pe Turno	Note
05/02/2018	5	2	4	1	40	2 elemento svitato su elevatore 4
05/02/2018	5	135	5	5	20	1
05/02/2018	5	3	5	4	15	1
05/02/2018	5	3	5	3	12	1 cancelli protezione non si ripristinano
28/02/2018	5	3	6	5	21	2 intera linea in allarme causa non identificata
01/03/2018	5	3	4	5	35	1 anomalia funzionamento elevatore 3, occorre rifare spesso messa a punto quote,
01/03/2018	5	3	4	3	13	1 chiller raffreddamento in allarme
06/03/2018	5	3	4	1	19	2
06/03/2018	5	3	4	2	19	2
14/03/2018	5	3	5	1	15	2 sensore sporco staz 180
15/03/2018	5	2	5	6	28.6	2 staz 366 non chiude presa meccanica pezzo
15/03/2018	5	3	4	3	15	1 allarme profibus staz 180
15/03/2018	5	3	5	2	13	2 sensore sporco staz 220
15/03/2018	5	3	5	1	12.8	2 sensore sporco staz 180
21/03/2018	5	3	4	1	15.3	2 allarme azionamento calandra salda
26/03/2018	5	2	5	5	18.1	2
26/03/2018	5	3	4	1	16.8	1 guasto elettrico 1° pressa
26/03/2018	5	3	4	6	15	1 anomalia ascensore flange posteriori
26/03/2018	5	2	4	6	12.6	1 anomalia ascensore flange posteriori
27/03/2018	5	2	4	4	15.6	1 anomalia lubrificazione espansione
27/03/2018	5	2	4	1	15.3	2 staz 107 perde pezzo 48 litri
27/03/2018	5	3	4	8	13.3	2 guasto sblocco cancelli cambio baie
28/03/2018	5	3	5	2	49.3	2 guasto cassetto saldatura calandra / salda
28/03/2018	5	3	5	1	44.8	2 guasto cassetto saldatura calandra / salda
04/04/2018	5	2	4	3	37.6	2 rottura rotelle bordatura flangia anteriore
05/04/2018	5	3	5	5	19.6	1 sensore staz 220

Figura 4.6.3 – Database dei breakdown

Una volta ottenute tali informazioni, possiamo classificare le macchine secondo una scala al cui vertice ci saranno, chiaramente, quelle che generano il maggior minutaggio di fermo linea.

BD MAP			
Trasferitore primo tratto (1°T)	655.3	0.144588	14.5% AA
280	335	0.073916	21.9% AA
220	305.1	0.067318	28.6% AA
180	255.3	0.05633	34.2% AA
Intera macchina	246.8	0.054455	39.7% AA
340	242.1	0.053418	45.0% AA
320	195	0.043025	49.3% AA
190	189.1	0.041724	53.3% AA
Sfogliatrice	188.3	0.041547	57.6% A
Ascensore cesto finito	184.9	0.040797	61.7% A
Trasferitore secondo tratto (2°)	179.1	0.039517	65.7% A
270	159.7	0.035237	69.2% A
360	127.5	0.028132	72.0% A
380	116.7	0.025749	74.6% B
314	112.7	0.024867	77.1% B
230	100.1	0.022086	79.3% B
240	96.4	0.02127	81.4% B
250	88.4	0.019505	83.3% B
Banco tranciatura SX	87.7	0.01935	85.3% B
400	86.5	0.019086	87.2% B
210	79.3	0.017497	88.9% B
420	77.5	0.0171	90.7% B
107	70.9	0.015644	92.2% C

Figura 4.6.4 – Classificazione stazioni per la breakdown map

Per rendere ancora più chiara e facilmente leggibile la mappatura dei breakdown per stazione, questi vengono poi riportati su un'immagine che offre una panoramica relativa all'intera linea.

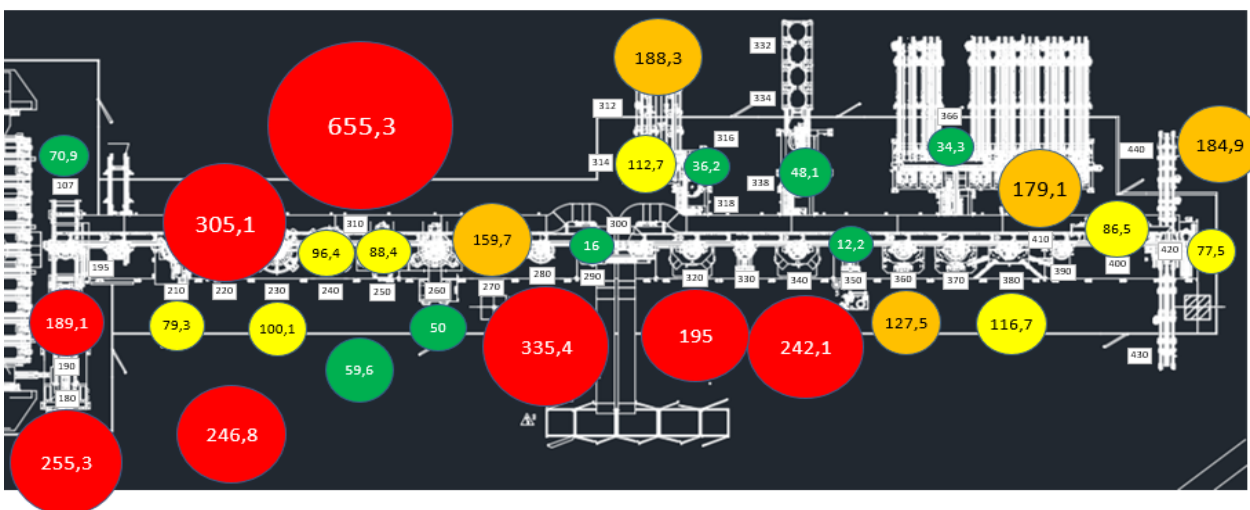


Figura 4.6.5 - BD Map 2018

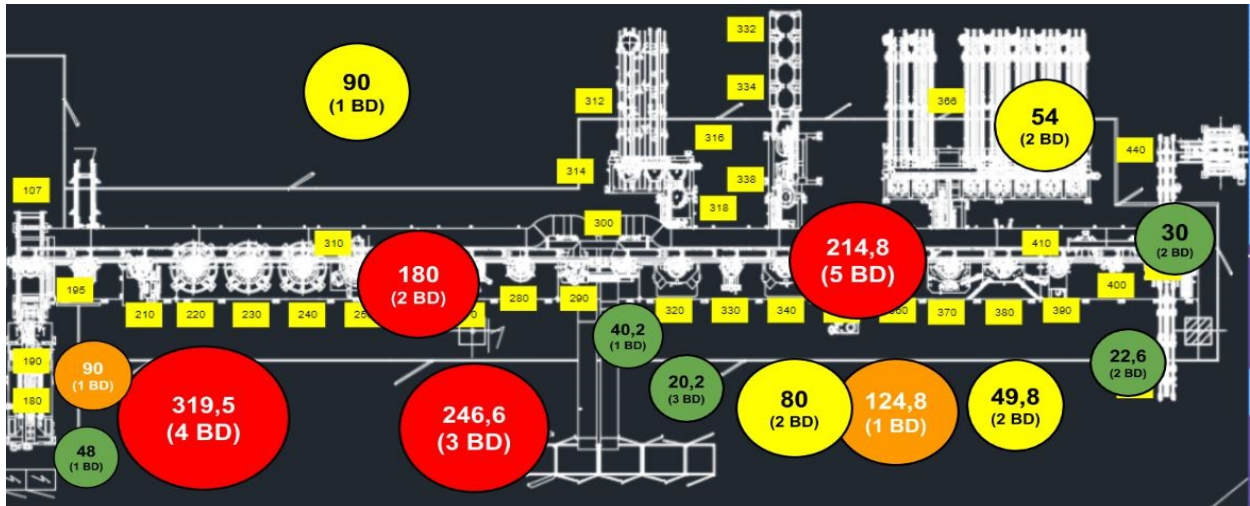


Figura 4.6.6 - BD Map 2019

A tal proposito, possiamo notare la differenza tra il 2018 ed il 2019.

Nel 2018 erano stati riscontrati 76 breakdown per un totale di 4532 minuti di interruzione della produzione.

Nel 2019 il numero di breakdown è sceso a 32 con un totale di soli 1611 minuti di interruzione della produzione.

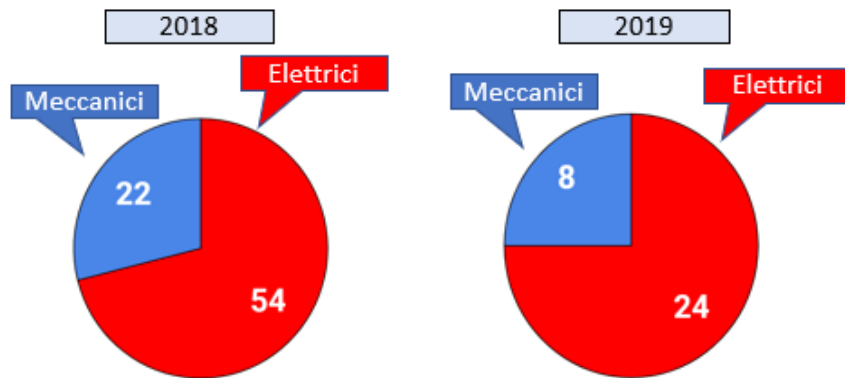


Figura 4.6.7 - Suddivisione dei breakdown nel 2018 vs 2019

L'analisi viene poi completata da una stratificazione dei breakdown come quella mostrata nell'esempio in figura.

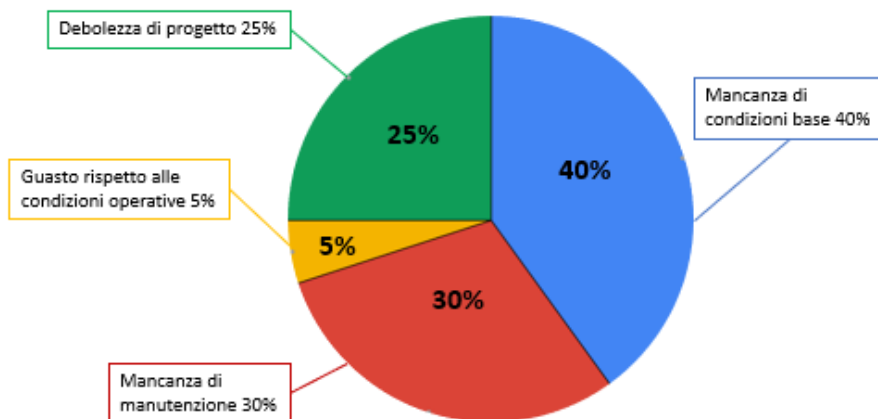


Figura 4.6.8 - Esempio di Stratificazione dei breakdown

Emergency Work Order

Le EWO sono state già illustrate nel paragrafo 4.3.2, possiamo tuttavia fornire alcune precisazioni su come compilare correttamente un Emergency Work Order.

Figura 4.6.9 - Compilazione EWO, pagina 1

Figura 4.6.10 - Compilazione EWO, pagina 2

La parte gialla della EWO è compilata dall'operatore. Si parte con la registrazione del tempo di intervento per la raccolta dei dati su MTTR, successivamente si spiega il contesto della rottura con schizzi e si esegue l'analisi 5W+1H per descrivere il problema in modo corretto al fine di aiutare a trovare le cause principali

La parte bianca viene compilata dal dipartimento che si occupa della manutenzione. Questa parte, include l'analisi "dei 5 Perché" per trovare la causa radice. Contiene inoltre, la descrizione delle azioni contro la causa radice e per mantenere la soluzione operativa. Un team inter-funzionale può essere utilizzato infine per analizzare in profondità il guasto e trovarne la causa principale.

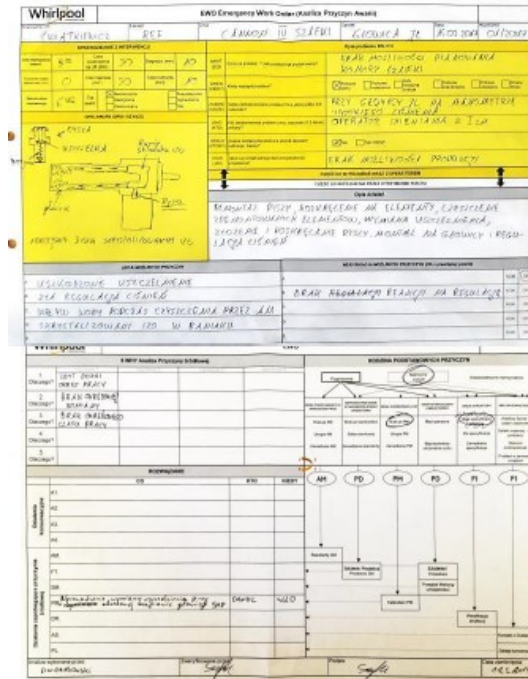


Figura 4.6.11 - Esempio di EWO compilato

4.7 STEP 3: Definizione degli standard di manutenzione

Obiettivi di questo step sono:

- Standardizzare le attività necessarie con gli SMP
- Completare il Machine Ledger ed il PM calendar

In quanto, attraverso queste **attività**, ci si pone il target di di:

- Arrivare a zero guasti
- Stabilire standard di manutenzione
- Collaborare con il pilastro di AM per trasferire attività da PM a AM
- Le attività da svolgere durante lo step 3, sono quindi le seguenti:
- Ottimizzare e definire la pianificazione per le attività di manutenzione
- Preparare le istruzioni di manutenzione (SMP)
- Monitorare le attività (numero di attività completate in tempo)
- Monitorare le prestazioni delle apparecchiature restaurate e rivedere gli standard
- Stabilire una strategia per il trasferimento da PM a AM

Gli **strumenti** utilizzati in questo step sono principalmente 2 e sono:

- Machine Ledger
- SMP

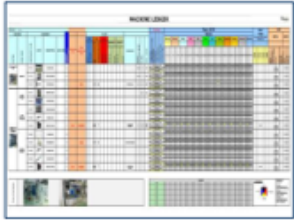

	Description	Representation
Machine Ledger	È un documento che fornisce informazioni dettagliate sui componenti delle macchine in termini di criticità, ubicazione, programmi di manutenzione, frequenza.	
SMP	SMP è una procedura di manutenzione standard per stabilire le procedure standard per l'attuazione delle attività di manutenzione.	

Figura 4.7.1 - Principali strumenti utilizzati durante lo step 3

Per determinare la corretta politica di implementazione delle attività manutentive, è necessario tenere in considerazione sia l'esperienza del team che quella dovuta alle conoscenze tecniche provenienti dal fornitore stesso.

- Raccomandazioni del fornitore (Libro macchina)
- Specifiche dei componenti
- Analisi di scomposizione (a causa del verificarsi di rotture, potrebbe essere necessario modificare o creare un nuovo standard)
- Suggerimenti da parte di operatori e addetti alla manutenzione

A questo punto, sarà possibile programmare una normale attività di manutenzione, la quale sarà composta da:

- Quali attività di manutenzione sono necessarie
- Quando le attività devono essere svolte (Frequenza e Durata)
- Come eseguire le attività (Sequenza, Strumenti e Parametri)
- Chi deve svolgere le attività

Standard Maintenance Procedure, SMP

A supporto di questa attività, si utilizza lo strumento del SMP, trattato nel paragrafo 4.3.4.

Vogliamo ora evidenziare quali sono le necessità che portano a preparare un SMP per un'attività:

- Richiede azioni complicate (strumenti specifici/DPI/parametri)
- Richiede passaggi sequenziati specifici
- Il punto di intervento è difficile da trovare/comprendere
- Si è verificato un guasto a causa di un'errata applicazione della manutenzione

La Procedura di manutenzione standard, aiuta anche a capire qual è il costo dell'attività di manutenzione, contiene il carico di lavoro dell'attività ed i pezzi di ricambio necessari. Grazie a queste informazioni è possibile stimare il costo di manutenzione di tale attività

Machine Ledger

Anche il Machine Ledger è già stato trattato a livello generale nei paragrafi precedenti. Esso contiene il piano di manutenzione per tutti i componenti di ogni macchina dell'intera linea. Dopo aver implementato il piano, l'attività non si conclude. Infatti, è importante fare in modo che le attività vengano effettivamente messe in pratica e riportare sul Machine Ledger. In questo modo, sarà possibile valutare anche la puntualità nel completamento delle attività.

Trasferimento delle attività da PM ad AM

Trasferire le attività di PM ad AM, comporta dei vantaggi quali:

- Riduzione del carico di lavoro del team di manutenzione
- Consente alla manutenzione professionale di impegnarsi in attività più specializzate
- Aumento sulla saturazione dell'operatore macchina

Trasferimento delle attività da PM ad AM

Prima di trasferire le attività, è necessario valutare il beneficio di tale trasferimento.

Solitamente l'attività viene trasferita da PM a AM dopo aver modificato la macchina.

Per modifiche, intendiamo in questo caso:

- Eliminazione dell'area di difficile accesso
- Semplificazione dell'attività

Le attività da trasferire ad AM, risponderanno ad alcuni parametri, che sono:

- Non è più richiesto l'utilizzo di DPI specifici
- Non sono necessari strumenti, abilità/competenze/qualifiche specifici
- La frequenza è superiore a 6 mesi

Le seguenti tabelle riassumono il livello di correlazione tra le attività di AM e quelle di PM relativamente ai primi tre step.

AM STEP	AM Activities	PM Role
STEP 1 Pulizia iniziale	<ul style="list-style-type: none">• Identificazione di anomalie, aree di difficile accesso e fonti di contaminazione• Ripristinare le condizioni di base	<ul style="list-style-type: none">• Ripristinare le condizioni di base (Pulizia, Lubrificazione, Rifissaggio)• Supportare le attività di tagging
STEP 2 Contromisure contro fonti di contaminazione ed aree di difficile accesso	<ul style="list-style-type: none">• Applicare contromisure alle aree di difficile accesso ed alle fonti di contaminazione• Avviare attività di Quick Kaizen	Definire le attività di miglioramento per ridurre i tempi di ispezione e pulizia
STEP 3 Standard iniziali	Definire cicli CILR	<ul style="list-style-type: none">• Definire quali componente saranno sotto la responsabilità di AM• Formare gli operatori sulle attività di ispezione e lubrificazione

Figura 4.7.2 - Integrazione tra AM e PM

PM STEP	PM Activities	AM Role
STEP 1 Eliminazione del deterioramento forzato e prevenzione del deterioramento accelerato	<ul style="list-style-type: none"> Valutazione della macchina Eliminazione delle fonti di contaminazione Supporto AM step 1 -3 	Pulisci in dettaglio e identifica le fonti di contaminazione, le aree e le anomalie di difficile accesso
STEP 2 Analisi dei breakdown	Migliorare le competenze per comprendere la causa principale delle perdite	Mantenere le condizioni di base per consentire alla manutenzione professionale di impegnarsi in compiti più specializzati
STEP 3 Definizione di standard di manutenzione	Definire cicli standard di TBM per i componenti critici	Mantenere le condizioni di base per consentire alla manutenzione pianificata della TBM di concentrarsi sui componenti critici

Figura 4.7.3 - Integrazione tra PM ed AM

4.7.1 Risultati ottenuti

In questo paragrafo, vogliamo dare spazio ai risultati ottenuti in seguito alla messa in campo degli step da 0 a 3, considerando gli indicatori utilizzati in azienda secondo le direttive del World Class Manufacturing. In particolare, gli indicatori che analizzeremo, sono i seguenti:

1. C.I.L.R Cycle Time
2. Breakdown per Step
3. Breakdown Map
4. Breakdown per mancanza di manutenzione
5. MTBF
6. MTTR
7. OEE
8. Costi / Benefici
9. EWO Managed
10. PM Quick Kaizen
11. SMP
12. MP Info
13. PM Red Tag

1. C.I.L.R. Cycle Time

In seguito alle attività implementate come da procedura, ed al conseguente passaggio di attività da PM ad AM, si è notata una generale diminuzione del tempo CILR ossia il tempo dedicato ad operazioni di:

- Pulizia (Cleaning)
- Ispezione (Inspecting)
- Lubrificazione (Lubricating)
- Rimessa in esercizio (Refastening)

Il tempo necessario alle operazioni indicate, è passato da 2996 minuti su base mensile a soli 694, quindi con una diminuzione del 77%, come mostrato nel seguente grafico.

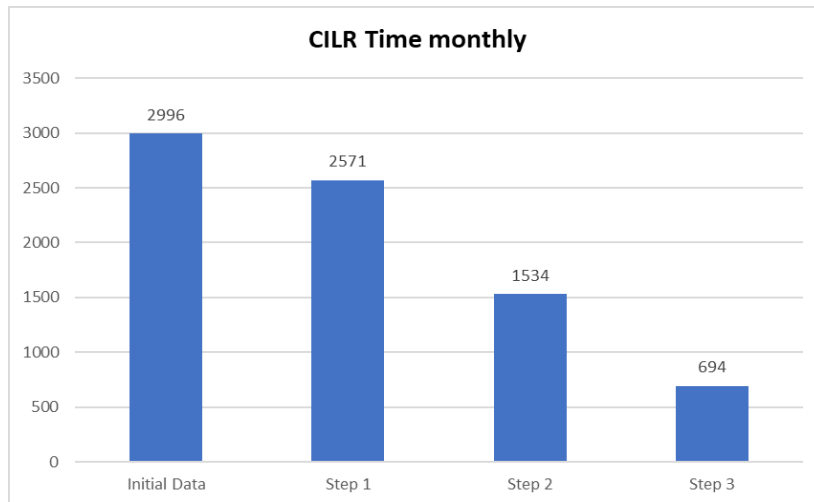


Figura 4.7.1.1 - Tempi dedicati mensilmente alle attività CILR

Scendendo nel dettaglio delle singole attività costituenti il ciclo, i risultati sono stati i seguenti:

CILR Time	Initial Data	Step 1	Step 2	Step 3
Cleaning	1935	556	491	238
Inspection	1588	1361.0	1342	456
Lubrication	0	0	0	1
Refastening	0	0	0	1
Total	2996	2571	1534	694

Figura 4.7.1.2 - Dettaglio della composizione dei tempi di CILR

Rispetto alle prestazioni iniziali, si sono avuti netti miglioramenti:

- I tempi necessari alle operazioni di pulizia sono diminuiti dell'88%
- I tempi necessari alle ispezioni sono diminuiti del 71%

In ultima analisi, si è passati da un fabbisogno di circa 50 ore settimanali ad uno di sole 11 ore.

2. Breakdown per Step

A seguito delle attività svolte, possiamo individuare due risultati.

In primo luogo, il numero di guasti settimanali è sceso da una media di 2.58 a soli 0.5, con una diminuzione dell'82%.

Inoltre, si è riusciti a perseguire l'obiettivo di raggiungere 0 guasti dovuti a problemi legati alla Professional Maintenance.

Per quanto riguarda possibili guasti non dovuti alla carenza di PM, possiamo ad esempio individuare: debolezze di progetto, guasti legati alle condizioni operative, mancanza di condizioni base, e così via.

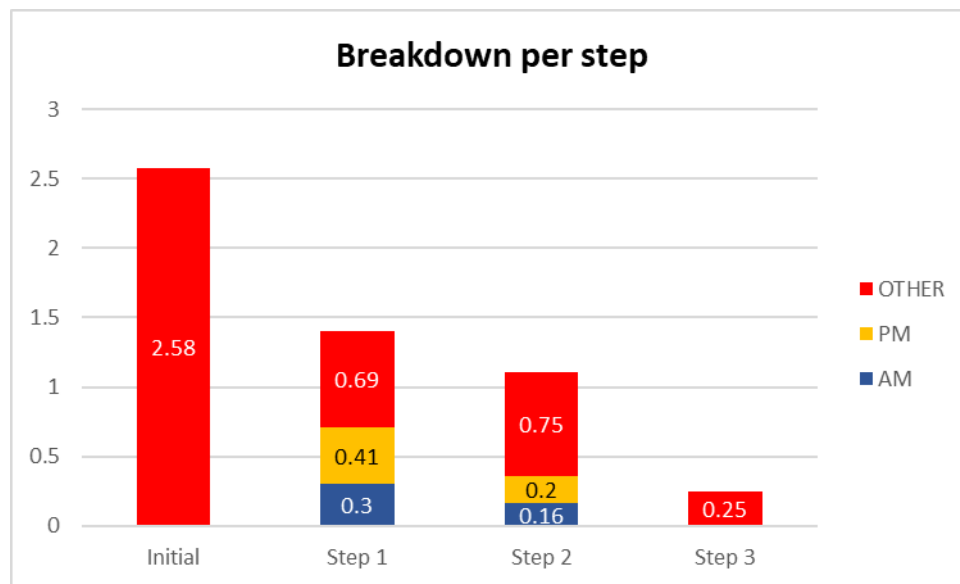


Figura 4.7.1.3 - Media dei BD settimanali per step

3. Breakdown Map

Per quanto riguarda la mappatura dei breakdown lungo le varie stazioni che compongono la linea produttiva, è possibile fare un confronto tra la situazione prima dell'inizio dell'implementazione del WCM e la situazione presente dopo l'implementazione degli step 0-3.

Innanzitutto, dall'immagine dei layout sulle quali andiamo a riportare i minuti di guasto avuti durante l'anno sulle singole stazioni, possiamo notare che il numero di stazioni di maggior criticità (in rosso) è diminuito, così è diminuito il tempo in cui i macchinari sono stati soggetti a guasti.

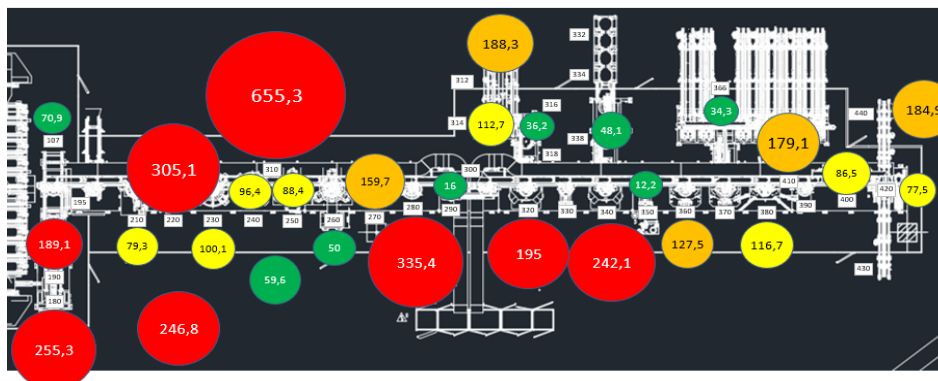


Figura 4.7.1.4 - Breakdown Map, 2018

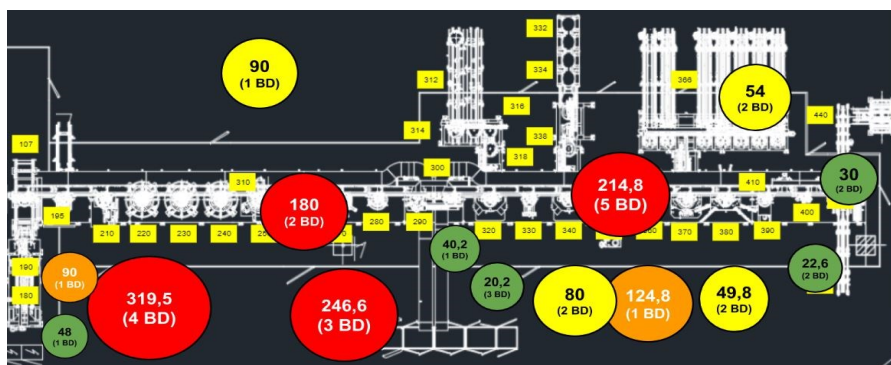


Figura 4.7.1.5 - Breakdown Map, 2019

Inoltre, analizzando la suddivisione dei breakdown abbiamo ottenuto il seguente risultato:

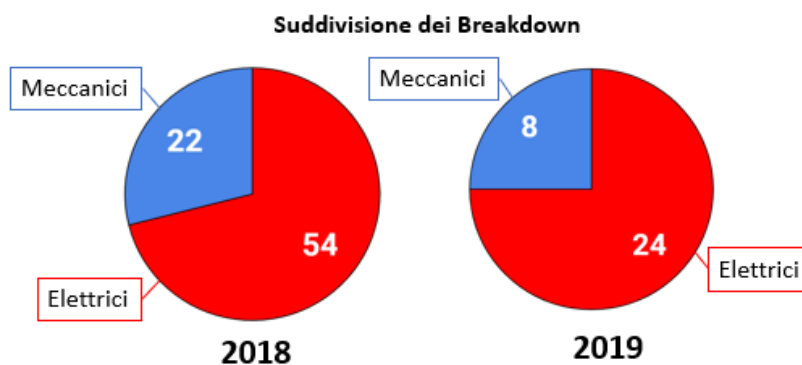


Figura 4.7.1.6 - Suddivisione dei Breakdown

Passando quindi da una ripartizione dei breakdown nel 2018 che vedeva incidere la componentistica meccanica per un 22% e quella elettrica per ben un 54%, al 2019 in cui i gusti

legati a componenti meccanici si sono attestati all'8%, con una diminuzione del 63% e quelli elettrici al 24%, riportando quindi una diminuzione del 55%.

Proseguendo il confronto tra il 2019 ed il 2019, possiamo notare come sia cambiata la ripartizione di diverse tipologie di guasto.

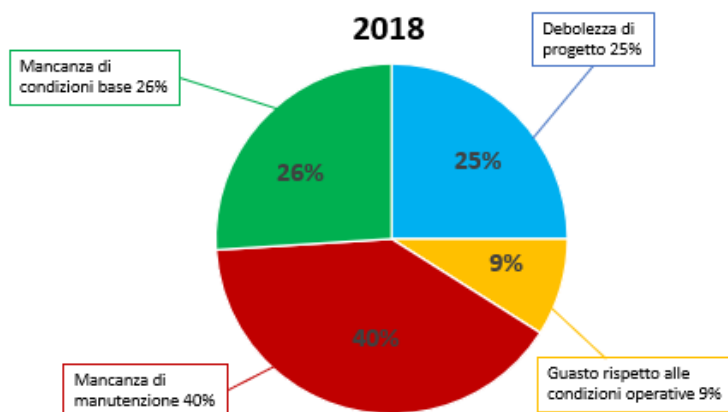


Figura 4.7.1.7 – Ripartizione tipologie di guasto, 2018

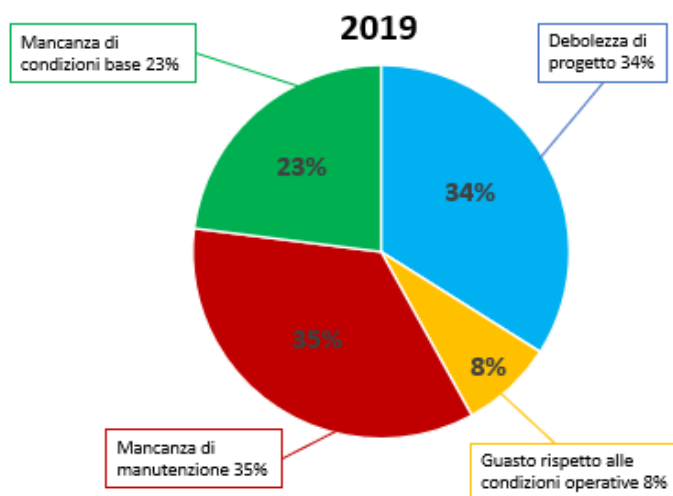


Figura 4.7.1.8 – Ripartizione tipologie di guasto, 2019

Dai grafici è possibile notare una diminuzione di tutti i tipi di guasti. Questo ha fatto in modo che si potesse notare come fossero presenti nella linea, alcune debolezze di progetto da sistemare nei successivi step.

4. Breakdown per mancanza di manutenzione

Il seguente grafico, mostra come sia cambiato il numero di breakdown a settimana prima e dopo l'implementazione del WCM.

Grazie all'implementazione di un'adeguata strategia manutentiva, sono stati ottenuti i seguenti risultati.

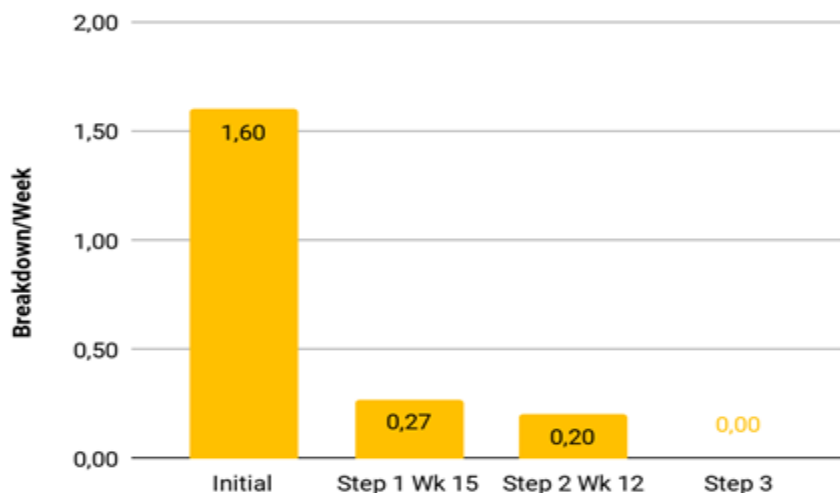


Figura 4.7.1.4 - BD per mancanza di manutenzione per step

I guasti settimanali la cui causa è riscontrabile in una mancanza di manutenzione, sono scesi da una media di 1.6 a settimana a 0, traguardando così l'obiettivo di pilastro dei 0 breakdown dovuti alla mancanza di manutenzione in step 3.

5. MTBF

Il Mean Time Between Failure (MTBF), rappresenta il riferisce al tempo che intercorre tra due guasti.

Il componente o lo strumento che subiscono il guasto, dovranno pertanto essere riparati.

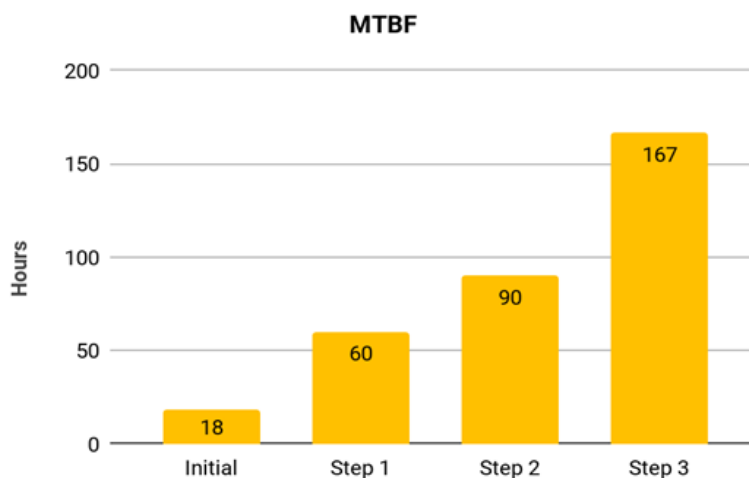


Figura 4.7.1.5 - Andamento MTBF per step

Il grafico mostra come il tempo medio tra i guasti sia passato da 18 ore a 167 a seguito della messa in campo degli step 0-3 del WCM.

Tale aumento (molto positivo), è del 927%, ossia di circa 10 volte.

6. MTTR

L'MTTR (Mean Time to Repair), in italiano il tempo medio di riparazione di un guasto, è una delle principali metriche di manutenzione, utilizzata per misurare il tempo medio necessario per riparare un impianto o un macchinario.

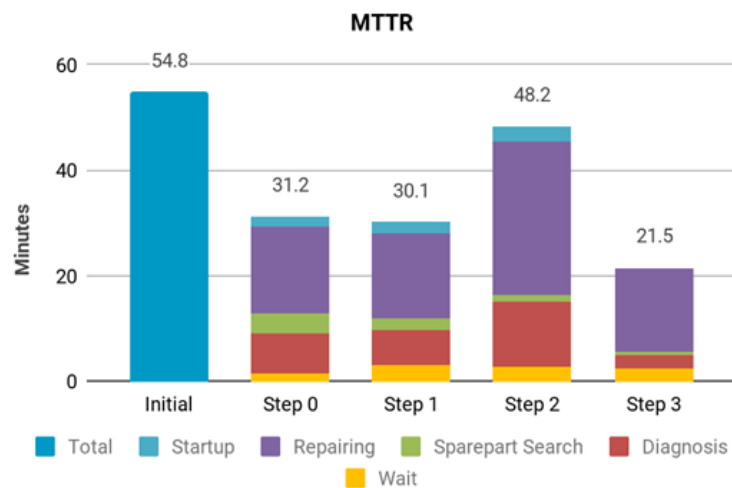


Figura 4.7.1.6 - Andamento MTTR stratificato e per step

Come mostrato nel grafico, l'MTTR è sceso da 54,8 ore a 21,5 essendo quindi più che dimezzato.

Introducendo il metodo WCM, si è proceduto a stratificare i tempi di riparazione relativamente alle varie fasi di cui sono composti:

- Riparazione
- Ricerca dei ricambi
- Attesa
- Diagnosi

È possibile notare come le ottimizzazioni apportate al magazzino dei componenti e gli strumenti di analisi dei breakdown, abbiano portato una netta diminuzione dei tempi necessari in particolare per la ricerca dei componenti stessi e per la diagnosi del guasto.

7. OEE

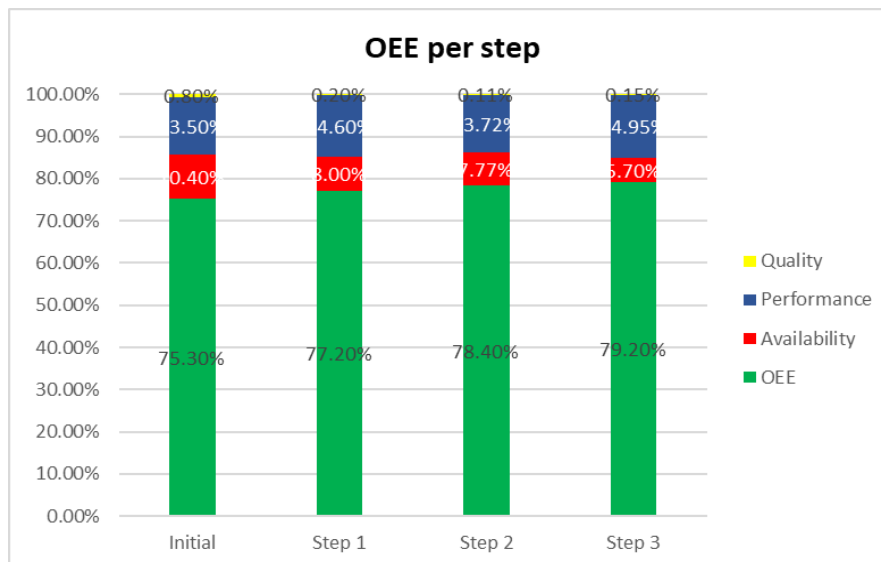


Figura 4.7.1.7 - Andamento OEE per step

L'OEE (Overall Equipment Effectiveness), è già stata presentata nei paragrafi precedenti.

I tre fattori che la caratterizzano sono:

- **Disponibilità operativa:** percentuale del tempo lavorato rispetto al tempo disponibile. Si utilizza il rapporto tra il tempo disponibile di lavoro dell'impianto (es: il turno, la giornata o la settimana) rispetto al reale tempo in cui l'impianto ha prodotto valore eseguendo parti o semilavorati
- **Tempi di singola lavorazione o Performance:** percentuale di parti realmente lavorate rispetto alle parti teoricamente lavorabili. Nella pianificazione vengono calcolati i pezzi lavorabili a regime ottimale, eventuali riduzioni di tali performance indicano un calo produttivo
- **Qualità del prodotto:** rapporto percentuale tra le parti conformi rispetto al totale delle parti prodotte. Si evidenziano in tal modo cali produttivi relativi a scarti o rilavorazioni che incidono sull'inefficienza generale

A seguito delle attività di WCM, si è passati da un OEE del 75% ad un OEE del 79%.

Inoltre possiamo notare che:

- I problemi legati alla **Disponibilità**, sono passati dal 10,4% al 5,7%
- I problemi legati alle **Performance**, sono passati dal 13,5% al 14,9%
- I problemi legati alla **Qualità**, sono passati dallo 0,8% allo 0,15%

Disponibilità e qualità hanno avuto miglioramenti netti come previsto. Per quanto riguarda le Performance invece ci sarà bisogno di ulteriori analisi e miglioramenti nei successivi step.

8. Costi / Benefici

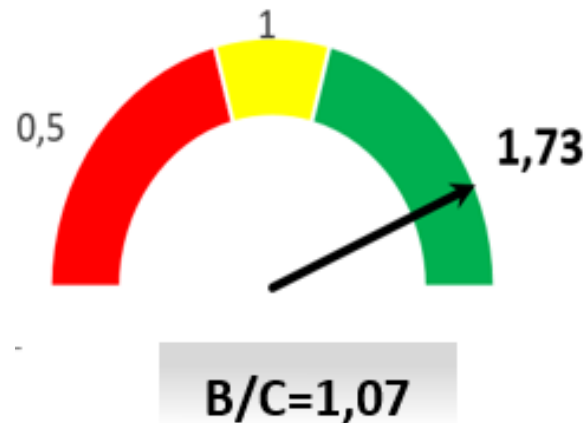


Figura 4.7.1.8 - Risultato Costi su Benefici

La messa in campo delle attività di miglioramento, come già detto, ha dei costi. Tali attività hanno lo scopo di portare un vantaggio economico per l'azienda. In ambito WCM, affinché una qualsiasi azione abbia un effetto soddisfacente, non deve soltanto portare alla riduzione di un costo, ma deve tenere conto di un altro parametro quale il rapporto beneficio/costo (ossia B/C).

Relativamente ai risultati ottenuti durante gli step 0-3, il rapporto B/C risulta essere 1,07 e pertanto si trova nella zona accettabile dal momento che le azioni migliorative hanno nel complesso portato benefici superiori ai costi sostenuti per implementarle.

9. EWO Managed

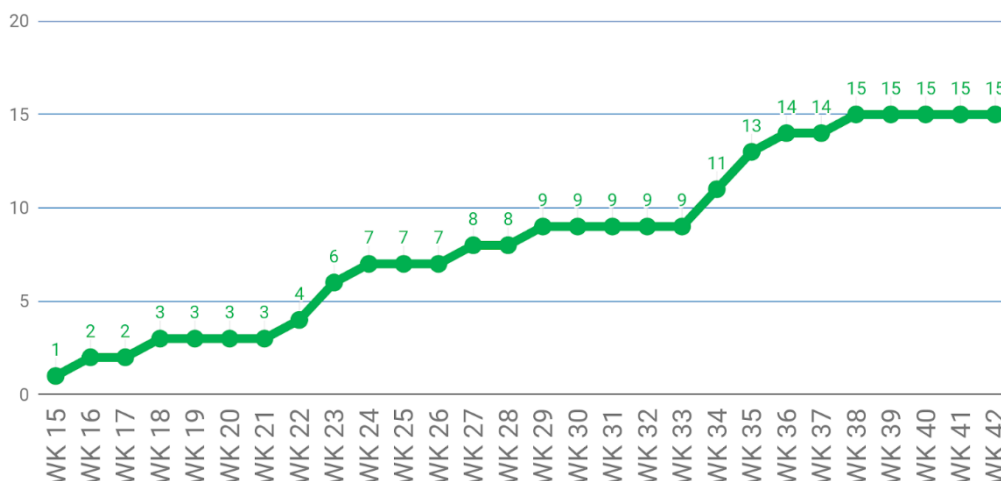


Figura 4.7.1.9 - Andamento del numero di EWO gestite

Lo strumento delle Emergency Work Order (EWO), è già stato analizzato nei precedenti paragrafi. Un corretto uso di questo strumento, permette di:

- raccogliere informazioni riguardanti i guasti per poter misurare gli indicatori tipici della manutenzione (MTBF, MTTR)
- analizzare i guasti per ricercare le cause radice e poi definire le contromisure adatte ad eliminare completamente le cause

Questo significa che un numero crescente di EWO è indicativo di un corretto uso dello strumento che porta ad avere dati sempre più precisi ed aggiornati.

Dal grafico, possiamo notare come inizialmente il numero di EWO fosse molto basso ma è andato crescendo settimanalmente a seguito dell'implementazione degli adeguati strumenti di analisi.

10. PM Quick Kaizen

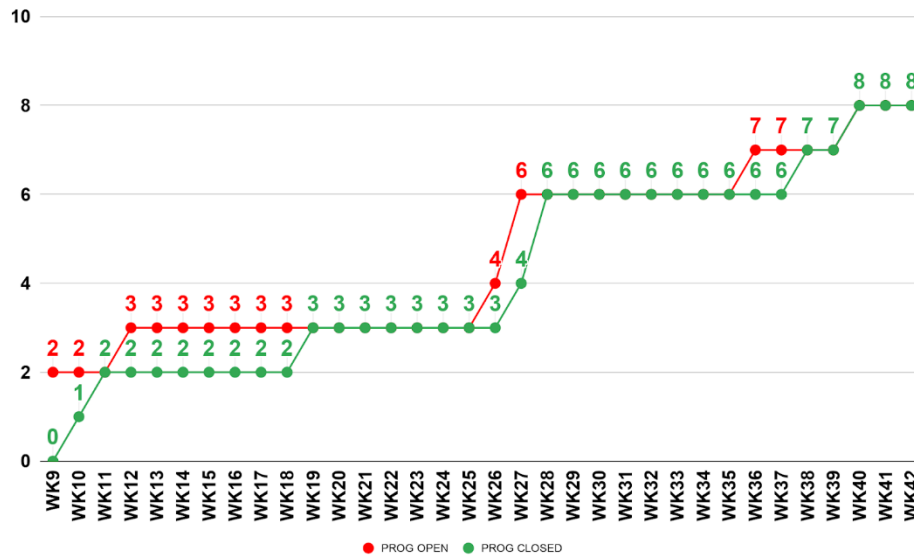


Figura 4.7.1.10 - Confronto tra Quick Kaizen aperti e chiusi

L'aumento di EWO ha generato anche la necessità di implementare attività migliorative come i Quick Kaizen.

Una volta avviate tali attività, è importante che queste vengano chiuse in tempi brevi. Infatti, l'importanza dei Quick Kaizen è proprio nello sfruttamento e nella valorizzazione di tutte quelle informazioni che, altrimenti, andrebbero perse nella quotidianità. È quindi importante che non trascorra troppo tempo tra l'apertura e la chiusura di un progetto Quick Kaizen.

In figura possiamo notare come l'andamento sia sostanzialmente in linea con le aspettative e che il numero di Quick Kaizen aperti\chiusi, aumenti nel tempo, a testimonianza che lo strumento sia stato effettivamente appreso e normalmente utilizzato dal personale.

11. SMP

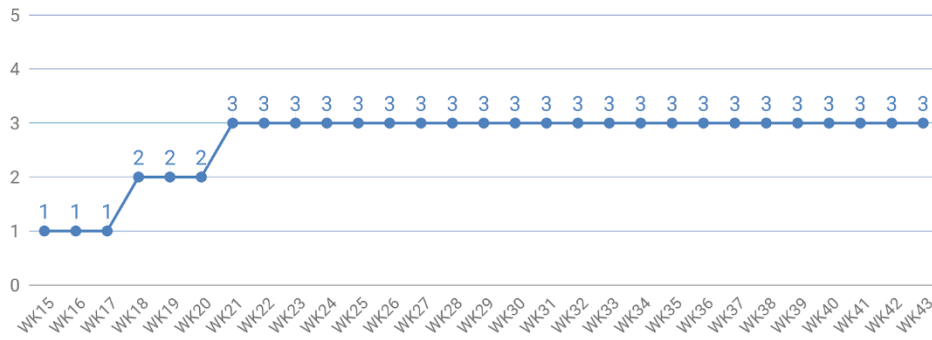


Figura 4.7.1.11 - Andamento del numero di SMP create

Nei precedenti paragrafi, abbiamo visto come i tempi per le riparazioni siano scesi così come sono diminuiti i guasti per mancanza di manutenzione.

Tali miglioramenti sono dovuti anche all'utilizzo delle SMP, Standard Maintenance Procedure, uno strumento illustrato nei precedenti paragrafi e che letteralmente "accompagna" il lavoratore nella procedura di manutenzione.

Un aumento del numero di SMP, comporta crescente sicurezza ed efficienza nelle attività.

12. MP Info

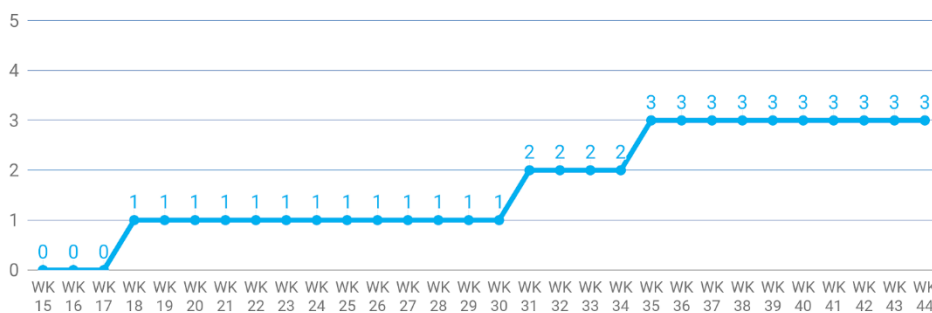


Figura 4.7.1.12 - Andamento del numero di MP Info create

Come già detto nei precedenti paragrafi, le MP Info, sono schede in cui vengono riportate le informazioni necessarie a prevenire il possibile intervento manutentivo. È chiaro che questo strumento sia particolarmente utile ad istruire il lavoratore sul corretto utilizzo dei macchinari.

Pertanto, un aumento del numero di MP Info nel tempo, è indice di un continuo miglioramento, aumento di efficienza e formazione del personale.

13. Red Tag

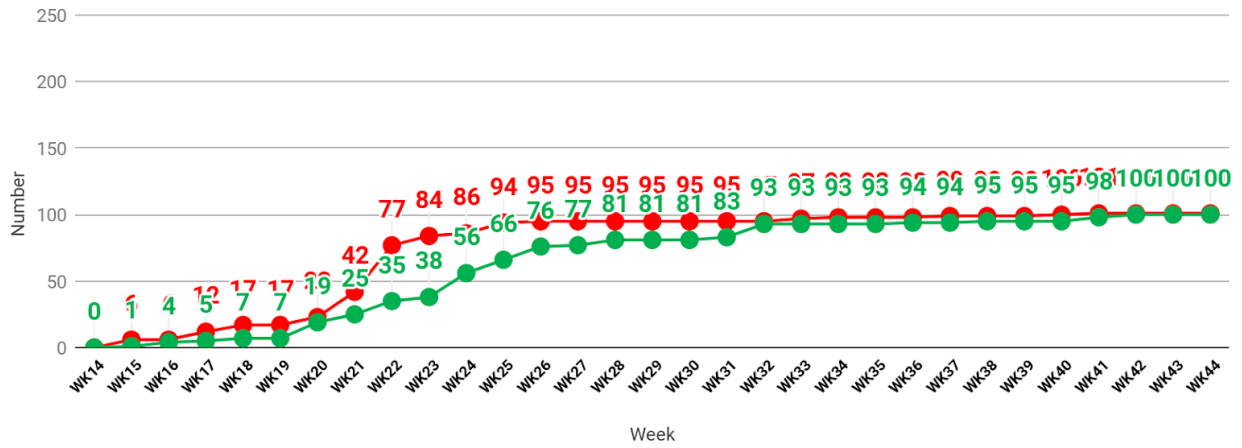


Figura 4.7.1.13 - Andamento del numero di Red-Tag aperti e chiusi

Come detto, i Red-Tag sono cartellini rossi che vengono posizionati in punti o zone potenzialmente critiche e pertanto da analizzare e sistemare.

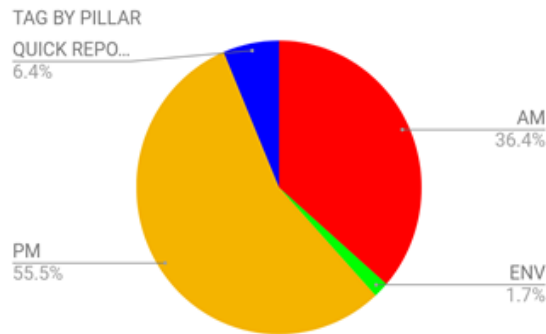


Figura 4.7.1.14 - Tag per pilastro

Il pilastro di PM ha contribuito al numero complessivo di red-tag per il 55,5% ed ha raggiunto un tempo medio per la risoluzione di un cartellino di 5,85 giorni.

5. CONCLUSIONI

L'attività manutentiva, è qualcosa di imprescindibile per ogni azienda appartenente al settore manifatturiero. Innanzitutto perché va ad impattare su una molteplicità di fattori quali:

- Sicurezza delle persone
- Disponibilità dei macchinari
- Sicurezza di beni materiali
- Ottimizzazione dei consumi energetici
- Qualità dei prodotti

Definire lo scopo della manutenzione è abbastanza semplice. Fondamentalmente si occupa di:

- Riparare guasti
- Impedirne l'insorgenza
- Diminuire l'impatto di una macchina ferma sull'efficienza produttiva

Oggi, possiamo dire che **manutenzione** e **controllo qualità** sono diventati due processi inscindibili, in quanto il controllo non avviene più solamente sul prodotto finale, ma lungo l'intero processo.

Nell'ottica del miglioramento continuo, si è deciso di proporre all'azienda il passaggio al Machine Ledger 4.0, ed il plant di Comunanza è stato selezionato per la fase di test iniziale, prima di estendere il nuovo strumento a tutti i plant dell'azienda.

Lo strumento, consente di gestire tutti i tipi di manutenzione: a chiamata (guasto), attraverso i moduli EWO; le manutenzioni autonome e professionali (attraverso rispettivi calendari dedicati) e le manutenzioni condizionali, attraverso la definizione di soglie, eventi e modelli matematici.

Così come per la versione cartacea, anche in quella elettronica ogni singolo componente sarà caratterizzato da proprietà come l'immagine, la classe, il codice, la locazione per i ricambi e il codice ERP. A ciascun componente potranno essere associate attività di manutenzione autonoma e/o professionale.

Una volta configurato, il machine ledger genera tre tipi di calendario:

- Il PM Calendar (Calendario delle Manutenzioni Professionali)
- AM Calendar (Calendario delle manutenzioni autonome)
- Il calendario del manutentore (Calendario delle attività assegnate a ciascun manutentore)

Il Machine Ledger 4.0 fornisce i KPI relativi al tempo necessario per risolvere i problemi. Questo viene fatto attraverso specifici parametri come il MTBF (Mean Time Before Failure) e il MTTR (Mean Time To Repair).

Ma il valore aggiunto di questo nuovo strumento è nella sua perfetta integrazione con i sistemi di *data acquisition*. Grazie a tale sinergia, il processo delle manutenzioni riesce a *parlare* con il processo produttivo condividendo i dati dell'OEE. Questa comunicazione risulta altamente strategica in quanto produce una grande mole di valori, essenziali per istruire modelli di machine learning.

Sicuramente, il Machine Ledger 4.0 è uno strumento importante nel processo di miglioramento continuo, perché va a limare quegli sprechi di tempo e risorse che si verificano ogni qual volta che una macchina deve arrestarsi a causa di un guasto.

Non rappresenta una soluzione definitiva la semplice calendarizzazione di interventi di pulitura o di sostituzione dei pezzi, perché in questi casi si va a fermare una macchina che potrebbe ancora lavorar.

Il futuro, è nella manutenzione “intelligente” cioè che coinvolge l’Intelligenza Artificiale, diventando quindi predittiva.

In questo caso, lo strumento risulta un vantaggio anche perché rinsalda i rapporti tra cliente e fornitore, trasformando il prodotto macchina in un servizio (la gestione delle manutenzioni).

Lo strumento, è in grado di acquisire dati da PLC, sensori, inserimenti manuali, modelli statistici e matematici. Queste informazioni possono avere molteplici utilizzi, ad esempio:

- calcolo dell’efficienza produttiva
- tracciabilità di processo e di prodotto
- gestione delle manutenzioni
- gestione della sicurezza
- controllo della qualità

Il passaggio al Machine Ledger elettronico, è senza dubbio un passo importante al fine del raggiungimento in tempi rapidi della fase predittiva, quindi degli ultimi step del pilastro.

BIBLIOGRAFIA E SITOGRAFIA

Materiale bibliografico FCA

Materiale bibliografico fornito dall'azienda

it.wikipedia.org

www.varesenews.it

www.festo.com

www.manutenzione-online.com

<https://slideplayer.it/slide/4869661/>

<https://www.chiarini.it/blog/5g-tool-fondamentale-nellapproccio-al-problem-solving/>

<https://www.reconsultsrl.it/metodo-5w1h-metodo-kipling/>

<https://www.progettoatena.it/univ/gestione/gestione.htm>

<https://www.headvisor.it/ishikawa-lean-production-tutorial-5m-5whys>

<https://www.staufenitalia.it/the-way-to-teach-people/>

<https://slideplayer.com/slide/3109594/>

<https://www.kikioperations.com/2020/03/machine-ledger/>

<https://leanmanufacturing.online/world-class-manufacturing-pm-machine-ledger-and-pm-calendar/>