



**Politecnico
di Torino**

Politecnico di Torino

Corso di Laurea magistrale di Ingegneria Gestionale

A.a. 2023/2024

Sessione di Laurea Marzo/Aprile 2024

Industrializzazione macchinario

VMI 249: Caso Pirelli

Riduzione inefficienze tramite miglioramento continuo nelle piccole
fermate e nell'operazione di set up con calettamento

TUTOR ACCADEMICO:

Prof. Luca Settineri

TUTOR AZIENDALE:

Ing. Bruno Rollero

CANDIDATO:

Luisa Garripoli

matricola 301908

SOMMARIO

INTRODUZIONE.....	6
CAPITOLO 1: STORIA DELLA NASCITA DELLA PRODUZIONE SNELLA: LA LEAN PRODUCTION.....	9
1.1 UN SALTO NEL PASSATO: DAL FORDISMO.....	9
1.2 ...ALLA PRODUZIONE SNELLA.....	11
1.3 LA STORIA DELLA LEAN PRODUCTION	12
1.3.1 LEAN PRODUCTION: CONCETTI FONDAMENTALI E I 5 PILASTRI.....	13
1.3.1.1 VALORE	14
1.3.1.2 FLUSSO DEL VALORE	15
1.3.1.3 FLOW	17
1.3.1.4 PULL	18
1.3.1.5 PERFEZIONE	18
1.3.1.5.1 KAIZEN O CIP/PMC?	19
1.3.1.6 APPROFONDIMENTO: LA FILOSOFIA GEMBA	20
1.3.2 I SETTE MUDA DELLA LEAN PRODUCTION.....	21
1.3.3 JIT- JUST IN TIME.....	23
1.4 STRUMENTI DELLA LEAN PRODUCTION	27
1.4.1 LOGICA PULL:	27
1.4.1.1 KANBAN	27
1.4.1.2 IL KAIZEN BLITZ	29
1.4.1.3 PDCA	29
1.4.2 TECNICHE DI MAPPATURA:	30
1.4.2.1 LA VALUE STREAM MAPPING E LA SPAGHETTI CHART	30
1.4.3 OPERAZIONI DI LAVORO STANDARD.....	32
1.4.3.1 5S	32
1.4.3.2 POKA YOKE.....	34
1.4.4 STRUMENTI DI MIGLIORAMENTO DELLE PERFORMANCE.....	35
1.4.4.1 SMED	35
1.4.4.2 TPM – TOTAL PRODUCTIVE MAINTENANCE	37
1.4.4.3 OEE – OVERALL EQUIPMENT EFFECTIVENESS	37
1.4.5 ONE PIECE FLOW.....	40
1.4.5.1 CELLULAR MANUFACTURING	40
1.4.5.2 TAKT TIME	40
1.4.5.3 HEIJUNKA.....	41
CAPITOLO 2: PIRELLI INDUSTRIE PNEUMATICI SRL.....	42

2.1	CENNI STORICI: LA STORIA DI PIRELLI	42
2.2	PORTAFOGLIO PRODOTTI	44
2.3	COSA È UNO PNEUMATICO?.....	46
2.4	PIRELLI: STORIA DI UN'INNOVAZIONE DIETRO L'ALTRA	48
2.5	PIRELLI E LA SOSTENIBILITÀ	50
CAPITOLO 3: POLO TECNOLOGICO DI SETTIMO TORINESE.....		52
3.1	PROCESSO DI PRODUZIONE.....	53
3.1.1	MATERIE PRIME	53
3.1.2	MESCOLATURA.....	54
3.1.3	MATERIE PRIME PER SEMILAVORATI	56
3.1.4	SEMILAVORATI	56
3.1.5	CONFEZIONE	58
3.1.6	VULCANIZZAZIONE.....	61
3.1.7	FINITURA.....	61
3.2	PROCESSO DI PRODUZIONE ROBOTIZZATO: IL NEXT MIRS	63
CAPITOLO 4: PROGETTO INDUSTRIALIZZAZIONE CONFEZIONATRICE VMI 249		65
4.1	PREAMBOLO	65
4.2	LA MACCHINA: VMI 249	67
4.2.1	MAN MACHINE CHART VMI 249.....	72
4.3	PROGETTO DI MIGLIORAMENTO CONTINUO STEP 1: RIDUZIONE PICCOLE FERMATE SULLA VMI 249	75
4.3.1	CICLO DI DMAIC	76
4.4	DMAIC APPLICATO ALLO STEP 1 DEL PROGETTO DI TESI: PROGETTO DI RISOLUZIONE DELLE PICCOLE FERMATE DELLA VMI 249	78
4.4.1	FASE 1: DEFINE.....	78
4.4.1.1	DEFINIZIONE APPROCCIO	78
4.4.2	FASE 2: MEASURE	85
4.4.3	FASE 3: ANALYZE	88
4.4.4	FASE 4: IMPROVE	93
4.4.4.1	MODALITA' DI LAVORO DEL TEAM.....	94
4.4.4.2	MIGLIORAMENTO CONTINUO: NUOVA SCHEDA MACCHINA.....	96
4.4.5	FASE 5: CONTROL.....	98
4.5	PROGETTO DI MIGLIORAMENTO CONTINUO STEP 2:	101
PROGETTO RIDUZIONE TEMPI DELL'OPERAZIONE SET UP CON CALETTAMENTO		101
4.5.1	IL CALETTAMENTO	102
4.5.2	L'APPROCCIO	104
4.5.2.1	RIPRESA VIDEO	104

4.4.2.3 STESURA PDCA E ATTUAZIONE MISURE CORRETTIVE	105
4.5.2.4 RAGGIUNGIMENTO TEMPO OBIETTIVO E.C.R.S	108
4.5.2.5 MONITORAGGIO TEMPI DELLE SQUADRE	108
4.5.2.6 REALIZZAZIONE FLOWCHART TEMPORALIZZATA PROCEDURA STANDARD	109
4.5.2.7 OBIETTIVO FUTURO CON APPLICAZIONE FLOWCHART	110
4.5.2.8 INTERVENTO SU CHECKLIST	111
CAPITOLO 5: CONCLUSIONI	113
BIBLIOGRAFIA:	115
SITOGRAFIA:.....	115
INDICE DELLE FIGURE	116

INTRODUZIONE

La realizzazione della seguente tesi di laurea ha iniziato a prendere avvio dal primo giorno in cui sono entrata nella realtà aziendale di Pirelli, azienda multinazionale leader mondiale per la produzione di pneumatici; l'esperienza si è svolta precisamente nel Polo Industriale di Pirelli a Settimo Torinese (TO).

Pirelli, per quanto sia un'enorme realtà aziendale che conta numerose sedi nel mondo (18 stabilimenti produttivi in 12 Paesi), è sempre stata in grado di farmi sentire accolta in una grande famiglia.

La mia permanenza è iniziata i primi di Giugno 2023 con l'obiettivo di seguire un rilevante progetto che ha richiesto un cospicuo investimento ossia quello di seguire il processo di messa in produzione di un nuovo macchinario.

In azienda ho avuto la possibilità di poter vedere e toccare con mano il funzionamento di un processo produttivo dall'inizio (realizzazione materia prima) alla fine (ingresso nel mercato) e soprattutto la sua complessità. Questo percorso non è stato affrontato in solitudine ma ogni giorno è stato arricchito dal contributo di numerose persone che sono diventate nel corso del tempo più che colleghi e che mi hanno permesso di entrare appieno nell'impresa; non è un caso che uno delle tre parole chiave di Pirelli è appunto "people" insieme a "innovation" e "technology". Ogni lavoratore al suo interno è infatti essenziale per garantire una vita perpetua della fabbrica, che è sempre in continua trasformazione per essere sempre aggiornata e al passo coi tempi e infatti, uno dei motti fondamentali dell'impresa è: "Nothing is possible without our people".

Il tirocinio svolto ha avuto luogo presso il dipartimento di PMS ("Pirelli Manufacturing System"), una branca del gruppo IE ("Industrial Engineering") che, a mio parere, risulta essere la posizione perfetta per avere una visuale a 360 gradi dell'intera realtà aziendale e della logica che sta alla base di tutto: la Lean Production e i suoi strumenti di miglioramento continuo. Il PMS, infatti, è definita dalla stessa Pirelli l'insieme dei principi cardini, metodologie e comportamenti operativi adottati per alimentare i processi di miglioramento continuo negli stabilimenti.

Durante questa esperienza, è stato assegnato al gruppo PMS e a me in primis di seguire l'installazione di un nuovo macchinario nel reparto confezione e quindi accompagnarlo fino alla sua consegna alla produzione. Il macchinario è l'esempio perfetto di come Pirelli continui ad investire in innovazione e in tecnologia.

Questa tesi avrà come oggetto il lavoro svolto per portare il nuovo macchinario al target di produzione che è stato previsto, si è notato infatti, che sono molte le problematiche che sono subentrate e che hanno portato ad avere una produzione inferiore rispetto a quella programmata.

Uno dei punti più critici che è emerso dall'analisi dell'OEE della macchina è che la maggior parte delle inefficienze della produzione risiedono nelle piccole fermate. Per poter andare ad intaccare queste, è stato necessario primo fra tutti andare a comprendere come analizzarle e capire quale fosse la loro natura per poter comprendere al meglio quali fossero le azioni correttive da seguire. Lo strumento da me usato è stato l'implementazione della metodologia "DMAIC", fundamenta del pensiero six sigma della logica della Lean Manufacturing, in cui applicando il "monitoraggio delle piccole fermate" mi ha permesso di avere un quadro generale della situazione e dove risiedessero la maggior parte delle perdite. Questa prima parte è il primo step del progetto di tesi.

Una volta individuate le criticità e relative azioni correttive tramite PDCA e stabilito l'approccio con cui lavorare nella risoluzione di questi, il focus del progetto si è concentrato su uno dei temi caldi delle piccole fermate: la procedura di set up completo con calettamento. Il calettamento altro non è che la sostituzione di attrezzature meccaniche che vanno a definire i pollici del crudo che viene realizzato nel reparto di confezione (area di interesse del progetto). In questo progetto, che ho denominato come step due del progetto di tesi, il tema principale è stato principalmente la mancanza di procedura standard efficiente e efficace dell'operazione di set up con calettamento che fosse compatibile con il piano di produzione della macchina affinché garantisse flessibilità e gestione del mix dei prodotti.

Siccome è necessario applicare il giusto strumento nel corretto contesto, in questa occasione ho ricorso all'uso dell'E.C.R.S, altra metodologia del pensiero six sigma, che mi ha permesso di entrare nel vivo ma soprattutto nel dettaglio, delle operazioni che richiedeva la procedura in modo da individuare tutte quelle questioni e inefficienze che necessitano degli interventi di miglioramento.

In entrambi gli step dei due progetti, sono stati individuati dei KPI fondamentali per avere un monitoraggio continuo ma soprattutto un riscontro se la strada sui cui mi stavo muovendo fosse quella corretta.

I due metodi adottati, DMAIC nella prima parte del progetto e E.C.R.S nella seconda parte del progetto mi hanno permesso di strutturare l'intero lavoro con ordine e precisione e soprattutto di raggiungere gli obiettivi prefissati: valori target di OEE e piccole fermate e tempo target di esecuzione dell'attività di set up con calettamento.

Le figure che sono state estremamente decisive per il raggiungimento dei risultati, sono state quelle degli operatori del reparto di confezione, che grazie alla loro lunga esperienza in fabbrica mi hanno aiutata a trovare le soluzioni più adatte.

In questo lavoro, dunque, verrà illustrato il metodo adottato e tutti gli step che prevedono e il tutto verrà raggiunto dopo un approfondimento dell'azienda in questione, i suoi principali KPI, il macchinario oggetto di studio e l'illustrazione dei passi che hanno strutturato l'intero progetto.

CAPITOLO 1: STORIA DELLA NASCITA DELLA PRODUZIONE SNELLA: LA LEAN PRODUCTION

In questo capitolo verrà illustrata la storia e quindi tutti gli step che hanno portato alla nascita di una nuova filosofia di produzione: quella snella. È un modello che si oppone alla visione di produzione di massa, modello che è stato radicato per tutto l'Ottocento e buona parte del Novecento. Ci si soffermerà sui pilastri della filosofia Lean e i principali strumenti adottati che permettono il suo raggiungimento e mantenimento.

1.1 UN SALTO NEL PASSATO: DAL FORDISMO...

Uno degli eventi storici più importanti è proprio quella dell'evoluzione dei modelli di produzione perché è un aspetto che ci circonda in ogni dove e in cui siamo perfettamente coinvolti, in particolar modo parleremo della storia della Lean production, modello per eccellenza che viene adottato col principale scopo di efficientare e ottimizzare la produzione.

La sua storia ha radici molto lontane, si colloca tra gli anni 40 e 50, quindi dal secondo dopoguerra e ha continuato ad evolversi nel corso dei decenni. Prima della Lean, però, quale approccio era diffuso? Una frase che racchiude al suo interno tutto un periodo storico è la seguente: "Avranno l'auto che vorranno, del colore che vorranno, purché sia nera", affermazione pronunciata dallo stesso Henry Ford che ha segnato l'era della *produzione di massa*. Quest'ultimo è un modo di concepire la produzione in modo da raggiungere la maggior parte della popolazione, infatti il modello fordista si focalizza su tre punti chiave:

- Standardizzazione del prodotto
- Produzione in linea
- Stipendi più alti della media

Per il primo punto si intende: offrire un prodotto al cliente finale che sia facilmente riconoscibile e iconico ecco il perché della frase sopracitata.

La produzione in linea, invece, significa che la produzione avviene attraverso una catena di montaggio, ossia il lavoratore viene suddiviso in mansioni elementari che vengono assegnate al lavoratore, questo significa che il lavoratore svolge un unico compito in un unico spazio fisico e per questo che non deve avere neanche particolari competenze tecniche. Questo nuovo approccio al lavoro permise a Ford di abbattere i tempi e anche i costi di produzione.

Per quanto riguarda i salari, Ford aveva ben chiaro un concetto: dare retribuzioni più alte significava consentire loro sia un tenore di vita più alto, accaparrarsi i migliori lavoratori ma soprattutto dare loro la possibilità di acquistare l'auto (all'epoca, nel 1908, il modello T Ford costava 825 dollari ed è stato il modello più venduto nella storia degli autoveicoli).

Questi tre punti determinarono il successo di Ford e non è un caso che questo modello sia considerato come una sorta di terza rivoluzione industriale, ma come le grandi invenzioni, presentava al suo interno già alcuni aspetti che col passare del tempo avrebbero pesato sempre di più fino a portare un tracollo: infatti, questa concezione del lavoro era estremamente alienante e generò la crisi del modello stesso.

La crisi iniziò a farsi evidente negli anni '70, quando si raggiunse la saturazione del mercato dei beni industriali durevoli (come appunto le automobili) e in particolar modo si iniziò ad affacciare sul mercato l'esigenza di avere prodotti sempre più differenziati (che non erano considerati dal modello che invece offriva un unico prodotto standard) accompagnato dal fatto che iniziarono a nascere e ad affacciarsi nuove imprese che realizzavano prodotti sempre più scientifici e tecnologici. La domanda, infatti, iniziava ad essere più sostitutiva che aggiuntiva, questo in virtù del fatto che stava iniziando a nascere anche nuovi gruppi sociali che ricercavano la qualità e quindi un nuovo modello di consumo che si contrapponeva al consumo di massa.

La sua crisi è stata determinata anche dall'introduzione di nuove tecnologie e mezzi di produzione (come ad esempio le macchine a controllo numerico) che garantivano una produzione più variegata e con la capacità quindi di essere versatile su più tipi di produzioni e quindi prodotti differenziati; quindi diventa chiaro che il mercato inizia in quel periodo a ricercare beni non più iconici e standard ma beni che abbiano precise caratteristiche che rispondono al meglio alle richieste del cliente, si inizia a parlare infatti di "produzione flessibile". La produzione flessibile, quindi, permetteva di vendere beni di alta qualità, in quantità limitate e soggette ad un veloce cambiamento e per i quali i consumatori sono disposti a pagare prezzi più alti.

In conclusione, possiamo affermare che a partire dagli anni '70 si è verificato un processo di diversificazione e mescolanza dei modelli produttivi, fino ad arrivare nell'epoca post-fordista.

Negli anni '80, infatti, si inizia a interfacciare un nuovo paradigma, il postfordismo, che racchiude al suo interno tutti i tratti e le caratteristiche di quel periodo storico (società e imprese). In questo modello, la parola chiave è "flessibilità", infatti si abbandona l'approccio estremamente razionale del fordismo dove il controllo del processo produttivo era il pilastro portante. Infatti, se da un lato abbiamo il fordismo con la sua rigidità nei compiti, nella produzione, nei prodotti, dall'altro abbiamo il post-fordismo che invece è estremamente flessibile poiché: la manodopera inizia ad essere meno specializzata; il prodotto inizia ad essere personalizzabile grazie alle macchine programmabili che permettono di intervenire sui parametri di processo e infine la possibilità di gestire le quantità di produzione che possono essere aumentate e diminuite con rapidità.

Anche la rapidità di risposta è uno dei cardini di questo periodo, se nel fordismo tutto era pianificato, in questo nuovo contesto vige la capacità di saper rispondere tempestivamente alle fluttuazioni della domanda del mercato e quindi la capacità di saper catturare in tempo reale i bisogni di quel momento. Qui, il cuore pulsante della competizione delle imprese è quindi la velocità di risposta sulla modifica di un prodotto, di un processo e della domanda stessa.

1.2 ...ALLA PRODUZIONE SNELLA

Si esce dunque dalla crisi del fordismo con un nuovo approccio alla produzione: si passa da una produzione di grossi volumi a una produzione di piccoli volumi ma di un'alta gamma di prodotti differenziati, l'obiettivo dell'impresa diventa infatti quello di puntare ad un sempre più alto numero di clienti e il concetto che si vuole trasmettere è proprio l'idea di rincorrere il cliente. Il cliente diventa il cuore delle decisioni strategiche dell'impresa, è lui il pilota dello scopo di tutte le decisioni gestionali e di produzione, questa è una situazione che richiede alti sforzi da parte dell'impresa perché dovrà imparare a stare al passo coi tempi e soprattutto al passo dei bisogni del mercato in modo da rispondere sempre in modo tempestivo a qualsiasi fluttuazione e incertezza della domanda. Qui si ha un nuovo concetto di direzione del flusso: se nell'epoca fordista il flusso era spinto dall'alto, in questo caso si parla proprio di "produzione tirata dal basso".

In sostanza, è il cliente a dirottare le decisioni di produzione che è diventata improntata molto su piccoli lotti di un'alta gamma di prodotti; questa è uno dei principi guida della Lean. Con il termine "Lean", che significa "snello", si intende il basilare concetto del "fare di più con meno" ossia il produrre bene rispettando tutti i parametri di qualità, sicurezza ecc... ma con meno risorse, le quali possono essere: energia, materiali... Per questo motivo la Lean è estremamente intrecciata con il concetto di sostenibilità ambientale; infatti, se si sprecano meno materiali e energia elettrica si ha un basso impatto ambientale per quanto riguarda le emissioni inquinanti.

La Lean è dunque una vera e propria modalità di produzione (si parla di "framework metodici") che punta a minimizzare gli sprechi con l'obiettivo quindi di annullarli; gli sprechi sono considerati tutti quelli che non portano nessun valore aggiuntivo all'azienda e in primis al cliente. Deve essere chiaro che questo modo di operare non coinvolge solo la produzione ma l'intera struttura impresa e per questo motivo si parla di "Lean Enterprise".

La Lean Enterprise sta ad indicare che la Lean deve calarsi non solo nelle aree produttive ma ovunque, dagli uffici alla produzione e i suoi reparti, tutti devono essere allineati sulle medesime azioni di intervento e soprattutto sugli obiettivi, altrimenti si otterrebbero dei savings di cui l'impresa non sa come usufruirne.

Tutte le funzioni aziendali devono essere tra di loro coordinate e in comunicazione e dove il successo di uno è il successo degli altri solo se ognuno compie al meglio il proprio compito in virtù sempre dei punti cardini della Lean.

Un concetto che deve essere fin da subito chiaro e che deve balzare all'occhio è quello di "miglioramento continuo", comunemente conosciuto con il termine di "Kaizen", che ha la finalità di diminuire appunto i tempi di prestazione e soprattutto di produzione e di mettere al centro di ogni attività le persone e la qualità, intesa sia del prodotto finito ma anche dei processi gestionali e produttivi. La Lean production deve essere intesa come una sorta di strategia di crescita perché ogni miglioria che porta apporta valore all'azienda che si va a tradurre in possibilità di aumentare la produzione, accorciare i tempi di consegna e di conseguenza, in virtù dell'ultimo punto, aumentare le vendite e quindi aumentare anche il numero di dipendenti che gestiscano la produzione e gli ordini.

Il "Kaizen" è uno degli aspetti pilastri della Lean Production, che costituisce insieme a "Hansei", ossia l'analisi di un errore e lo studio delle cause che lo hanno provocato, la combo per eccellenza alla base dell'architettura Lean; se da una parte si ha il miglioramento continuo, dall'altra si ha l'importanza anche di commettere errori, che vengono visti non come oggetto di punizione ma come qualcosa che deve essere preso in considerazione e corretto a partire dall'analisi delle cause che lo hanno generato.

1.3 LA STORIA DELLA LEAN PRODUCTION

La nascita di questa filosofia risale al periodo della pubblicazione del testo "The Machine that changed the world: The story of Lean Production" di James P. Womack, Daniel Roos e Daniel T. Jones. Gli autori in questione, infatti, citano la produzione snella nel contesto di Toyota Production System (TPS) che fu in questo contesto di enorme successo.

Il loro obiettivo è sempre stato quello di realizzare automobili personalizzabili, di alta qualità con zero difetti e per raggiungere questo era necessario appunto snellire e alleggerire la produzione e questo era abbastanza complicato per l'idea dell'epoca perché si contrapponeva al concetto di produzione di massa.

Quindi nei primi anni del XXI, si ha l'epoca della "Quarta Rivoluzione Industriale", segnata principalmente da nuove governance interne e innovazioni tecnologiche: abbiamo infatti l'avvento dei robot che modificano la produzione (quantità e qualità) e la nascita del modello Toyota che mette fortemente in discussione il modello fordista (focalizzato principalmente sulla saturazione delle linee e di mettere in magazzino quanto prodotto possibile), infatti si iniziano a fare strada concetti come "eliminazione degli sprechi" per creare valore aziendale.

Il contesto di nascita del modello Toyota è molto coerente e allineato al periodo storico di appartenenza: Il Giappone, paese di appartenenza del modello.

Esso era appena uscito dalla Seconda guerra mondiale e riversava in una situazione estremamente straziante e drammatica per la sconfitta subita. L'azienda Toyota, come altre attività produttive presenti, erano state le più colpite e dovevano fare i conti con le poche risorse a disposizione, per questo motivo quindi il direttore Taiichi Ono decide di approcciarsi ad una nuova strategia, totalmente opposta al modello diffuso in Occidente e volta alla flessibilità e alla tempestività di risposta alla domanda variabile.

Qui, infatti, è ben evidente la contrapposizione tra due approcci tra loro antitetici: da una parte Usa che si basava sulla produzione continua e di grandi quantità grazie alla disposizione di energia e materie illimitate e quindi si ha un approccio di tipo "push", ossia spingere sul mercato la vendita dei beni di consumo prodotti (magari con sostenute campagne di marketing); dall'altra parte è presente un Giappone stremato che non avevano assolutamente gli strumenti per poter applicare questo modello americano di tipo "push", perché mancano tutti i fattori necessari. La Toyota quindi si è dovuta rinnovare e adattare e lo ha fatto percorrendo una nuova strada: La Lean Production.

1.3.1 LEAN PRODUCTION: CONCETTI FONDAMENTALI E I 5 PILASTRI

- Focus sul cliente: uno degli obiettivi principali è il cliente e la sua soddisfazione, è responsabilità dell'impresa di individuare tutte le attività necessarie per garantire la massimizzazione del valore per esso.
- Uno degli aggettivi che la rappresenta al meglio è la semplicità, che deve essere presente in ogni angolo dell'azienda: dalle funzioni aziendali, alla tecnologia...
- Partecipazione attiva di tutto il contesto aziendale: dal livello più basso a quello più alto; tutti devono partecipare al filone di pensiero di riduzione dello spreco.
- Utilizzo di diversi strumenti per mappare il processo in modo da andare ad identificare quali sono le aree di valore (strumenti come Flowchart e Value Stream Map)
- Utilizzo di approcci che implicano la presenza di strumenti di Visual Management, infatti la comunicazione visiva risulta più impattante e favorisce una maggiore velocità di assimilazione delle informazioni
- Presenza di sincronia tra flussi fisici e informativi e le richieste dei clienti, in modo che ci sia una risposta rapida al cliente
- Un parametro che governa il tutto è il tempo, ossia puntare alla diminuzione sempre maggiore del tempo di realizzazione del prodotto adottando magari soluzioni parallele e alternative. Tenere sempre in considerazione, ovviamente, che non si devono rallentare quelle attività che apportano valore all'impresa ma il contrario.
- Garantire un ambiente di lavoro stimolante, motivante e coeso, in modo che tutti svolgano la propria mansione con l'intento comune di andare ad abbattere le criticità e trovare una soluzione. È importante che si crei un ambiente di fiducia, per andare a creare un forte sostegno tra i soggetti che incentiva uno scambio di informazioni più veloci evitando così perdite di tempo.

Da questi punti si evince come la Lean Production o Lean Manufacturing ha lo scopo di azzerare gli sprechi, aumentare la flessibilità e rispondere tempestivamente alla variabilità. Un concetto che ricorrerà frequentemente è proprio quello del “valore”; infatti, per spreco si intende tutto ciò che non apporta valore, appunto, all’impresa o al prodotto, che può essere una risorsa, un’attività che nel momento in cui viene eliminata genererà un savings ossia un risparmio e un vantaggio. Punta all’abbattimento delle rigidità del vecchio modello che possono insediarsi in: rallentamenti (come i colli di bottiglia, ritardi..), complessità dei processi, guasti, ostacoli burocratici...

Womack e Jones, hanno attribuito alla produzione snella cinque pilastri fondamentali fortemente interconnessi tra loro:

- Value (valore)
- Value stream (flusso del valore)
- Flow (flusso)
- Pull (tirare)
- Perfection (perfezione)

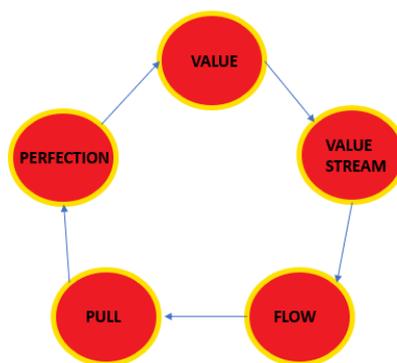


Figure 1: I pilastri della Lean Production

1.3.1.1 VALORE

Come detto precedentemente, un concetto chiave in questa nuova filosofia di approccio alla produzione è il valore: si deve avere l’obiettivo di tenere tutto ciò che crea valore e allontanare e eliminare tutto ciò che invece non lo genera. Il valore, ovviamente, può avere diverse sfumature a seconda del soggetto che lo valuta, in questo caso, il soggetto per eccellenza che deve essere preso in considerazione fin dall’inizio del processo, è appunto il cliente. Quindi possiamo sottolineare che il valore a cui noi ci riferiremo è quello che viene percepito dal cliente finale. È importantissimo che quest’ultimo percepisca sempre un alto valore del prodotto e questo è tanto alto quanto il prodotto rispetterà al meglio i suoi bisogni e che li soddisfi nel momento esatto in cui si palesano.

Inizialmente, il valore era inteso solo quello che creava il produttore, nel corso del tempo, come si è visto, questo approccio è stato ribaltato.

All'inizio c'era l'idea che il bisogno si sarebbe generato nel momento in cui sarebbe arrivato il prodotto sul mercato e non c'era quindi l'idea di anticipare il bisogno (approccio push vs pull). L'errore che molte imprese compiono su questo fronte è proprio quello di realizzare il prodotto senza prendere in considerazione un'analisi di quali sono i punti fondamentali che creano valore per il cliente destinatario del prodotto. Se non si fanno queste tipo di analisi, si rischia di compiere delle attività che non apportano alcun valore aggiunto e che per giunta diventano una sorta di "operazioni parassite" che sottraggono risorse e tempo a quelle di valore.

In sostanza, il valore è ciò che viene apportato al prodotto da ogni fase del ciclo di produzione e che sprona e stuzzica l'interesse del cliente e influenza la sua decisione di acquisto. Un fattore decisivo a riguardo è anche il prezzo, proporre il giusto prezzo per il bisogno che il prodotto soddisferà e riflette ovviamente il valore intrinseco di un prodotto; infatti, il prezzo deve essere tale per cui racchiuda al suo interno tutto il valore per cui il cliente è disposto a pagare.

È chiaro come il cliente è il fulcro della logica Lean, in Giappone, infatti, si parla di "okyakusana" che significa sia cliente che ospite e questo fa riferimento al fatto che in questo tipo di logica bisogna trattare il cliente come un ospite speciale, non è un semplice soggetto a cui vendere il prodotto ma è appunto un ospite di cui bisogna ascoltare i bisogni e soddisfarli per il meglio.

1.3.1.2 FLUSSO DEL VALORE

Con il secondo principio si fa riferimento all'identificazione del flusso del valore, se prima si è parlato del significato del valore (determinato dalla qualità, dal prezzo e dal rispetto dei tempi di consegna), adesso si affronta la tematica di dove quel valore si colloca all'interno dell'azienda, è importante e essenziale capire dove quel valore si localizza e in che modo si genera e si sviluppa.

È necessario in questa fase individuare quali sono le attività che sono mirate al cliente e che generano valore per esso, in modo da discriminare già quali sono quelle attività che risultano essere superflue (ovviamente esistono delle attività che possono anche non creare valore ma che però sono indispensabili per la realizzazione del prodotto).

Possano esistere diverse attività:

- Attività che creano valore
- Attività che non creano valore ma che risultano essere indispensabili
- Attività che non creano valore e che possono essere quindi eliminate

I giapponesi chiamano tutte le attività che non apportano valore "Muda" ossia spreco e arrivati a questo punto sembra chiaro come l'azienda deve essere sempre sul pezzo nell'analisi delle attività svolte e che deve concentrarsi solo su queste cercando parallelamente di abbattere e eliminare quelle a zero valore aggiunto (quelle che sono appunto uno spreco da un punto di vista di risorse, denaro e tempo).

Ovviamente non si deve prendere in considerazione solo il flusso del valore interno all'azienda ma anche quello all'esterno, ossia essere anche capaci di uscire dai confini aziendali prendendo in analisi tutte le collaborazioni con altri soggetti (coinvolti comunque nella catena del valore).

È importante coinvolgere anche loro perché anche quest'ultimi generano dei flussi di prodotti e informazioni che devono essere gestite sempre con l'obiettivo di ridurre gli sprechi e in modo da avere un impatto meno decisivo sul processo aziendale. Molte sono le imprese che decidono di compiere azioni di outsourcing, perché magari non possiedono le competenze adatte per svolgerle o semplicemente perché sono ritenute attività poco strategiche e che non appartengono al loro core business. Proprio per questo motivo, si rende necessario coinvolgere anche le parti esterne per snellire sempre di più i vari processi di collante.

Il flusso del valore deve essere in qualche modo tracciato e mappato per avere un quadro generico di tutti i flussi e i relativi valori apportati. I flussi possono essere di diverso tipo, possiamo trovarci davanti a flussi di materiali (quindi con inizio dalle materie prime e termina con il prodotto finito) oppure a flussi di informazioni. L'analisi del flusso di valore, che ricordiamo fa riferimento a tutte quelle attività che combinate tra di loro sono necessarie alla trasformazione delle materie prime in prodotto finito, porta sempre a mettere in evidenza sia gli sprechi e le sue declinazioni (MUDA) ma anche a distinguere le attività nelle 3 categorie sopracitate.

I flussi del valore maggiormente riconosciuti sono 3:

- Progettazione/sviluppo Prodotto
- Gestione Ordini
- Produzione dei Beni /Erogazione dei Servizi

Gli strumenti per mappare il valore sono diversi e con ognuno con uno scopo ben preciso:

- Flowchart (diagramma di flusso)
- Value stream map
- Brown Paper Chart
- Spaghetti Diagram
- ...

Questi sono tutti strumenti parlanti e vivi, e devono essere utilizzati dopo il loro realizzo altrimenti risulta essere una perdita di tempo (la perdita di tempo è uno dei Muda).

1.3.1.3 FLOW

Se nella fase precedente si analizza il flusso del valore finalizzato all'eliminazione degli sprechi e successivo focus sulle attività che portano valore all'impresa, in questa fase si parla di "Flow" ossia della definizione del flusso di valore continuo e diventa così il fulcro di tutte le azioni. Nella logica Lean, il flusso di valore deve scorrere in modo limpido e continuo senza interruzioni/ostacoli. In questo principio cadono due dei 7 Muda che successivamente analizzeremo: scorte elevate (anche quelle interoperazionali) e alti tempi di attesa. Questi due punti sono facilmente evitabili se si ragiona in quest'ottica, ossia realizzare dei flussi che si muovano senza barriere e per far ciò è necessario che le varie fasi del processo si muovano in sincrono e a loro volta devono essere perfettamente allineate con il ritmo del cliente.

Tutte le funzioni aziendali devono essere sulla medesima lunghezza d'onda e tutti devono abbracciare i medesimi obiettivi:

- Riduzione del lead time
- Realizzare degli spazi di lavoro efficienti e efficaci
- Monitorare l'andamento della produzione

In questa tematica subentra il concetto di "One piece flow" ossia "flusso a pezzo singolo", non è altro che una produzione che avviene sulla base di realizzazione di pezzi singoli che si muovono fluidamente nel sistema senza giacenze. Questo è un metodo che permette una riduzione dei tempi di set up, delle giacenze a monte e a valle ed è un metodo che viene supportato da altri strumenti come la tecnica delle 5S (separare- riordinare-pulire-sistemare-diffondere).

In conclusione, questa logica permette di avere tutte le attività richieste per realizzare un prodotto (progettare, ordinare e fornire) in linea in un flusso continuo.

Ovviamente per attuarlo è necessario coinvolgere tutte le funzioni aziendali perché tutti devono essere allineati per garantire una rapida risposta al cliente e devono muoversi all'unisono per sostenere la continuità del flusso.

Non solo bisogna richiedere l'allineamento interno dell'impresa, ma anche quello esterno; per avere infatti un successo della logica Lean a 360 gradi è necessario coinvolgere tutte le figure individuate nella catena del valore interne ed esterne. Ovviamente la prassi di messa in pratica di tutto il sistema non è propriamente semplice, richiede tempo, coinvolgimento, gli strumenti adatti, organizzazione del lavoro ecc...

Il primo passo da compiere per generare e sostenere un flusso il più fluido e scorrevole possibile è focalizzarsi sull'oggetto di riferimento che può essere un prodotto come anche un progetto e seguirlo attentamente dalla sua genesi al suo termine.

Il secondo step da perseguire è quello di staccarsi dalla logica rigida del modello tradizionale e tutti i suoi relativi blocchi e infine studiare e rivedere tutte le pratiche di svolgimento delle varie attività in modo da ridurre/azzerare gli sprechi. Questi tre step devono essere realizzati in modo parallelo e non separati e in sequenza.

Come è stato più volte ribadito, è importante garantire una continuità di flusso solo di quei prodotti che sono effettivamente richiesti dal cliente e che quindi soddisfano i suoi bisogni, non a caso qui subentra il concetto di "pull".

1.3.1.4 PULL

Il cliente è il cuore pulsante di tutto questo nuovo meccanismo, perché tutte le attività vengono e devono essere svolte solo con l'unico scopo di soddisfare le sue esigenze, perché se queste venissero svolte con modalità e tempi differenti da quanto richiesto dal cliente si genererebbero immediatamente dei Muda.

"Pull" significa appunto tirare, è il cliente infatti che tira la produzione e questo si traduce in gergo aziendale nella progettazione, programmazione e realizzazione di ciò che richiede espressamente il cliente e il tutto svolto secondo dei tempi pattuiti con lui stesso. Se da una parte, nell'ottica tradizionale, il sistema push si basa su una previsione e quindi il prodotto è già stato realizzato quando arriva l'ordine da parte del cliente e questo genera scorte elevate, dall'altra parte si ha l'ottica pull dove è la domanda stessa a guidare la produzione e quindi il pensiero è del tipo che ogni prodotto viene fabbricato solo dopo l'arrivo dell'ordine del cliente e questo porta innovativi vantaggi: brevi tempi di consegna, magazzini ridotti, eliminazione della sovrapproduzione e continuità dei flussi.

Deve essere chiaro che i bisogni dei clienti sono volubili e in continuo cambiamento ed è per questo che è necessario sempre avere un approccio di miglioramento continuo che permetta di essere sempre più puntuali nella risposta. La logica pull deve impregnare ogni aspetto della catena del valore, dai fornitori al cliente finale e in quest'ottica ci deve essere una condivisione di informazioni.

1.3.1.5 PERFEZIONE

Quinto principio della Lean è proprio la perfezione, non ha un significato prettamente qualitativo ma riveste un ruolo estremamente decisivo e si traduce in molteplici significati: consegnare al cliente quello che vuole, nel momento in cui esplica il bisogno, concederglielo ad un prezzo adatto e generando il minimo spreco.

Ciò che si associa spesso alla perfezione è la trasparenza: tutti i soggetti devono essere allineati e soprattutto tutti devono essere al corrente di quello che viene svolto in modo da avere sempre nuovi spunti di miglioramento.

Due sono gli approcci che possono essere percorsi per il perseguimento della perfezione:

1. Kaizen
2. Kaikaku

Il kaizen è un approccio che persegue il miglioramento continuo attraverso piccole azioni di intervento quotidiane e si inizia dall'evidenza delle persone che attraverso un approccio di GEMBA individuano tutti gli aspetti da sottoporre a valutazioni di miglioramento. Al contrario, Kaikaku è un cambiamento radicale che sconvolge tutta la catena del valore e che impiega maggiori risorse (tempo e materiali) per essere portato a compimento. Il kaikaku (top-down) potrebbe sembrare di essere meno impegnativo nella sua esecuzione perché molte volte sono azioni profonde che provengono dall'alto e non lascia tempo a porsi domande e dubbi; mentre il kaizen (bottom-up) è più faticoso perché le soluzioni e le situazioni vengono vissute da coloro che svolgono il GEMBA e quindi è un percorso sempre in continua evoluzione. Ovviamente entrambi gli approcci sono necessari e dipendono dal contesto in cui devono essere applicati ma entrambi richiedono degli aspetti specifici da svolgere: messa in piedi di un progetto, le risorse e le persone che saranno necessarie e gli obiettivi numerici che devono essere perseguiti in un determinato arco temporale. È importante sottolineare che è fondamentale non prendersi carico di tutti i progetti ma di selezionarli e perseguire quelli di cui si dispone le risorse perché la filosofia che c'è dietro è del tipo "fare una cosa per volta e quelle cose scelte farle fino al loro completamento". È efficace al raggiungimento della perfezione, l'esposizione, a tutti gli enti coinvolti, del flusso individuato e il valore individuato dal cliente in modo che tutti abbraccino allo stesso modo la causa di generare miglioramento continuo (CIP: Continuous Improvement process o PMC: processo di miglioramento continuo).

1.3.1.5.1 KAIZEN O CIP/PMC?

Kaizen e PMC non sono principi uguali ma ritengo sia importante fare un piccolo approfondimento: il kaizen deriva dal giapponese dalla combinazione di due parole, ossia "kai" che significa "cambiamento" e "zen" che significa "per migliorare" e quindi vuol dire che è un approccio in cui le sfide vengono viste e accolte sempre come delle opportunità e vengono accettate con proattività e da qui deriva una ricerca della perfezione che non ha mai fine. Il kaizen è quindi un insieme di piccoli e continui progressi che si accumulano nel tempo e che coinvolge tutti gli enti dell'organizzazione aziendale: dai dirigenti agli operai.

Il PMC, invece, è un miglioramento più contornato e che si riferisce alle postazioni di lavoro nei processi, ad oggi questo tipo di visione delle cose, viene applicato anche alle organizzazioni e non è altro visto come una serie di tanti piccoli passi di miglioramento continuo che tendono alla perfezione e non la raggiungono. Il tutto deve essere accompagnato da una forte cultura dell'errore, ossia quest'ultimi devono essere considerati come opportunità di miglioramento e non come un fallimento, bisogna coglierli, analizzarli per vedere quali sono state le falle e le cause origine.

Un'altra differenza da mettere in evidenza è tra "kaizen" e "innovazione": la prima può essere vista come una sorta di scala caratterizzata da gradini molto piccoli e costanti, mentre l'innovazione è intesa come una scala con gradini più alti e che genera più fatica perché il ritmo è più ad intermittenza e per questo risulta essere più faticoso.

1.3.1.6 APPROFONDIMENTO: LA FILOSOFIA GEMBA

Come è stato citato precedentemente, ora affrontiamo il significato della GEMBA. La GEMBA descrive quindi il luogo in cui i dipendenti di un'impresa svolgono il loro lavoro e attività, ossia fa riferimento alla descrizione di un "luogo corretto", ossia il luogo corretto in cui debbano verificarsi certe attività.

Il termine GEMBA deriva dal giapponese e significa appunto "reparto" e sta ad indicare il luogo in cui bisogna recarsi per individuare più facilmente tutte le inefficienze. Questo approccio sottolinea la rilevanza della posizione degli uffici, questi infatti devono essere collocati in reparto ossia a stretto contatto con la produzione. Può sembrare un concetto scontato ma in realtà è presente l'approccio contrario, c'è ancora molto distacco tra uffici e produzione e questo rallenta molto sui tempi di azione, sul flusso di informazioni ma anche sulla produzione. È infatti essenziale per una più veloce individuazione degli sprechi, la presenza costante sul campo (quindi fuori dall'ufficio) in modo da avere sempre chiaro quali sono i punti su cui è possibile intervenire e migliorare.

Si parla appunto di "Gemba walk", ossia il momento in cui i manager si alzano dalla propria sedia della scrivania e "camminano" appunto nel reparto, qui si confrontano con gli operatori, li si osserva nell'esecuzione delle loro attività e si individuano già possibili inefficienze.

I tre atteggiamenti che costituiscono il gemba walk sono:

- **Camminare e vedere:** si sottolinea l'importanza dell'uscire dalle mura del proprio ufficio per entrare in reparto e osservare tutti gli elementi che lo caratterizzano in modo da discriminare correttamente le inefficienze, anomalie in poche parole tutte le attività che non apportano valore ma allo stesso tempo questo è un approccio anche per individuare possibili soluzioni di miglioramento continuo
- **Informarsi:** è molto importante che si sia confronto e ascolto attivo in modo da avere anche dei confronti costruttivi.
- **Rispetto dei dipendenti:** è fondamentale stabilire un legame con i propri dipendenti, il quale deve essere paritetico, ossia manager e operatore sono sullo stesso livello. Il manager deve offrire apertura e comprensione e soprattutto umiltà, deve capire in modo discreto quali sono i punti di debolezza dell'organizzazione e successivamente trovare delle soluzioni (anche coinvolgendo il personale).

L'atteggiamento del tipo "allontanati dalla scrivania e vai a vedere e imparare" ricade nell'espressione "Genchi Genbutsu" finalizzato appunto alla riduzione del gap tra prime linee e produzione.

Gli operatori sono il punto di riferimento per capire velocemente quali sono le inefficienze che appartengono ad una particolare linea di produzione o su una specifica macchina.

1.3.2 I SETTE MUDA DELLA LEAN PRODUCTION

Tutto l'approccio Lean fino ad adesso descritto si focalizza sulla riduzione o addirittura eliminazione di qualsiasi forma di spreco che si può generare, perché in loro è identificata la principale perdita di valore. Muda è un termine giapponese che tradotto in italiano significa "spreco", inteso come tutto ciò che ostacola la creazione di valore generando invece delle spese.

Ci sono tre parole in particolare a cui si fa riferimento quando si parla di spreco, queste sono racchiuse nella dicitura "3M":

- Muda: spreco
- Muri: sovraccarico
- Mura: irregolarità

Esse si vedono sottoforma di ciclo, infatti si richiamano a vicenda: l'irregolarità causa muri che a sua volta genera sprechi ossia muda e questi a loro volta generano altri muri e così via. Gli sprechi non sono tutti eliminabili, infatti bisogna capire e contraddistinguere la loro tipologia:

- Muda di tipo uno: sono attività che di per sé non generano valore aggiunto ma che sono essenziali per la realizzazione del processo
- Muda di tipo due: attività che invece distruggono valore e che quindi è necessario rimuoverle

In questo argomento Taiichi Ono, fondatore del Toyota Production System (TPS), aveva le idee molto chiare, lui infatti ribadiva un concetto molto importante e che poi rappresenta le fondamenta della logica di Lean, ossia avere chiaro il tempo che intercorre tra il momento in cui si riceve l'ordine da parte del cliente e il momento in cui si incassa il denaro, e il suo obiettivo era quello di fare tutto il possibile per ridurre questo arco temporale. Per ridurlo è necessario individuare e denunciare tutte le possibili forme di spreco e non a caso ha identificato 7 tipi di Muda:

1. **Sovraproduzione:**

Rappresenta lo spreco più gravoso, l'obiettivo è sempre quello di ridurre il lead time e lo si fa producendo esattamente quello che viene richiesto dal cliente, nei tempi da lui richiesti e offrendo un'alta qualità.

Questa situazione si verifica nel momento in cui l'azienda non segue la domanda del mercato producendo e immettendo in esso più di quanto viene richiesto e soprattutto non seguendo le tempistiche giuste (immettere il prodotto troppo presto disorientando il cliente che non è ancora pronto oppure immettendolo troppo tardi quando ormai il cliente si è rivolto ai competitors).

2. Spreco di tempo:

Fa riferimento a tutte quelle volte in cui il processo si interrompe per mancanza materiali, informazioni, assenza operatori, intervento manutentivo e genera quindi un'attesa.

3. Spreco di movimento:

è importante far compiere all'operatore le azioni strettamente necessarie per svolgere la propria attività in modo tale da non creare nel lungo periodo malumori e scontenti che potrebbero riversarsi sulla qualità dell'output.

4. Il trasporto:

E' visto come lo spostamento inutile di qualsiasi materiale da un posto all'altro, risulta essere molte volte un'operazione necessaria ed è per questo che si può intervenire solo con operazioni di riduzione del tempo. Il tempo in questo caso è una variabile da tenere controllata perché genera diversi sprechi come magari il deterioramento di alcuni prodotti oppure la loro obsolescenza.

5. Sovra-processamento:

Si riferisce a tutte quelle attività di definizione di un processo che non apporta nessun valore aggiunto. È uno spreco che si genera quando ad esempio non si prende in considerazione i reali bisogni dei clienti e quindi si finisce per deviare dall'obiettivo, magari inserendo processi insignificanti per quest'ultimo.

6. Scorte:

E' tutto ciò che rimane inutilizzato nel magazzino e questo genera ovviamente dei costi e degli svantaggi come l'obsolescenza dei prodotti, allargamento dei lead time e soprattutto necessitano di spazio. È utile fare un'analisi delle materie in magazzino in modo da identificare quali sono quelle effettivamente indispensabili e quali invece occupano spazio inutilmente.

7. Difetti e scarti:

Uno dei fulcri di tutta l'attività Lean è quello di ridurre al minimo i difetti e quindi gli scarti a discapito di un'alta qualità da offrire al cliente. Infatti, i difettosi sono tutti quei prodotti che non rispecchiano le specifiche interne di lavorazione e che quindi devono essere o rilavorati (generando costi aggiuntivi ma anche perdendo tempo) o addirittura scartati.



Figure 2: I sette tipi di Muda

Possiamo in conclusione dire che il tutto può essere riassunto in tre punti chiave:

1. Azzerare ogni tipo di scorta e giacenza
2. Eliminazione di ogni tipo di difetto nella produzione, movimentazione e progettazione
3. Ottimizzazione dei layout produttivi

Gli interventi per ridurre/eliminare gli sprechi non sono scontati e soprattutto non sono sempre semplici e lineari, questi possono essere divisi in due blocchi:

1. Sprechi che possono essere immediatamente eliminabili che rappresentano la maggioranza
2. Sprechi che non sono immediatamente eliminabili e costituiscono la minoranza

Sui primi si può intervenire immediatamente con degli eventi Kaizen, mentre per i secondi bisogna mettere in pratica soluzioni più drastiche che implicano la modifica e intervento sui processi.

1.3.3 JIT- JUST IN TIME

L'approccio JIT ossia "Just in Time" è una tecnica di gestione delle scorte che si muove con l'obiettivo di aumentare sempre di più l'efficienza, in particolar modo per avere sempre delle giacenze contenute.

Il Just in time è una filosofia che va a stretto braccetto con il concetto di Lean Manufacturing proprio perché il JIT è possibile applicarlo solo quando si è di fronte ad una produzione snella e lineare e solo così è funzionale per ottenere efficienza. Come sostiene il metodo Lean, è necessario eliminare gli sprechi e quindi è proprio qui che si intreccia il JIT: evitare ciò che non serve e approvvigionare il necessario per avanzare nella produzione; quindi, in poche parole significa prendere solo quello che serve.

Essa non è altro che una metodologia organizzativa che costituisce la linfa vitale del sistema Pull (uno dei 5 principi cardini della logica Lean) ossia fare e rifornirsi solo di ciò che viene richiesto dal cliente evitando così la generazione di elevate scorte in magazzino.

Il principio di fondo della logica è quello che ha adottato Ford, rappresentabile dall'espressione "dock to factory floor" ossia portare le risorse dalla banchina pacchi alla produzione evitando di passare dal magazzino. Questo concetto nasconde tra le righe un chiaro ragionamento: ridurre il più possibile il tragitto di movimentazione delle materie e questo consente di ottenere anche vantaggi in ottica di tempo: riduzione del lead time. Si ha quindi una produzione su ordinazione, che permette di ridurre i tempi di consegna, i costi di stoccaggio, diminuzione di problemi di obsolescenza e deterioramento ecc...

VANTAGGI	SVANTAGGI
Riduzione del problema di obsolescenza dei prodotti	Non c'è margine per commettere errori (fornitore ha un ritardo di consegna)
Capacità di reazione di risposta alle fluttuazioni del mercato	Difficoltà di accogliere ordini inaspettati
Ottimizzazione del flusso dei materiali	Non c'è tempo per contrattare con il cliente
Minimizzazione dei costi: meno costo di stoccaggio e di deterioramento dei prodotti	-
Costi più contenuti per l'acquisto delle materie prime perché si acquistano solo le quantità strettamente necessarie	-
Eliminazione degli sprechi in termini di tempo, giacenza, trasporto..)	-

L'obiettivo è quello di eliminare qualsiasi costo legato all'accumulo delle materie prime perché tutto ciò che non viene usato non genera alcun valore. Ovviamente per avere un JIT lineare è necessario che ci sia un perfetto intreccio di diverse condizioni:

- Tempi brevi di reazione nel momento in cui arriva un ordine.
- L'acquisto dei materiali deve essere efficiente ossia comprare solo ciò che richiede la produzione di quel prodotto
- Nel momento in cui giunge l'ordine alla produzione, è necessario che questo venga elaborato realizzando solo le quantità richieste
- A questo punto, realizzato il prodotto è importante che questo venga spedito subito in modo che non occupi alcun spazio in magazzino.

I requisiti necessari:

- Ci deve essere allineamento tra i vari soggetti coinvolti: fornitori, produttori e clienti. Tutti devono avere a disposizione le medesime informazioni e queste devono muoversi in modo fluido senza intoppi
- È molto importante circondarsi di fornitori che siano affidabili
- È importante avere anche strumenti affidabili di previsioni precise in modo da essere rapidi nella risposta della variazione di domanda

Il concetto di JIT calza a pennello con la filosofia Pull, vista precedentemente, dove appunto il prodotto viene tirato dal cliente e quindi gli si consegna quello che vuole, nelle quantità richieste e quando lo richiede ed è come se ci si muovesse in un'ottica di "one piece flow" ossia il sistema può essere talmente stressato fino ad arrivare alla produzione di un unico pezzo alla volta.

Nell'ottica pull, non viene usato uno strumento di previsione di domanda che può generare, come nell'approccio Push, casi di sovrapproduzione, ma si ha un approccio a "tirata", come se ogni fase fosse il cliente della fase prima e così via.

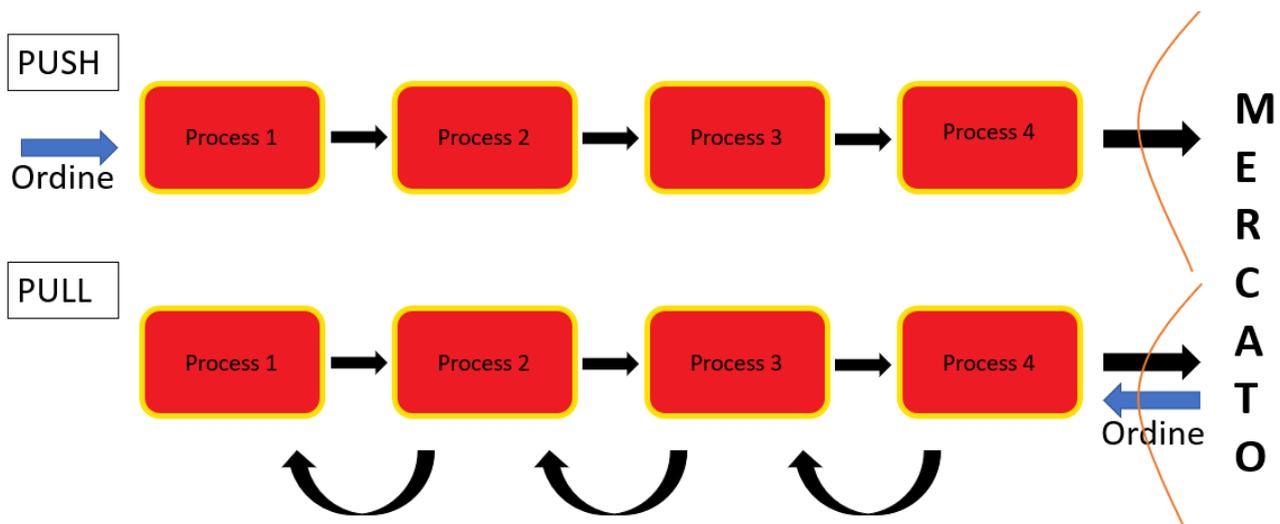


Figure 3: Differenza tra logica "Pull" e "Push"

Nell'immagine soprastante è molto evidente il concetto del mercato che tira la produzione. In un sistema "push" il tutto inizia da uno specifico strumento chiamato MRP, che viene adottato per la previsione della domanda, permette infatti di andare a stabilire quali sono i materiali necessari e in quali quantità, permette inoltre di scandire i momenti in cui i materiali saranno necessari nel rispetto della programmazione e soprattutto di coordinare i tempi di consegna per perseguire sempre l'obiettivo di soddisfare la richiesta del mercato. Quindi, l'MRP preleva le informazioni di cui ha bisogno dal mercato e lavora principalmente sui lead time di consegna.

Se si ha un passaggio nell'ottica "pull", si vede come ogni singolo step del processo diventa il cliente di quello prima, quindi la richiesta di un nuovo prodotto, ad esempio, proviene dal mercato e raggiunge l'ultima fase a valle e poi a ritroso si raggiunge il primo step del processo e quindi la richiesta raggiunge il lato fornitori dove si ordinerà solo il necessario per elaborare l'ordine. Così facendo, ci si muoverà sempre nell'ottica di realizzare solo quanto viene richiesto, riducendo al minimo gli sprechi e avendo un focus sempre maggiore sulla qualità da consegnare al cliente (è chiaro che comunque è sempre necessario avere un minimo di scorta per evitare di avere ordini inevasi, perché la domanda è sempre fluttuante in quanto il mercato è sempre in continuo movimento). L'approccio "pull" può essere visto in tre ottiche:

1. Supermercato

Ogni processo viene visto come una sorta di supermercato, ossia un magazzino che presenta al suo interno una determinata quantità di prodotto. La legge che è presente in ogni "supermercato" è quella di ripristinare quanto è stato prelevato dalla fase successiva a valle e questo avviene emettendo un cartellino ("kanban") che giunge alla fase precedente a monte che avrà il compito e il dovere di produrre e rifornire quanto è stato perso alla fase successiva. È assolutamente importante che ogni fase pensi al rifornimento delle proprie materie per essere sempre provvista di ciò che ha bisogno.

2. Sequenziale

Questo è un sistema che si sposa perfettamente con i casi in cui ci sono moltissimi componenti di cui bisogna considerare in magazzino; qui i vari elementi che costituiscono l'inventario vengono "riforniti" tramite ordini specifici.

Un ruolo decisivo viene svolto dalla programmazione della produzione che deve realizzare il corretto mix degli elementi per produrre il prodotto finito. Si parla di "pull sequenziale" proprio perché le fasi a monte ricevono delle indicazioni di produzione e quanto prodotto viene inviato a valle e tutta la sequenza deve essere accompagnata dalla logica FIFO ("First in, first out" ossia prelevare il primo materiale che arriva e quindi il primo che entra è anche il primo che esce). È un sistema da realizzare più complesso del precedente, perché tutte le fasi tra di loro devono essere perfettamente allineate per evitare che ci siano rotture di stock e quindi malumori tra i clienti.

3. Sistema ibrido supermercato- sequenziale

È un sistema che prevede i punti salienti dei due approcci precedenti: si usano contemporaneamente sia il concetto dei supermercati che la gestione dei componenti "su ordinazione".

1.4 STRUMENTI DELLA LEAN PRODUCTION

Alla base del pensiero snello vi sono numerosi strumenti da poter adottare per iniziare ad avere un approccio di questo tipo: Kanban, Kaizen Blitz che sono concetti fondamentali per la logica pull.

1.4.1 LOGICA PULL:

1.4.1.1 KANBAN

Il Kanban è un sistema di segnali che viene adottato per la trasmissione di informazioni, in particolar modo nella gestione dei materiali in modo tale da non avere dei MUDA ossia un eccesso di materiali. La parola "kanban", infatti, significa "segnale" o "scheda/cartellino". Il Kanban ha un ruolo decisivo proprio nella logica "pull" in cui i vari step di processo vengono visti da valle a monte proprio perché solo così si ha la possibilità di produrre solo le quantità richieste/necessarie. È un sistema che permette quindi di intervenire, riducendo, la sovrapproduzione e fa da collante tra tutte le fasi del processo e la domanda del cliente. Questo cartellino porta al suo interno diverse informazioni relative al componente o prodotto che rappresenta come: la provenienza e il luogo che deve raggiungere, peso, quantità ecc...

Il kanban può essere visto come una sorta di segnale di lancio produzione, ogni qualvolta che termina un prodotto questo viene usato per autorizzarne il ripristino della quantità necessaria. Ad ogni cartellino è assegnato un contenitore che si muove tra i vari step del processo preso in considerazione. Quando un contenitore con i prodotti richiesti raggiunge la fase in cui verrà impiegato, il cartellino viene tolto e da questo momento in poi rappresenterà lo strumento di lancio produzione per riempire nuovamente il contenitore. Questo concetto fino ad adesso descritto rappresenta il concetto di "kanban di produzione".

Un'altra importante tipologia di kanban è il "kanban di consegna" che invece autorizza l'acquisto. Questo tipo di kanban viene usato per gestire tutta la catena di approvvigionamento a monte; infatti se a monte sono presenti questi, a valle invece vengono impiegati quelli di produzione. I kanban di consegna servono per avvisare che si necessitano dei prodotti che devono essere lavorati allo stadio successivo; ovviamente è importante capire che se servono nel processo dei kanban di tipo produzione, automaticamente serviranno dei kanban di tipo di consegna, proprio perché quest'ultimi tirano del materiale in ingresso che verrà impiegato dal sistema produttivo. Come per quelli di produzione, quando questi vengono staccati è perché si sta generando una nuova autorizzazione per richiamare nuovo materiale in modo da non lasciare la produzione sprovvista.

Per garantire una fluida movimentazione dei cartellini viene usata una sorta di bacheca, nel frangente di tempo in cui i cartellini vengono rimossi dai relativi contenitori e attendono di essere riattaccati nuovamente, possono attendere su questa.

Questi analizzati sono solo due dei possibili tipi di kanban che vengono impiegati, altri sono:

- **Kanban di trasferimento:** permette di coordinare e gestire il flusso di un prodotto o di un materiale da un'area di lavoro all'altra. L'obiettivo principale di questo è quello di avere una movimentazione dei materiali quasi immediata.
- **Kanban di segnalazione:** cartellino usato per lanciare messaggi che richiedono un'azione di intervento tempestiva, la segnalazione può riguardare diverse tematiche, come magari il ritrovamento di un difettoso o addirittura un'inefficienza del sistema di produzione.
- **Kanban di manutenzione:** impiegato per assegnare ad una specifica macchina o impianto un intervento di manutenzione preventiva.

Ovviamente più il sistema kanban dell'impresa viene seguito correttamente, più si avrà un sistema sempre più efficiente. Come ogni logica, anche qui sono presenti delle regole che devono essere seguite:

1. Il numero dei kanban che sono in circolazione nel sistema deve rimanere invariato e quindi costante.
2. È chiaro che il lancio della produzione deve avvenire solo e solamente nel momento in cui si riceve un segnale di richiesta produzione.

Ovviamente, il numero dei kanban che devono essere presenti non è un numero aleatorio ma può essere stabilito attraverso una formula:

$$N = \frac{M * T * (1 + SS)}{Q}$$

Dove: N= numero di kanban necessari

M= Consumo medio giornaliero (pzz/gg)

T= tempo di copertura che cambia a seconda del tipo di kanban a cui si fa riferimento

SS= scorta di sicurezza espressa in percentuale

Q= pezzi per contenitore (pzz/contenitore)

L'adozione del kanban porta con sé numerosi vantaggi:

- Permette di avere una visualizzazione chiara della situazione del flusso di processo e garantisce una partecipazione attiva di tutti i membri del team, proprio perché loro in primis possono sapere immediatamente la situazione in cui riversa ogni processo.

- Permette di limitare al minimo il “lavoro in corso (WIP)”, infatti si fanno partire solo le attività necessarie in modo di avere sempre più un flusso costante e controllato.
- È un approccio che garantisce efficienza e fluidità di tutte le operazioni coinvolte, esattamente come predica la logica Lean.
- È chiaro come è un metodo che permette di attaccare e erodere tutti i possibili sprechi che possono subentrare nella produzione (tempi, persone, materiali..) proprio perché ognuno ha un ruolo ben definito e si produce solo quanto richiesto.
- Garantisce un miglioramento della pianificazione che sarà più precisa e accurata.
- Garantisce piena flessibilità, concetto fondamentale dalla logica pull e che permette di essere sempre sulla stessa lunghezza d’onda del cliente e a qualsiasi suo cambiamento.

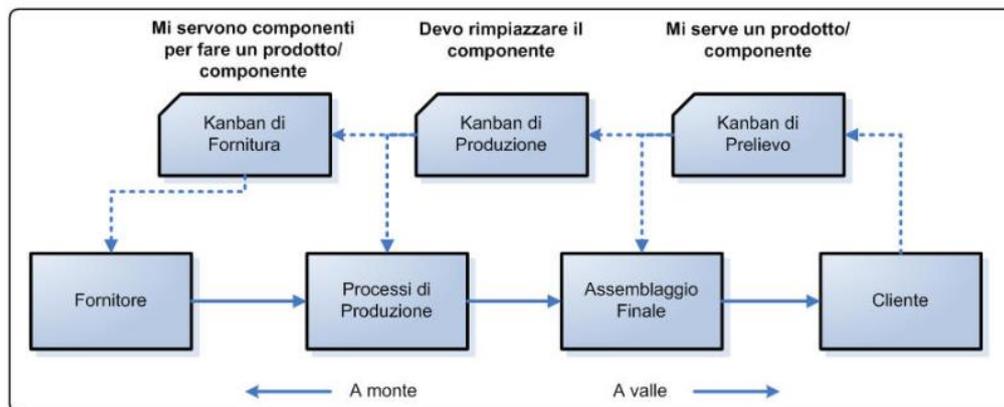


Figure 4: Kanban come collegamento tra monte e valle (fonte: <https://www.leanmanufacturing.it/strumenti/kanban.html>)

1.4.1.2 IL KAIZEN BLITZ

Il kaizen blitz non è altro che un’applicazione limitata nel tempo (3 giorni) dello strumento del miglioramento continuo, infatti si tratta di evento che si genera nel momento in cui si individua una necessità e una tematica che si vuole approfondire. Consiste nell’aprire un gruppo di lavoro, quindi un team di tot persone, che avranno il compito di mettere in campo tutti gli strumenti necessari per portare a casa l’obiettivo. L’obiettivo può essere di diversa natura: riduzione dei tempi necessari per svolgere una certa operazione (come ad esempio un set up), ottimizzazione degli spazi o stock, riduzione dei lead time, riduzione del “waste” (scarto). Ovviamente, il gruppo deve avere a capo un team leader che illustrerà l’obiettivo che si vuole raggiungere e soprattutto illustrerà i dati fino a quel momento raccolti, che sono la base di partenza per individuare possibili azioni correttive e di conseguenza implementarle.

1.4.1.3 PDCA

PDCA è un acronimo che sta per PLAN – DO – CHECK – ACT ossia “pianifica – metti in pratica- verifica e agisci. È una procedura che ha una movimentazione circolare che permette di portare avanti il concetto del miglioramento continuo che è previsto dalla filosofia kaizen e dalla lean production.

1. Plan" fa riferimento alla necessità di avere un piano guida lungo il quale muoversi per raggiungere specifici obiettivi;
2. "Do" indica il mettere in pratica quanto è stato pianificato e si raccolgono i dati derivanti dall'implementazione;
3. "Check" è la fase in cui si verifica se le attività che sono state messe in essere stanno portando i risultati previsti secondo il piano, anche qui si raccolgono i dati e li si confronta per vedere se c'è qualche scostamento e di conseguenza agire per andare nella direzione prefissata, a questo proposito molto utili sono l'impiego di KPI, quindi di indicatori che permettono di avere l'andamento del confronto e che ci permettono di capire se effettivamente si sta verificando un miglioramento;
4. "Act", ultima fase dove indica l'attività di mantenere quanto è stato attuato fino ad adesso e di renderlo eventualmente standard, se invece è necessario apportare modifiche, si avvia un nuovo piano di PDCA. Con l'Act si sta ufficializzando da parte dell'impresa l'implementazione effettiva della procedura che è stata analizzata e lo si fa attraverso due principali strumenti: la SOP (Standard Operating Procedure) che è la descrizione per punti di tutti i passaggi che devono essere svolti per fare una certa attività o l'OPL (One Point Lesson) che invece ha l'unico obiettivo di andare ad approfondire uno dei punti della SOP in modo più dettagliato.

Questo strumento presenta, dunque, un approccio iterativo che mette da parte tutte le considerazioni soggettive e che abbraccia solo dati oggettivi che derivano da analisi.

1.4.2 TECNICHE DI MAPPATURA:

1.4.2.1 LA VALUE STREAM MAPPING E LA SPAGHETTI CHART

Come è stato detto nelle pagine precedenti, uno degli obiettivi della Lean production è quello di mettere in evidenza quali sono gli sprechi ("MUDA") su cui bisogna intervenire, è importante avere una mappa chiara della situazione che metta in evidenza il valore aggiunto di ciascun'azione e step di processo.

Gli strumenti maggiormente usati sono:

- La value stream mapping
- Spaghetti chart

La value stream mapping ("mappatura della catena del valore"): è uno strumento che viene usato per visualizzare il flusso del processo e per avere un'immediata visione degli sprechi, e serve proprio per andare a realizzare di conseguenza un piano di azioni per ridurli e/o eliminarli laddove è possibile. È quindi una rappresentazione grafica delle operazioni che vengono svolte dall'ingresso delle materie prime fino alla consegna del prodotto finito al cliente finale. È uno strumento il cui utilizzo è finalizzato ad apportare miglioramenti non singoli ma bensì globali e quindi sull'intero flusso.

Ci sono due stati:

- La current state map: rappresenta la situazione che presenta il prodotto all'interno della catena
- La future state map: non è altro che quella parte che invece permette di vedere il prodotto nel futuro, ossia dove si vorrebbe che arrivasse.

Presenta chiare e precise regole, che permettono di intrecciare tra di loro sia i flussi di materiali che quelli informativi e poi permette di omogenizzare tutto l'organico dell'azienda in modo da muoversi tutti allo stesso ritmo. È necessario applicare rigorosamente le regole che porta con sé in modo da individuare azioni mirate e accurate evitando di attuare provvedimenti istintivi.

Essa presenta dunque degli schemi e dei simboli specifici come illustrato nell'immagine:

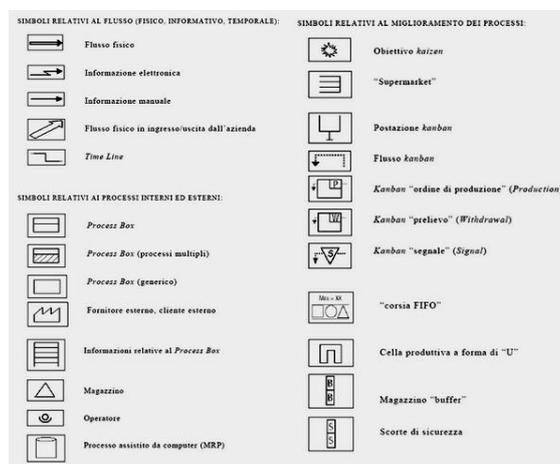


Figure 5: Simboli e logiche VSM (fonte: <https://www.leanmanufacturing.it/strumenti/valuestreammapping.html>)

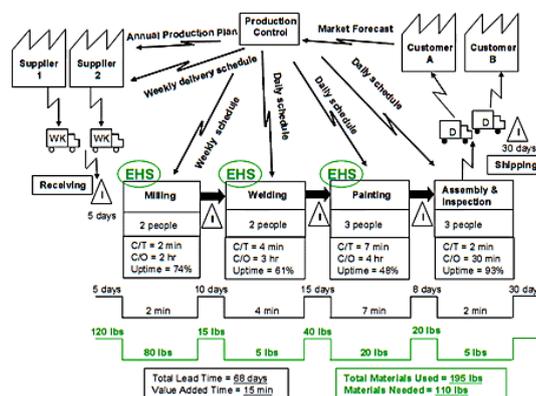


Figura 6: Esempio di VSM (fonte: <https://www.leanmanufacturing.it/strumenti/valuestreammapping.html>)

La spaghetti chart permette di visualizzare i flussi di materiali, persone e anche informazioni. Come si realizza? Prendere penne colorate e un foglio del layout dello stabilimento o dell'impianto che si vuole analizzare e si inizia a segnare tutto il percorso che un prodotto o una persona compie durante un intervallo di tempo. Questa è una mappatura di tutte le movimentazioni che vengono effettuate e che permettono di individuare a primo impatto quali sono i Muda presenti e su quali bisogna intervenire.

Nell'immagine sottostante sono rappresentate tutte le movimentazioni che un operatore ha compiuto attorno alla macchina oggetto di tesi e ogni colore evidenzia un'informazione: cambio materiale, carico/scarico cartucce per la movimentazione sulla macchina dei semilavorati ecc...

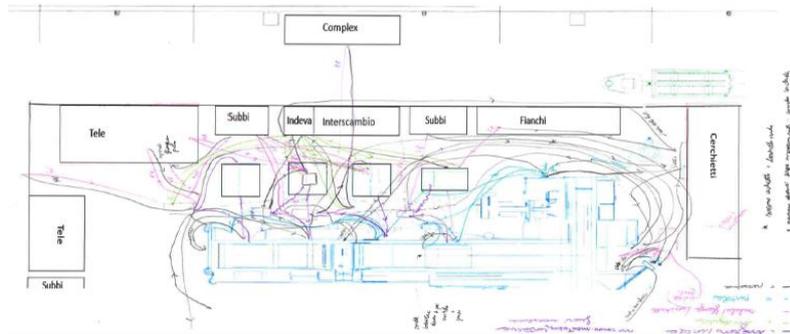


Figura 7: Esempio di Spaghetti Chart su impianto Vmi 249

1.4.3 OPERAZIONI DI LAVORO STANDARD

1.4.3.1 5S

È un'espressione che racchiude al suo interno 5 parole giapponesi inizianti, appunto, con la "s": Seiri, Seiton, Seison, Seiketsu, Shitsuke. 5S è una procedura che viene applicata nelle imprese per gestire secondo linee guida di pulizia e ordine le postazioni di lavoro e questo permette di incrementare l'efficienza del lavoro che viene svolto quotidianamente.

Ripercorriamo le 5 tappe illustrate:

- **Seiri: Scegliere e separare**, è la fase in cui bisogna selezionare tutto ciò che è necessario allo svolgimento del lavoro, e separarlo da tutto quello che invece risulta superfluo. Questo è molto allineato con il pensiero della filosofia JIT ossia fare riferimento solo ciò che serve realmente per non avere ridondanze e averlo al momento in cui si ha bisogno. In questo step si utilizzano dei segnali visivi impattanti ossia il "red-tag" (cartellino rosso) che permette di avere già un'identificazione di tutti quegli attrezzi e oggetti che non sono indispensabili, è necessario sempre scremare tutti gli strumenti che ad esempio si utilizzano o meno in una postazione di lavoro e capire se effettivamente vengono impiegati o meno. Tutti gli oggetti e attrezzi che hanno ricevuto il cartellino rosso vengono poi successivamente allocati in un'area apposita e così facendo si permette anche di tenerli in un certo senso "monitorati", per capire se effettivamente possono essere eliminati. Questa è una fase che permette di eliminare tutto ciò che è ridondante e permette di guadagnare sempre più spazio.

- **Seiton: ordinare e organizzare**, una volta individuati gli oggetti che vengono concretamente usati, è necessario trovare loro una collocazione ben precisa nell'area di lavoro. Devono essere disposti in modo tale che siano ben identificabili, questo è importante perché colui che deve usarlo nella propria mansione di tutti i giorni deve avere ben chiaro dove reperirlo evitando così perdite di tempo.
Come ci è stato insegnato dalla filosofia Lean, tutto deve essere realizzato in modo tale da realizzare un flusso di produzione senza alcun tipo di blocchi e ostacoli e questo lo si raggiunge applicando regole standard come quelle che prevedono le 5s. L'obiettivo di questa fase è quello di creare una postazione di lavoro che chiunque arrivi a lavorarci sappia già individuare dove trovare quello di cui necessita (attrezzi solo strettamente necessari per evitare confusione), in modo da poterlo usare e rimetterlo nella sua postazione in poco tempo e magari associando anche il suo nome. Per comprendere quale sia la collocazione migliore dove riporre l'utensile è possibile avere diversi approcci, uno fra tutti è il principio dell'economia di movimento. L'economia di movimento è una strategia che viene impiegata per comprendere se ci sono sprechi in termini di movimento e quindi di tempo. Una volta che si è deciso dove collocarli è importante delineare lo spazio dove riporli appunto, e qui possiamo servirci di due strategie: la prima consiste nell'andare a realizzare dei percorsi visivi sul pavimento accompagnati da dei segnali, la seconda consiste nel metodo dei contorni, dove si vanno a realizzare i contorni del punto in cui verrà riposto l'oggetto.
- **Seison: pulire e mantenere in ordine quello creato negli step precedenti.** È chiaro che se si mantiene sempre ordinata e pulita la propria postazione di lavoro è più semplice accorgersi delle mancanze e inefficienze come magari utilizzare uno strumento rotto (generando perdita di tempo) e inoltre un'area di lavoro sporca e disorganizzata non è per niente motivante per un operatore e soprattutto più rischiosa. È chiaro che la pulizia per mantenere la postazione di lavoro sempre efficiente ed efficace non deve essere vista come una perdita di tempo ma bensì come qualcosa che porta solo del vantaggio e deve essere sentita come una responsabilità (e pratica di routine) dalla persona che occupa quella determinata zona di lavoro.
- **Seiketsu: standardizzare**, quando si giunge al punto di avere una postazione pulita, dove ogni cosa è nel suo posto è necessario mantenere questa condizione immutata e quindi è necessario inserirla nella routine come procedura standard, in modo da averla come condizione da quel momento in avanti. Ovviamente è uno step che implica un monitoraggio, perché solo vivendo le situazioni è possibile notare tutte le possibili migliorie che si possono apportare e qui si sottolinea l'importanza della partecipazione degli operai che con la loro esperienza possono suggerire sempre aspetti nuovi, che possono toccare tematiche di produzione o di sicurezza o anche di ergonomia.

Per applicare ciò è necessario prima di tutto responsabilizzare le persone in modo tale che questo processo di mantenimento dell'ordine e della pulizia rientri nel modus operandi delle persone e quindi nella loro quotidianità.

- **Shitsuke: mantenere quanto è stato stabilito e introdotto fino ad adesso**, ultimo passo ma non meno importante è quello di essere costanti nelle procedure individuate sopra. Non è semplice mantenere un sistema imperturbato nel tempo e per questo che qui subentra l'importanza del ruolo dell'azienda, che deve incentivare le sue persone a garantire questo "mantenimento", anche perché si sa che se la ricompensa è maggiore del sacrificio si è motivati a farlo. È fondamentale quindi creare le condizioni ideali per garantire l'applicazione della quinta S, però solo quest'ultima mantiene in piedi tutto il sistema iniziato a costruirsi dalla prima S. E' la più complicata da applicare perché dipende strettamente dall'operatore e dal suo comportamento, valori e etica e lo si deve incentivare a considerare la propria postazione di lavoro come sua e quindi mantenerla e prendersene cura come se fosse qualcosa a lui caro, solo avendo questo tipo di approccio si possono portare a casa dei risultati.

1.4.3.2 POKA YOKE

È uno strumento che viene impiegato per azzerare gli errori e per i controlli durante un processo produttivo. La parola di per sé vuol dire "a prova di errore" o in modo più spiritoso "a prova di scemo" e serve per evitare di far arrivare a valle dei prodotti difettosi (anche perché provvedere alla risoluzione di problematiche. È un approccio che permette di coinvolgere le persone dell'organizzazione in modo da far arrivare da loro le proposte di miglioramento su procedure che vivono ogni giorno, quindi chi meglio di loro sa dove intervenire! In sostanza permette di ridurre tutti i possibili errori umani o di macchine che si possono verificare e permette quindi il raggiungimento dell'alta qualità del prodotto. Esso presenta tre caratteristiche in particolare: deve essere semplice per evitare che subentrino complicazioni e disguidi, economico perché deve apportare ad una soluzione il cui costo non sia superiore al beneficio che si ottiene e infine affidabile. Il poka yoke può essere di due tipi: troviamo quello di prevenzione che viene implementato per anticipare il verificarsi dell'errore (quindi magari evitare che un componente venga montato non correttamente) e quello di rilevamento che implica l'utilizzo di sensori che permettono di rilevare gli errori.

1.4.4 STRUMENTI DI MIGLIORAMENTO DELLE PERFORMANCE

1.4.4.1 SMED

Il termine SMED sta per "Single Minute Exchange of Dies" ed è uno strumento che viene impiegato per ridurre i tempi di set up cercando di mettere il più operazioni possibili in tempo mascherato (che non vanno ad incidere tra le cause del fermo macchina); è stata pensata da Shigeo Shingo, ingegnere che lavorò a stretto contatto con Taiichi Ohno e fu colui che introdusse tutte le procedure per avere zero difetti in produzione.

L'obiettivo dello SMED è quello di avere un ridotto "Quick Changeover" ovvero si deve avere la possibilità di poter passare da una produzione ad un'altra nel minor tempo possibile e quindi cercando di perdere meno valore possibile, per farlo è necessario eliminare tutte quelle operazioni che non contribuiscono a dare valore. Una buona procedura e applicazione del metodo SMED permette di passare anche da lotti brevi ad altri lotti corti (perché principalmente il problema si verifica con i lotti corti, perché quando la produzione inizia a prendere slancio già deve essere cambiata). È un metodo che consiste nell'andare a spaccettare la procedura di set up in tutte le operazioni che vengono effettuate e prevede che queste vengano divise tra: attività interne e attività esterne.

- Le attività interne (IED) sono quelle attività che possono svolte solo quando l'impianto/la linea viene fermato/a.
- Le attività esterne (OED) sono quelle attività che possono essere svolte anche quando l'impianto/la linea è marciante, infatti sono tutte quelle attività ad esempio in preparazione al cambio come prelevare l'attrezzatura necessaria dal magazzino ecc...

Perché è importante applicare il metodo SMED?

Perché l'attività di cambio produzione è una delle attività più improduttive di un processo perché:

- Non apporta nessun valore aggiunto al prodotto finale
- Occupa tempo che si potrebbe impiegare per la produzione
- Impiega tempo utile dell'operatore
- Genera un vincolo nell'organizzazione
- Molte volte non ci sono procedure standard che confermino le operazioni da svolgere
- Al suo interno si trovano molte anomalie, cioè situazione difficilmente prevedibili

Quindi l'obiettivo, in sostanza, è quello di ridurre questo tempo improduttivo che si colloca tra l'ultimo pezzo della misura uscente al primo pezzo della misura entrante; quindi, osservando l'immagine sottostante è importante andare ad intervenire sul tempo che intercorre tra la fine di un lotto e l'inizio del successivo.

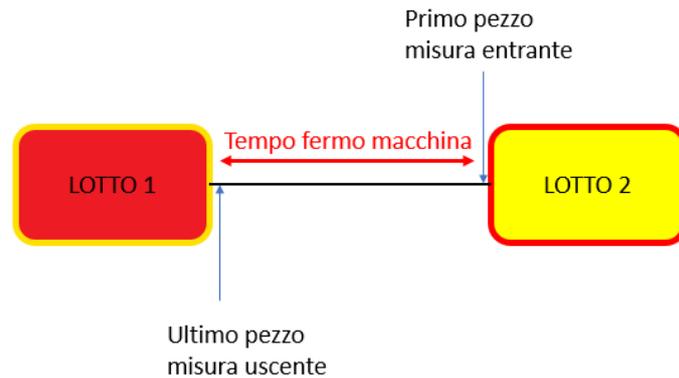


Figura 8: Rappresentazione grafica improduttività set up

Possiamo vedere questo processo in 4 step:

STEP 1: la prima fase che caratterizza questo metodo è quella dell'analisi, ossia capire quali sono le operazioni necessarie per fare il set up. Ci sono numerosi strumenti che possono venirci incontro per avere un'idea chiara delle attività da svolgere, come ad esempio le riprese video oppure l'uso della spaghetti chart che permettono di vedere e comprendere tutti gli spostamenti previsti e quali implicano che la macchina rimanga ferma e quali no.

STEP 2: la seconda fase prevede la suddivisione delle operazioni che vengono svolte, in azioni che devono essere svolte a macchina ferma e in azioni che possono essere svolte anche con macchina marciante

STEP 3: questa è la fase principale del metodo, perché ha l'obiettivo trasformare più azioni a macchina ferma possibili in azioni che possono anche essere svolte a macchina marciante, questa è la parte che richiede più tempo perché bisogna andare a considerare ogni dettaglio.

STEP 4: l'ultima fase fa riferimento all'implementazione di quanto stabilito e analizzato negli step precedenti e ha la finalità di trasformare tutto questo in uno standard.

In conclusione, lo SMED permette di ottenere diversi vantaggi quali:

- Avere una maggiore e migliore flessibilità di produzione in modo da rispondere tempestivamente alle fluttuazioni di mercato
- Tempi ridotti di operazioni di set up
- Riduzione o addirittura assenza di sovrapproduzione
- Aumento della produttività in quanto si va rendere disponibile un maggiore tempo di produzione riducendo la pratica dell'attrezzaggio.
- Migliore organizzazione del lavoro e quindi delle attività che l'operatore deve compiere.

1.4.4.2 TPM – TOTAL PRODUCTIVE MAINTENANCE

Il TPM non è altro che l'evoluzione della cosiddetta "Manutenzione preventiva" e significa "Manutenzione produttiva totalmente".

È un approccio che permette di andare ad intervenire sulle principali cause di fermo macchina, riducendole, come: set up, guasti, perdite di velocità, piccole fermate, perdita per avviamento...quindi è un metodo che garantisce di avere una maggiore efficienza dell'impianto e quindi del processo produttivo riducendo tutte quelle problematiche che possono subentrare legate alle attrezzature. Il TPM è una pratica che coinvolge non solo il personale di manutenzione ma anche tutti gli altri dipendenti, in modo tale da avere una maggiore responsabilizzazione delle prestazioni e una maggiore efficienza di esse.

Il TPM si basa su diversi concetti chiavi:

1. Manutenzione autonoma: i dipendenti vengono addestrati per poter intervenire in modo autonomo sulle attrezzature e svolgere normali operazioni di routine della manutenzione
2. Manutenzione programmata: si parla di "programmata" perché l'intervento della manutenzione è stato pianificato in modo da avere tutta l'organizzazione allineata.
3. Manutenzione per qualità: interventi di qualità per evitare di mandare avanti prodotti qualitativamente lontani dalle specifiche richieste da cliente.
4. Gruppo lavoro: creare dei team di lavoro che avranno il focus sul minimizzare le perdite che si possono avere durante la produzione
5. Perdite che permette di identificare il TPM:
 - a. Perdite di efficienza: l'attrezzatura non è prestante e genera dei rallentamenti o addirittura, nello scenario pessimistico, dei fermi della macchina
 - b. Perdita di disponibilità: le attrezzature sono guaste e generano un'improduttività dell'impianto
 - c. Perdite legate alla qualità del prodotto: può essere difettoso e quindi viene scartato o rilavorato.

Il TPM è strettamente legato ad un altro indicatore che viene usato dalla maggior parte delle imprese: OEE (Overall Equipment Effectiveness) che prende in considerazione 3 aspetti fondamentali per misurare le prestazioni del processo: disponibilità, efficienza, e qualità; ovviamente l'obiettivo è quello di avere un OEE alto.

1.4.4.3 OEE – OVERALL EQUIPMENT EFFECTIVENESS

Questo è un KPI estremamente importante per l'impresa, che non può avere come unico KPI solo e solamente quanti pezzi produce per vedere la sua performance, questo perché è un dato inquinato da diverse variabili. Un indicatore che permette di tenere conto tutte le variabili che possono subentrare durante una normale produzione e che quindi vanno ad influenzare le prestazioni aziendali, è l'OEE.

Questo permette di avere una panoramica in percentuale dell'andamento di un processo o di un impianto tenendo bene presente tutte le perdite che si possono verificare e rapportate al massimo.

È lampante pensare che in una situazione ideale e quindi in un mondo utopico, una macchina dovrebbe lavorare per tutto il tempo, alla sua massima velocità senza alcun tipo di interruzione che può essere dato da guasti o piccole fermate, e rispettando perfettamente i parametri di qualità di riferimento, questa situazione consentirebbe di avere un OEE al 100% quindi la massima efficienza, ma è uno scenario estremamente raro che si verifichi.

Tutti i problemi che generano queste perdite e che quindi ci portano sempre di più ad allontanarci dall'obiettivo del 100%, possono essere raggruppati in tre categorie: disponibilità, qualità e prestazioni. La categoria disponibilità accoglie al suo interno anomalie come guasti e i tempi legati al cambio di attrezzatura (set up); la seconda tipologia di perdita è la qualità e essa abbraccia la tematica legata al waste, quindi scarto, e il tempo di avviamento della macchina; infine, per prestazioni si intende tutte quelle situazioni in cui si verificano piccole fermate o perdite di velocità.

1. La disponibilità: è la percentuale di tempo che sta ad indicare il tempo in cui l'attrezzatura è effettivamente disponibile rispetto al tempo totale disponibile, ossia indica il tempo che la macchina produce senza avere blocchi e prende il nome di tempo operativo:

$$V = \frac{\text{tempo disponibile} - \text{tempo di fermo per guasti}}{\text{tempo disponibile}} = \frac{\text{tempo operativo (I)}}{\text{tempo disponibile (D)}}$$

2. La performance: è la percentuale che fa riferimento a quanto veloce sta andando la macchina rispetto alla velocità massima teorica (ossia la velocità per cui è stata costruita) quindi è quanto la macchina ha realmente prodotto rispetto a quello che avrebbe potuto produrre. Viene rappresentato da una percentuale di tempo.

$$W = \text{tempo ciclo macchina} * \frac{\text{pezzi buoni} + \text{pezzi scartati}}{\text{tempo disponibile}}$$

3. La qualità: è la percentuale dei prodotti conformi e quindi coerenti con le specifiche rapportati al totale dei pezzi che sono stati prodotti

$$X = \frac{\text{pezzi totali} - \text{pezzi difettosi}}{\text{pezzi totali}}$$

In conclusione, possiamo adesso passare al calcolo dell'OEE:

$$OEE = \left(\frac{V}{100}\right) * \left(\frac{W}{100}\right) * \left(\frac{X}{100}\right)$$

Sottostante è presente l'immagine che rappresenta il metodo di calcolo dell'OEE, in cui sono riportate tutte le voci dettagliate e la lettera a cui fanno riferimento.

D.T. Eff. Tecn.		CAPACITY, UTILIZ., OEE AND PRACTICAL OUTPUT		PLANT:			
		PERIOD:					
LINE:	MACHINE:	n. of mach.	n. of days	hours /day	hours /period	%	
A	TOTAL TIME	0.0	0	24	0	100.0	%
	B1 DAYS NOT WORKED (days/period/factory open)	0.0	0.0	24	0	0.0	O
	B2 EXCEPTIONAL EVENTS	0.0	0.0	24	0	0.0	F
	B LOSS FOR DAYS NOT WORKED (B1 + B2)				0	0.0	
	C MACHINES NOT AVAILABLE FOR PRODUCTION	0.0	0.0	24	0	0.0	A
D	TIME AVAILABLE FOR PRODUCTION A-(B+C)				0	100.0	
	E1 NON PROGRAMMED				0	0.0	
	E2 OPERATOR REST + UNION ALLOWANCES				0	0.0	%
	E3 CANTEEN				0	0.0	O
	E PROGRAMMED MJO LOSS				0	0.0	F
	F1 PLANNED ABSENCE				0	0.0	
	F2 PREVENTIVE MAINTENANCE				0	0.0	D
	F3 INDUSTRIALIZATION				0	0.0	
	F ORGANIZATIONAL LOSS				0	0.0	
G	TIME PROGRAMMED FOR PRODUCTION D-(E+F)				0	0.0	100.0
	H1 MACHINE BREAKDOWN				0	0.0	0.0
	H2 EQUIPMENT CHANGE & SET-UP				0	0.0	0.0
	H3 WORKING CYCLES				0	0.0	0.0
	H4 WAITING FOR MATERIAL				0	0.0	0.0
	H5 QUALITY				0	0.0	0.0
	H6 MATERIAL CHANGE				0	0.0	0.0
	H7 ABSENCE NOT PLANNED				0	0.0	0.0
	H NON AVAILABILITY LOSS				0	0.0	0.0
	H				0	0.0	0.0
I	OPERATING TIME (G-H)				0	0.0	0.0
	K1 SPEED LOSS				0	0.0	0.0
	K2 LOSS FOR MINOR STOPPAGES				0	0.0	0.0
	K LOW PERFORMANCE LOSS				0	0.0	0.0
	K				0	0.0	0.0
L	EFFECTIVE OPERATING TIME (I-K)				0	0.0	0.0
	M SCRAP LOSS 0 (scrap)				0	0.0	0.0
N	DECLARED LOSS (E+F+HK+M)				0	0.0	0.0
O	NOT DECLARED LOSS (P-N)				0	0.0	0.0
P	TOTAL LOSS (O-Q)				0	0.0	0.0
Q	VALUABLE OPERATING TIME (R-T)/90				0	0.0	0.0
R	PRODUCTION - SCRAPS 0 (t/period)				0	0.0	0.0
S	CAPACITY (D/R/(D-E1)) 0 (t/period)				0	0.0	0.0
T	CYCLE TIME 0.000 (min/tyre)				0.000	0.0	0.0
U	PRACTICAL OUTPUT 1440*R/(D-E1)*90 (t/tyre/mach.)				0	0.0	0.0
V	AVAILABILITY ((G-H)/G)*100 (t/tyre/mach.)				0	0.0	0.0
W	PERFORMANCE EFFICIENCY (T*(R+M)/I)*100 (t/tyre/mach.)				0	0.0	0.0
X	QUALITY RATE R/(R+M)*100 (t/tyre/mach.)				0	0.0	0.0
Y	O.E.E ((V/100)*(W/100)*(X/100))*100 = (Q/G)*100 (t/tyre/mach.)				0	0.0	0.0
Z	UTILIZATION (Q/D)*100 (t/tyre/mach.)				0	0.0	0.0

Figure 9: Scheda guida OEE

L'OEE è un KPI che viene preso in considerazione anche per monitorare gli effetti delle azioni correttive che si mettono in pratica, per vedere se effettivamente stanno portando qualche tipo di giovamento e beneficio all'impresa.

Se si pensa allo strumento per eccellenza di monitoraggio delle azioni, ossia la PDCA, nella sua fase di "Plan" è importante ghiacciare la situazione iniziale da cui si parte prima di attuare qualsiasi tipo di intervento, e qui entra in soccorso l'OEE; successivamente quando si passa alla fase di "Check", si confronta la situazione di arrivo con quella di partenza, confrontando quindi, tra di loro i vari OEE e se ci sono effettivamente dei risultati concreti, si passa successivamente a generare una standard della procedura che si è adottata e che ha permesso di raggiungere quegli obiettivi.

L'OEE quindi viene usato per tenere monitorati i macchinari per individuare dove sono i banchi di inefficienza del sistema in prospettiva di sapere poi dove intervenire. Un'analisi molto adeguata alla causa è quella delle 5 W + H (what, when, who, where, why, how) che permette di andare ad andare in profondità della criticità che è stata individuata.

1.4.5 ONE PIECE FLOW

Come è stato trattato precedente, il concetto del "one piece flow" è una colonna portante del processo di snellimento di tutto il sistema produttivo e che si appoggia molto alla filosofia del Just in time (visto nei paragrafi precedenti) e sull'idea della "cellular manufacturing", del "takt time" e dell'"Heijunka".

1.4.5.1 CELLULAR MANUFACTURING

È uno degli aspetti più significativi per la Lean Manufacturing, infatti porta con sé molti dei vantaggi che predica la logica Lean come:

- Aumento della flessibilità e di velocità di risposta ai cambiamenti siccome la produzione è localizzata in specifiche celle
- Aumento della produttività
- Riduzione del tempo di attraversamento (lead time)
- Miglior coordinamento
- Migliore qualità in quanto all'interno della cella c'è un maggior controllo sull'intero flusso di produzione
- Riduzione degli scarti: siccome ogni cella si focalizza su una famiglia di prodotti, vuol dire che saranno meno tutte le perdite legate ai cambi di produzione,

La cella non è altro che un'area di lavoro ben contornata, caratterizzata dalla presenza di specifici macchinari, operatori e attrezzature che sono dedicate ad un tot di prodotti tra loro simili; l'approccio tradizionale prevede che ogni attrezzatura e macchinario stia nel suo reparto e quindi è il prodotto, che per essere lavorato, deve attraversare i vari reparti creando delle code all'ingresso.

Le celle, quindi, nascono in funzione dei prodotti che devono essere realizzati e che hanno caratteristiche comuni. per questo motivo il primo passo per costituirne una è quello di andare ad individuare i prodotti e i processi coinvolti (qui entra in gioco il concetto di Group Technology in cui attraverso uno studio del flusso del prodotto si va ad individuare le similitudini tra un prodotto e l'altro); successivamente bisogna andare a stabilire: il numero di persone che andranno a lavorare nella cella, il numero delle attrezzature e impianti, stabilire una schedulazione, il takt time e infine il layout della cella in sé che ovviamente è l'ultima fase perché richiede che tutto sia stato già deciso e sistemato.

1.4.5.2 TAKT TIME

Con il termine "takt time" si indica il ritmo della produzione, che deve essere tale da rispondere alla domanda del cliente senza generare eccesso di scorte o ritardi nella consegna, quindi altro non è che la frequenza con cui il cliente richiede la produzione del suo prodotto. Nel momento in cui si raggiunge il takt time vuol dire che si è perfettamente allineati con il cliente, ossia si realizzerà il prodotto da lui richiesto nelle quantità e nei tempi da lui voluti.

Esso viene calcolato nel modo seguente:

$$Takt\ time = \frac{\text{tempo disponibile per turno}}{\text{domanda del cliente per turno}}$$

Il takt time è un tempo di riferimento per riallineare il flusso di produzione in modo che ogni fase del processo abbia il tempo necessario per portare a termine le loro operazioni e costituisce una buona base di previsione delle quantità richieste dal cliente e del tempo necessario per elaborarle. Ovviamente, ci si troverà in una situazione particolare e di inefficienza del sistema nel momento in cui il tempo di produzione che batte la macchina nella realizzazione di un pezzo è maggiore del takt time del cliente e questo richiederebbe un processo di miglioramento.

1.4.5.3 HEIJUNKA

Questa espressione giapponese indica il livellamento di produzione che permette di creare una situazione di equilibrio di lavoro nella cella e ha l'obiettivo di bilanciare il flusso di lavoro/produzione in un'organizzazione. Consiste nell'andare a distribuire in un periodo di riferimento sia il volume di produzione sia il mix di produzione e quindi il risultato è quello di avere una distribuzione omogenea delle quantità da produrre e in quale varietà e di conseguenza avere anche una chiara collocazione della manodopera, materiali e attrezzature.

CAPITOLO 2: PIRELLI INDUSTRIE PNEUMATICI SRL

2.1 CENNI STORICI: LA STORIA DI PIRELLI

La storia di Pirelli ha inizio nel lontano 1872 a Milano, quando all'ingegnere Giovanni Battista Pirelli ebbe l'idea imprenditoriale di costituire un'impresa per la produzione di articoli in gomma, questa azienda è la "G.B Pirelli & C". Iniziò con la produzione di cinghie, valvole, tappeti, tessuti gommati per poi passare a prodotti sempre più diversificati come gomme da cancellare, impermeabili ecc.



Figure 10: Manifesto Pirelli 1920

Successivamente, decise di entrare in un mercato che fino ad allora era pienamente nelle mani degli inglesi: filo telegrafico ricoperto di Caucciù. Un anno molto importante per la storia di Pirelli è stato il 1966 quando Edison decise di iniziare ad usare i conduttori Pirelli per illuminare le case con le sue lampadine; infatti, tra le due aziende (Edison è stata fondata nel 1884) nacque, in quel periodo, una forte sinergia dettata principalmente dal fatto che Pirelli deteneva la maggior parte delle azioni di Edison.

Il loro rapporto si affievolì quando, nel 2001, Pirelli decise di vendere le sue partecipazioni e di concentrarsi principalmente sul settore degli pneumatici.

Proseguendo cronologicamente nella sua storia, nel 1890 Pirelli prese la decisione di ampliarsi per cimentarsi in un nuovo mercato: quello degli pneumatici per i velocipedi e successivamente passò alla produzione per motocicli.



Figure 11: Manifesto Pirelli 1890

Possiamo dire che la produzione di pneumatici per l'auto vera e propria da parte di Pirelli iniziò nel 1901 quando essa stessa iniziò ad emanare brevetti per quanto riguarda la lacerabilità o per il derapage (ossia è la situazione in cui il veicolo perde aderenza sulla superficie stradale e si verifica ad esempio durante l'esecuzione di una curva oppure quando la strada è bagnata o ghiacciata). Dagli anni 90, dunque, possiamo dire che Pirelli entra nel settore dei pneumatici e il suo approccio è stato fin da subito segnato da un profondo interesse per l'innovazione, nuove tecnologie e la ricerca e sviluppo e non a caso risulta come uno dei principali produttori di pneumatici al mondo.

Nel 1907, nacque il marchio "P lunga" che ancora oggi è il logo del Gruppo.



Figure 12: Logo Pirelli

Anno significativo è anche il 1987 quando Pirelli iniziò la collaborazione con Ferrari equipaggiandola del nuovo pneumatico "P Zero" versione stradale e iniziarono ad attecchire nel mercato dal 1995 dove si interfacciarono le nuove versioni del pneumatico caratterizzate dalla dicitura "ultraribassato". Nel 1999 venne inaugurato a Milano Bicocca (headquarter dell'impresa) un nuovo sistema di produzione degli pneumatici totalmente automatizzato: il MIRS (Modular Integrated Robotized System).

Fino ad oggi Pirelli ha effettuato numerosi investimenti nella costruzione di nuovi impianti di produzione; infatti, ad oggi conta di 18 stabilimenti produttivi distribuiti in 12 Paesi in diversi continenti, e questo ha permesso di dare lavoro a ben 32.000 persone e arrivando ad un fatturato di circa 7 miliardi di euro.

Di quest'ultima cifra, il 71% proviene dalla vendita dei pneumatici high value e la restante parte deriva dalla vendita dei pneumatici standard; ovviamente il mercato principale è focalizzato sulle auto, circa il 90%, mentre il restante è destinato alle moto. È impressionante come una piccola azienda nata in Italia sia stata capace di affermarsi come una delle multinazionali leader del mercato degli pneumatici e che punta costantemente alla soddisfazione massima del cliente focalizzandosi sempre più sulla ricerca e sviluppo per offrire un prodotto qualitativamente impeccabile.

Una delle campagne simbolo di Pirelli è quella che porta lo slogan "Power is nothing without control" che sottolinea il concetto radicato del controllo (logica che abbiamo visto fino ad adesso con la Lean Production), per avere potere e quindi essere sempre sulla stessa lunghezza d'onda del mercato.

2.2 PORTAFOGLIO PRODOTTI

Pirelli, nel corso del tempo si è sempre più focalizzato sullo sviluppo, produzione e distribuzione degli pneumatici estremamente di qualità che garantiscono elevate performance e sicurezza. Il ventaglio di prodotto che offre va dagli pneumatici per auto fino a quelle per moto e biciclette e inoltre offre la possibilità di poter realizzare prodotti fortemente customizzati, in grado di soddisfare le richieste anche del consumatore più esigente.

Pirelli dimostra la sua innovazione e il suo interesse per la ricerca con la linea Cyber Tyre, il quale presenta un sensore al suo interno che permette una rilevazione costante delle condizioni della superficie su cui poggia e che quindi consente di avere sempre a portata di mano tutti i dati essenziali ed importanti per avere il massimo della performance.

Un'esperienza che ha segnato e rafforzato sempre più le competenze e conoscenze dell'azienda è quella delle competizioni sportive, dove ormai Pirelli è presente da più di 115 anni, non a caso è fornitore di gomme della formula 1 dal 2011 e continuerà fino al 2027.

Il 2022 è stato un anno importante per l'innovazione Pirelli, infatti le gomme sono passate da 13 a 18 pollici e quest'ultime sono state oggetto di analisi, approfondimenti e test di numerose ore fino ad arrivare a delle specifiche che sono molto simili a quelle adoperate per la produzione di pneumatici per la grande distribuzione. Questo traguardo è un successo perché le nuove specifiche sviluppate permettono di iniziare a trasferire tutti i risultati ottenuti in formula uno sul prodotto classico a cui accedono tutti gli automobilisti. Gli altri ambiti in cui Pirelli si fa portavoce di eccellenza è quello delle competizioni di Rally ("World Rally Championship"). Nel mondo WRC è stato introdotto un nuovo motore ibrido e delle nuove gomme studiate appositamente per sostenere il massivo peso dei veicoli WCR.

Il cuore pulsante che mantiene in vita l'intera organizzazione Pirelli è proprio il suo scompartimento di R&D in cui lavorano circa 2000 persone, questo nel corso del tempo ha permesso di raggiungere obiettivi importanti anche grazie ai numerosi investimenti dedicati a questa sezione. Un'altra nota di merito da menzionare è il suo approccio di tipo "open", arrivando a coinvolgere università, aziende e fornitori, in modo da anticipare i bisogni del consumatore finale.

Il cavallo di battaglia dell'azienda, ad oggi, è la linea "high value" che genera all'azienda un ricavo del 70% circa dei ricavi complessivi e la capacità di produzione ammonta a 77 milioni di pezzi all'anno.

Pirelli ha studiato pneumatici per ogni tipo di esigenza e desiderio del cliente finale che possa adattarsi ad ogni contesto: urbano e extraurbano, essi spaziano su tre categorie: auto, moto e bici.

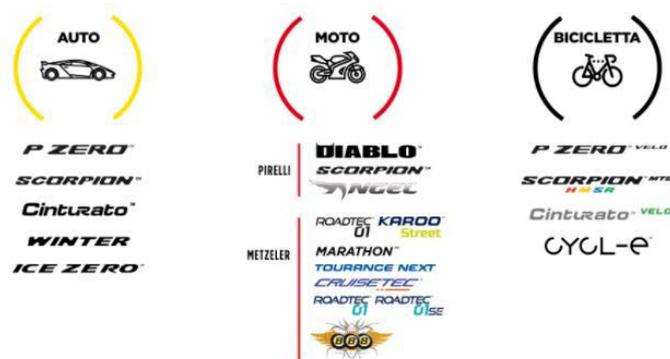


Figure 13: Portafoglio prodotti

Iniziando dagli pneumatici da auto, questi si suddividono in cinque famiglie di prodotto, ognuna delle quali presenta caratteristiche differenti in base ai bisogni che devono soddisfare:

- Pneumatici P Zero
- Cinturato
- Scorpion
- Carrier
- Sottozero

La famiglia P Zero nasce dalla collaborazione con le case automobilistiche più prestigiose e derivano dall'esperienza che Pirelli ha acquisito nelle competizioni del motorsport, infatti le mescole con cui vengono realizzate rispecchiano quelle delle specifiche dei pneumatici racing. Sono pneumatici dalle alte prestazioni che garantiscono un'alta resa in tutte le condizioni.

Gli pneumatici cinturato, sono la linea eco-friendly che Pirelli offre per salvaguardare l'ambiente; infatti, essi sono stati studiati per avere una bassa resistenza al rotolamento e quindi minori emissioni di CO2 nell'ambiente.

Gli scorpion, invece, sono la linea dedicata ai SUV quindi possiedono le caratteristiche tipiche di una guida sportiva che deve adattarsi ad ogni tipo di terreno e condizione climatica garantendo un'alta precisione di guida. I Carrier, invece, sono stati studiati per i VAN per fare quindi lunghi tragitti e garantiscono una buona resistenza al rotolamento. Gli pneumatici per moto, invece, sono suddivisi in 3 famiglie:

- Diablo
- Scorpion
- Angel

La prima è per coloro che impiegano la loro moto in una guida sportiva sia su strada che anche in pista! Queste sono frutto dell'esperienza e della tecnologia sviluppata direttamente sul campo del Campionato Mondiale Superbike, di cui Pirelli è uno dei fornitori ufficiali. La linea Scorpion, invece, è stata pensata per muoversi sia dentro che fuori tragitto come nelle competizioni di motocross. Infine, troviamo la Angel, studiate per offrire alte prestazioni e allo stesso tempo comfort su lunghi chilometraggi, in sostanza sono indirizzate agli amanti dello sport touring.

Per quanto riguarda il settore del ciclismo, ci possiamo interfacciare con 4 generi di gomme:

- Strada
- MTB
- Gravel
- City Bike

2.3 COSA È UNO PNEUMATICO?

Comunemente parlando, lo pneumatico è quella struttura in gomma che viene montata su un veicolo e che permette la sua aderenza sulla strada, ossia garantisce un sostegno al peso del veicolo stesso consentendogli di superare ogni tipo di condizione del suolo. Lo pneumatico non è altro che una struttura studiata appositamente per garantire una guida in sicurezza ma allo stesso tempo prestante e questo viene raggiunto grazie alla sua composizione stratificata costituita da:

1. Battistrada
2. Fianco
3. Cinture
4. Tele
5. Cerchietti
6. Tallone

Il battistrada è il primo elemento che sta a diretto contatto con la superficie stradale e serve per proteggere tutte le parti interne ed è studiato appositamente per l'usura, la sua larghezza è importante per garantire stabilità e tenuta sull'asfalto (poi ovviamente varia a seconda dell'utilizzo che il cliente vuole farne). Il suo disegno superficiale è studiato appositamente per offrire comfort nella guida; infatti, i suoi incavi sono studiati per generare delle vie di fuga dell'acqua in caso di asfalto bagnato e quindi determina più o meno rigidità. Le peculiarità di ogni battistrada è determinata anche dalla miscela con cui viene prodotta, essa presenta circa 30 elementi che vengono amalgamati tra di loro e il cui dosaggio dipende dalle caratteristiche e alla finalità che si vuole dare.

Per quanto riguarda il fianco, è un elemento che garantisce la protezione delle tele da qualsiasi agente atmosferico e permette di proteggere il lato della ruota, sono inseriti appositamente per garantire l'assorbimento degli urti e per rispondere in modo ottimale a qualsiasi condizione stradale.

Le cinture, chiamate anche tessuto metallico, sono uno degli aspetti strutturali più importanti perché garantiscono una maggiore resistenza al pneumatico e allo stesso tempo proteggono il battistrada da qualsiasi tipo di urto e possibili forature. Esse sono studiate appositamente per equilibrare le forze tra di loro e viene gestito intervenendo sui gradi di taglio delle lese.

Infine, troviamo il tallone, che si trova all'apertura del pneumatico e permette di proteggerlo dal suo sfregamento con il cerchio della ruota, per svolgere al meglio questa funzione, spesso sono presenti al suo interno dei cavi di acciaio che vanno a rafforzarlo.

Le tele è uno dei componenti principali ed è costituita da filamenti di tessuto di diverso spessore avvolti dalla gomma e permette la trasmissione e il sostegno delle forze che si generano durante le frenate e le sterzate ma è anche importante per il sostegno del peso del veicolo e garantisce il mantenimento della struttura dello pneumatico. Le caratteristiche che danno allo pneumatico dipendono fortemente da come esse sono disposte: sovrapposte, incrociate tra di loro oppure disposte in modo radiale.

Per quanto riguarda i cerchietti, essi permettono di dare una struttura consistente e rigida allo pneumatico, infine il tallone che mette in collegamento lo pneumatico e il cerchio della ruota.

Tre sono i materiali che costituiscono lo pneumatico: gomma, acciaio, fibre. La gomma permette di proteggere il prodotto pneumatico mentre gli altri due servono per garantire rigidità e struttura. Esso è uno dei componenti principali di un'autovettura che deve offrire sicurezza dall'inizio alla fine del suo utilizzo; infatti, è quella parte che sostiene il carico dell'autovettura e lo mette in contatto con la superficie del suolo.

Le caratteristiche che vengono richieste dal cliente e quindi dall'azienda stessa sono: deve avere aderenza al suolo in tutte le condizioni come pioggia, neve, caldo, deve essere confortevole, poco rumorosa e alto tempo di usura.

Essi devono fornire integrità anche perché sono una delle prime cause di rischi che possono verificarsi su un'autovettura e per questo Pirelli ha diverse categorie di prodotti per tutti gli usi e stagioni che variano in base agli impasti e alle percentuali dei materiali che li costituiscono. Troviamo tre tipi di gomme in base alla stagionalità: winter, summer e four season; le prime sono studiate appositamente per offrire un'alta aderenza al suolo in caso di pioggia e neve, il fenomeno contro cui devono combattere è l'acquaplaning: fa riferimento alla condizione in cui un veicolo perde contatto con la superficie per la presenza abbondante di acqua e questa perdita di controllo deriva dal fatto che le incisioni sul battistrada non riescono a far evacuare l'acqua accumulata e quindi hanno una bassa capacità di disperderla. Questo fenomeno aumenta all'aumentare della velocità di percorrenza perché aumenta la probabilità che lo pneumatico non riesca a smaltire velocemente l'acqua per permettergli di rimanere adeso al suolo.

Gli pneumatici estivi, invece, sono frutto dell'esigenza di resistere alle alte temperature che generano un'usura più rapida e una difficoltà di resistenza al rotolamento; le four season, invece, sono viste come una sorta di ibrido tra le winter e summer e allo stesso tempo offrono alte prestazioni e funzionalità.

2.4 PIRELLI: STORIA DI UN'INNOVAZIONE DIETRO L'ALTRA

Quando si pensa a Pirelli, viene subito in mente la sua continua presenza in ambito tecnologico e la sua voglia costante di migliorarsi continuamente (come giusto che sia per essere coerente con il pilastro principale su cui sorge: Lean production che va a braccetto con la filosofia Kaizen). Mettiamo ora in mostra le principali tecnologie che governano il prodotto Pirelli:

- PNCS: Pirelli Noise Cancelling System, questa dicitura fa riferimento alla tecnica di Pirelli per ridurre il rumore dello pneumatico dovuto al suo rotolamento, la soluzione risiede proprio nell'aver introdotto nella copertura una gomma di poliuretano. Il rumore a cui si fa riferimento è generato dalle sollecitazioni tra il battistrada e il suo disegno con la superficie stradale in particolar modo dall'aria presente nella cavità e l'inserimento delle spugne ha permesso di ridurre o addirittura dimezzare i decibel.
- Pirelli Seal Inside: è una tecnologia che ha l'obiettivo principale di garantire sicurezza al cliente, infatti è una soluzione che permette di continuare ad usare gli pneumatici anche in caso di foratura. Il meccanismo che garantisce questo è sostenuto dalla presenza di uno strato di mastice collocato all'interno dello pneumatico che nel momento in cui si genera una foratura, questo va a riempire e quindi chiudere la foratura e evita che si verifichi una fuoriuscita di aria (mantenendo inalterata la pressione dello pneumatico). Questa è una tecnologia che permette di andare a coprire l'85% delle cause di perdita di pressione.

- Pirelli Run flat: i pneumatici Self-Supporting Run flat permettono di garantire stabilità e controllo della guida in caso di foratura, permettendo al veicolo di proseguire per 80 km ad una velocità massima di 80 km/h. Questo viene assicurato perché all'interno della struttura sono inseriti precisi rinforzi rigidi nelle pareti laterali in modo da sostenere la ruota anche quando inizia a scaricarsi la pressione interna e questo permette di non cambiare lo pneumatico immediatamente ma è possibile farlo anche successivamente.
- Cyber tyre: sono pneumatici intelligenti che raccolgono tutti i dati necessari per monitorare uno pneumatico, questo garantisce di avere pieno controllo e una maggiore prestazione. Sono inseriti dei sensori che trasmettono in tempo reale tutte le informazioni necessarie che devono essere monitorate e quindi garantiscono un continuo dialogo tra ruota, veicolo e pilota.
- Pneumatici ELECT: sono caratterizzati da un'alta aderenza per gestire il peso dei veicoli elettrici ma anche l'alta potenza del motore. Essi sono stati studiati anche per ridurre il rumore di rotolamento all'interno dell'abitacolo fino al 20% in modo da offrire lo stesso silenzio di un'auto elettrica.
- Pneumatici marcati su misura: come ogni casa automobilistica progetta e realizza vetture che rispondono perfettamente alle esigenze della clientela, così Pirelli deve rispondere a queste esigenze con il giusto pneumatico in modo da essere fedeli alle aspettative e bisogni di ogni guidatore. Ogni veicolo, infatti, presenta un suo peso e una sua specifica configurazione: possiamo trovare auto con motori collocati nella posizione frontale, centrale o posteriore) e di conseguenza è necessario studiare lo pneumatico più adatto.

Quale è il processo di sviluppo di uno pneumatico marcato?

- Fase di coprogettazione: Pirelli per restituire al cliente il prodotto da lui voluto, decide di far coinvolgere il cliente già direttamente dalle prime fasi, essa collabora con le più prestigiose case automobilistiche come: Ferrari, Dallara, Aston Martin, Bentley... in modo da offrire lo pneumatico che meglio si adatta al veicolo voluto dal cliente. Questa fase dura dai 2 ai 3 mesi.
- Fase di sviluppo prototipo, è la fase più lunga e complessa perché richiede numerosi test e analisi per trovare la perfetta combinazione di fattori.
- Fase di industrializzazione: dura dai 2 ai 6 mesi e permette di alimentare il mercato con un prodotto studiato in ogni suo piccolo dettaglio, perché solo intervenendo sulle piccolezze si può offrire qualità e prestazioni.

Con questa carrellata di aspetti fondamentali su cui Pirelli si fa riconoscere, possiamo chiudere dicendo che l'impresa possiede un'ottima immagine di sé stessa grazie al suo impegno di mettere sempre al primo posto la qualità.

2.5 PIRELLI E LA SOSTENIBILITÀ

Oggi giorno per un'impresa è molto importante anche attivarsi dal punto di vista della sostenibilità, Pirelli anche in questo non si è tirato indietro, infatti come dice Marco Tronchetti Provera, vice presidente esecutivo e amministratore delegato: *“La sostenibilità per Pirelli è una scelta di fondo, integrata nella vision e nelle strategie di crescita del gruppo, per tutte le aree di business e in tutte le scelte del management, ovunque nel mondo”*

Pirelli nella sua gestione prende come riferimento i “dieci principi del global compact delle nazioni unite” al quale ha aderito nel 2004, questo vuol dire che tutte le attività e progetti che vuole perseguire devono raggiungere obiettivi che siano sempre coerenti con il rispetto dell'ambiente e soprattutto ecosostenibili.

Per avere un immediato impatto della concretezza delle azioni attuate, diamo un rapido sguardo ai KPI aziendali di tipo ambientali:

Indicatori ambientali						
Consumo specifico di energia (GJ/ton _{pp})	13,40	13,48	13,90	15,22	13,97	13,75
Elettricità da fonti rinnovabili [%]**	43%	41%	41%	52%	62%	74%
Emissioni assolute di CO ₂ (ton)	848.278	856.923	828.388	638.730	636.190	548.132
Prelievo specifico d'acqua (m ³ /ton _{pp})	10,3	9,3	8,4	9,5	8,5	8,2
Produzione specifica di rifiuti (kg/ton _{pp})	138	151	141	155	147	146
Recupero rifiuti	93%	96%	97%	97%	97%	97%
Sedi operative Tyre certificate ISO 14001	94%	100%	100%	100%	100%	100%
Rolling Resistance media Pneumatici Car vs. 2015	-4,7%	-6,4%	-7,8%	-9,0%	-10,3%	-13,6%

Figura 14: KPI's ambientali dell'azienda

Come si vede, uno dei dati che balza all'occhio è il punto raggiunto nel 2022 per quanto riguarda l'attingere da fonti rinnovabili, c'è stato infatti uno scostamento di 12 punti percentuali; per quanto riguarda invece il recupero dei rifiuti è al 97%, è già così un ottimo risultato ma come si dice in questi contesti “ricercare sempre il miglioramento” quindi puntare al 100%. Questi sono dati trasparenti di una società che dimostra ai suoi clienti il suo costante impegno nel green e che ha sempre voglia di raggiungere nuovi traguardi.

Un altro aspetto su cui Pirelli incanala le sue energie è il suo costante investimento sulle persone e al loro benessere, d'altronde sono il cuore pulsante di ogni realtà produttiva presente. Una tematica che riaffiora da questo è anche il ruolo delle donne e la loro considerazione: la loro presenza in posizioni manageriali è cresciuta raggiungendo valori come il 24,5%, ovviamente c'è ancora molta strada da fare, ma i presupposti sono ben solidi e affidabili.

	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Indicatori sociali						
Dipendenti a fine esercizio	30.189	31.489	31.575	30.510	30.690	31.301
- % donne in posizione manageriale	21,6%	22,0%	22,4%	24,0%	24,8%	24,5%
Perimetro Pirelli cui si applica lo Standard di riferimento SA8000®	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Sedi operative Tyre certificate /ISO45001	88%	100%	100%	100%	100%	100%
Indice frequenza infortuni (LTIFR)	0,27	0,29	0,26	0,22	0,21	0,20
Giorni medi di formazione per dipendente	8	8,1	7,5	5,1	6,9	7,6
Whistleblowing, segnalazioni fondate	9	23	25	20	12	26
ESG audits di parte terza su fornitori selezionati da risk assessment annuale: numero di audit performati	83	85	90	71	93	82

Figura 15: KPI's sociali dell'azienda

CAPITOLO 3: POLO TECNOLOGICO DI SETTIMO TORINESE

Il polo tecnologico di Settimo Torinese è il simbolo per eccellenza della fabbrica 4.0 grazie alla presenza di processi digitalizzati e alla presenza del noto Next Mirs, una linea di produzione completamente robotizzata, caratterizzata da un'elevata flessibilità che permette di produrre pneumatici che possiedono un alto livello tecnologico e che permettono di assecondare ogni richiesta del cliente. Esso è conosciuto anche per la presenza della cosiddetta "Spina", struttura lunga 400 metri che divide in due lo stabilimento, progettata dal famoso architetto Renzo Piano che ha voluto unire modernità e natura.



Figura 16: La "Spina" nel polo tecnologico di Settimo Torinese

Questo stabilimento si suddivide in 3 perimetri di produzione, ognuno dei quali è autonomo dagli altri, l'unica area che ha il compito di rifornire tutte le altre e quindi ha un ruolo decisivo nell'intero flusso di produzione, è la fase del Mixing.

Quest'ultima rifornisce e procura materiale alle 3 aree sopracitate:

- CAR NORD: Il nord si differenzia dal Sud (sottostante) per il semplice fatto che presenta una produzione semiautomatica, ogni linea che costituisce ogni singola fase di produzione, lavora in contemporanea alle altre. La sua particolarità è che nella fase di building sono presenti quattro macchine di assemblaggio ognuna delle quali è collegata ad un suo magazzino automatico dove un trasloelevatore preleva il pezzo e lo manda nella fase successiva: vulcanizzazione, sempre dedicati e specifici ad ogni macchina di assemblaggio.
- CAR SUD: è un'area di produzione manuale, costituita da una maggiore presenza di operatori e dopo la fase di building è presente un unico magazzino dove confluiscono tutte i crudi prodotti e per questo motivo presenta una capienza nettamente maggiore rispetto al Nord. Dal magazzino il crudo viene prelevato e portato alla vulcanizzazione.
- NEXT: è il simbolo del Polo, costituito da due linee di produzione completamente robotizzate, costituite dalla presenza di braccia meccaniche che svolgono in modo autonomo l'intero processo di produzione degli Ultra High performance dal 19 al 23 pollici.

3.1 PROCESSO DI PRODUZIONE

Il processo produttivo di uno pneumatico Pirelli prevede 6 fasi fondamentali:

1. Materie prime per mescolatura
2. Sala mescole
3. Materie prime per semilavorati
4. Semilavorati
5. Confezione
6. Vulcanizzazione
7. Finitura
8. Versamento

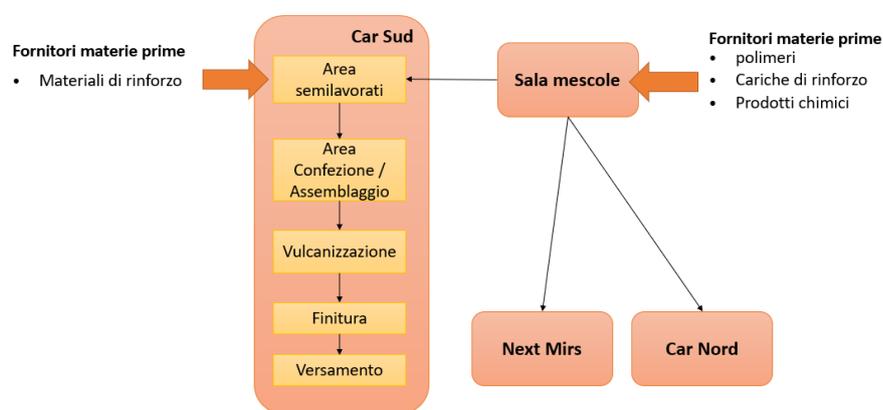


Figura 17: Flusso di produzione

3.1.1 MATERIE PRIME

Le materie prime che vengono adoperate per il processo di realizzazione dell'impasto "mescola" di cui si parla nel paragrafo successivo, sono:

- polimeri: gomma sintetica e gomma naturale
- Cariche di rinforzo: nerofumo e silice
- Prodotti chimici: ingredienti e olii

Per quanto riguarda i polimeri impiegati spicca per importanza la gomma naturale che ancora oggi è il principale ingrediente degli pneumatici, subito dopo affiancata da quella sintetica le cui tipologie maggiormente usate sono 5: gomma butadienica, gomma stirene sutadiene, gomma butilica, gomma alogene butilica e gomma isoprenica. La gomma è il materiale per eccellenza per conferire elasticità e morbidezza.

Parlando di cariche di rinforzo invece, abbiamo parlato di due elementi: il nerofumo e la silice. Il nerofumo o nero di carbonio conferisce al pneumatico durabilità e resistenza e si ottiene per combustione parziale controllata di olii combustibili. Esso è costituito da particelle che a seconda di come si compongono in strutture, conferiscono proprietà e qualità differenti.

La silice è una carica rinforzante introdotta appositamente per ridurre la resistenza al rotolamento e quindi va ad intervenire sulle proprietà di aderenza e resistenza all'abrasione.

Ovviamente, le proporzioni di questi due ingredienti variano in base alle proprietà che si vuole conferire al semilavorato, se parliamo ad esempio di battistrada, la sua ricetta prevede una maggiore quantità di silice rispetto a nerofumo perché essendo la parte più esterna del prodotto questa deve garantire una maggiore resistenza all'usura; mentre se parliamo di fianchi questi saranno composti prevalentemente da nerofumo in quanto devono offrire resistenza a tutti i probabili urti e forme di usura.

Gli ingredienti e gli olii utilizzati per la gomma sono diversi: troviamo quelli per la prestazione, protezione e vulcanizzazione. Tra quelli per la prestazione troviamo olii e resine, per ottenere protezione vengono aggiunti elementi come cere, antifatica, antiossidanti... e infine tra quelli di vulcanizzazione ci sono acceleranti o ritardanti che vanno ad agire direttamente nel processo di cottura del crudo (la fase di vulcanizzazione è quella che prevede la cottura del crudo ottenendo il noto pneumatico).

Questi vengono collocati su un nastro trasportatore che confluisce direttamente all'interno del Banbury.

3.1.2 MESCOLATURA

È la prima fase che dà il via al processo, in questo reparto vengono trasformate le materie prime; infatti, da magazzino vengono prelevate le materie prime che vengono fornite da fornitori esterni: nero fumo, gomma sintetica, gomma naturale, ingredienti vari e olii. Quindi, una volta che si attinge dal magazzino, questi vengono impiegati per essere mischiati tra di loro, in percentuali differenti in base all'impasto che si vuole ottenere e soprattutto in base alle caratteristiche che si vogliono imprimere (aderenza, deformabilità..).

Il prodotto finale di questa fase prende il nome di "mescola" che si ottiene da un processo di: masticazione e rammollimento della gomma, incorporazione delle cariche e degli ingredienti e infine omogeneizzazione e distribuzione di ogni particella di materiale inserito.

Il flusso ha inizio con un macchinario in particolare: il Banbury (figura 18), un enorme mixer che sottopone la gomma ad elevati sforzi. Al suo interno vengono calati la gomma, il carbonio, i solfuri e solventi e altri ingredienti dando vita ad una miscela che passerà successivamente attraverso dei rulli che imprimeranno su di essa una forza e pressione tale da ottenere lo spessore e la consistenza voluta.

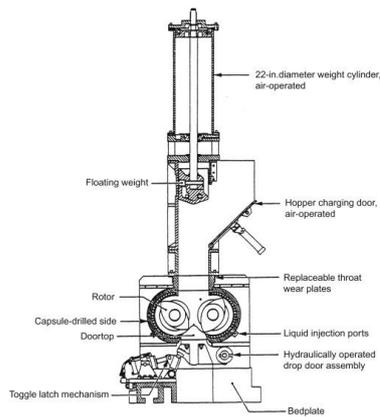


Figura 18: Struttura di un Banbury



Figura 19: impianto completo Banbury

Il Banbury è un miscelatore chiuso, al suo interno troviamo una camera in cui alloggiavano due rotori all'interno dei quali vengono introdotti gli ingredienti sopracitati (attraverso una sorta di tramoggia), nel secondo step quest'ultimi vengono pressati da un peso pressatore (pistone che li accompagna nella camera di miscelazione). Una volta chiuso il peso pressatore, i rotori iniziano a movimentarsi generando e imprimendo all'impasto una forte azione di miscelamento. Durante il loro funzionamento, la temperatura presente raggiunge un livello di 160 gradi ed è a questo punto che tutte le materie prime inserite iniziano a trasformarsi in un impasto compatto, chiamato appunto mescola, la quale viene poi rimossa da una porticina (zona di scarico). È importante capire quali sono le variabili fondamentali per gestire la lavorazione dell'impasto: pressione, energia e temperatura; infatti, questa macchina garantisce di raggiungere alti valori delle variabili citate, senza le quali non sarebbe possibile lavorare gomma così pesante.

La loro nascita risale all'inizio del 900 da parte dell'omonimo ingegnere e hanno trovato il loro principale utilizzo nel settore delle automobili, Goodyear è stato il primo produttore di gomma a trarre vantaggio dal macchinario.

Esso nel corso del tempo è stato continuamente sottoposto a miglioramenti, il salto più importante si è verificato nel passaggio da rotori tangenziali a rotori Intermix o interpenetranti.

Se nei rotori tradizionali la miscelazione avviene tra il rotore e le pareti della macchina, nei rotori Intermix, invece, avviene tra di loro generando una maggiore energia di miscelazione permettendo di avere impasti molto più omogenei. Quelli tradizionali sono stati facilmente sostituiti dai loro successori, perché generavano nella loro attività troppa dispersione di calore e inoltre anche minor energia di miscelazione. Negli interpenetranti, invece viene meno il supporto delle pareti ed è proprio questo il segreto: la miscelazione che avviene tra i due rotori permette di limitare decisamente la dispersione di calore e ottenere miscele ben amalgamate. Questa è una macchina in cui tutte le variabili in gioco, come pressione e temperatura devono essere monitorate e controllate costantemente per ottenere sempre miscele impeccabili e prive di errori o difetti.

Dopo il Banbury, la mescola viene indirizzata verso un altro macchinario: l'estrusore, macchina che serve per raffreddare l'impasto. Esso è la macchina che permette di modellare la miscela nella forma che più necessita la confezione del prodotto; è in questa fase che la mescola viene inserita e come output si ottiene degli strati di foglie in modo continuo. Questo estruso sottile fuoriesce dall'ugello e cade su dei bancali che vengono poi movimentati dai carrellisti fino al reparto dei semilavorati dove vengono adoperati per la produzione di uno dei setti semilavorati richiesti per la realizzazione di un pneumatico.

Anche in questo processo gioca un ruolo importante la temperatura, infatti questa raggiunge un livello di 120 gradi che permette di ammorbidire la mescola (la rende più fluida) e facilita il passaggio di questa attraverso una feritoia, chiamato "bocchettone" che imprime all'impasto la forma finale e desiderata. Non è altro che una lavorazione continua che genera un trafilato senza fine e che richiede quindi l'intervento dell'operatore per il taglio.

3.1.3 MATERIE PRIME PER SEMILAVORATI

In questo step, prima di passare ai semilavorati è necessario prelevare da magazzino un altro tipo di materia prima: i materiali di rinforzo che si suddividono in tessuto tessile, cordicella metallica e cerchietti. Questi non prevedono la presenza di gomma, infatti, i tessuti tessili sono realizzati intrecciando fili tra di loro perpendicolari, la cordicella metallica è applicata all'interno delle cinture mentre i cerchietti sono il vincolo al cerchio dello pneumatico.

3.1.4 SEMILAVORATI

Dopo aver parlato di mescole, si passa allo step successivo, in cui queste, che si caratterizzano ognuna per una composizione differente, vengono impiegate come input per la realizzazione dei semilavorati che rappresentano tutti quei componenti che saranno assemblati per ottenere il pneumatico finale.

Infatti, i fogli di mescola giungono nell'area dei semilavorati, e a seconda del semilavorato che si vuole ottenere questo verrà processato da una specifica macchina. I principali semilavorati che vengono impiegati nella realizzazione di una copertura Pirelli sono:

- **Fianchi:** sono due strisce di materiale collocate ai lati del crudo e servono per offrire rigidità e allo stesso tempo per mettere in collegamento il battistrada con i cerchi.
- **Complex:** esso presenta anche un altro nome, è infatti chiamato anche camera d'aria ed è realizzato a partire da due fogli di mescola unite tra loro. Essa si trova all'interno del pneumatico e a pneumatico terminato, è la parte che ospita l'aria in pressione. L'insieme del complex e dei due fianchi costituiscono il cosiddetto pre-assemblato.
- **Tele:** queste si trovano sopra il complex e per questo motivo vengono impiegate per proteggere quest'ultimo durante l'espansione con l'aria in pressione. La sua funzione è anche quella di garantire la trasmissione della forza tra la ruota e il terreno. Al suo interno troviamo dei fili di nylon (o rayon) ricoperti da gomma e il loro diametro varia in base alle proprietà che si vuole conferire al pneumatico. Queste possono essere anche due e hanno un ruolo decisivo sul comportamento dinamico del pneumatico proprio perché sono loro coloro che trasmettono le forze dal cerchio agli altri elementi e inoltre protegge il fianco da tutti i possibili urti. La tela, chiamata anche carcassa, influenza intrinsecamente le proprietà dello pneumatico, tra cui l'usura, il comfort...
- **Cinture:** chiamati anche tessuti metallici perché all'interno dei fogli di gomma sono presenti filamenti metallici che offrono la funzione di rigidità e struttura del pneumatico. Esse solitamente sono due, collocate una sopra l'altra e a seconda di come queste vengono collocate (angolazione), influenzano in modo attivo le risposte del pneumatico alle varie situazioni.
- **Battistrada:** come è stato più volte citato, questo è il componente che sta a contatto diretto col suolo e per questo deve avere una mescola adatta per garantire alte prestazioni come: trazione, resistenza al rotolamento, controllo in caso di pioggia o neve e quindi resistente al fenomeno di acquaplaning. La sua efficacia è riflesso anche delle insenature longitudinali e trasversali presenti sulla superficie che determinano anche il suo livello di rumorosità, esse sono impresse nel processo di vulcanizzazione
- **Bandina:** è lo strato che intercorre tra le cinture e il battistrada e serve per creare una maggiore adesione di quest'ultimo agli strati interni ma allo stesso tempo è importante perché viene impiegata per coprire le giunte delle cinture. Essa è importantissima per evitare che gli elementi interni si dilatino per forze centrifughe e quindi ha potere contenitivo. Ha una larghezza maggiore delle cinture affinché riesca ad avvolgere completamente il pacco cinture e viene erogato ed applicato con un angolo di zero gradi rispetto alla direzione longitudinale.

- **Cerchietti:** altro non sono che dei fili di acciaio avvolti da gomma e raggruppati in un fascio con altri fili secondo una forma specifica, essi sono studiati per mantenere lo pneumatico saldo al suo cerchio proprio da impedire che si generi qualsiasi movimento tra i due.
- **Tallone:** la sua mescola è costituita da elementi e da percentuali degli stessi studiati appositamente per ottenere un materiale duro e rigido

La produzione dei semilavorati si possono dividere in due categorie: semilavorati in gomma pura che sono il battistrada e il fianco e semilavorati multi-materiale. I primi sono chiamati in questo modo perché la mescola che li caratterizza viene portata ad alte temperature per poi essere estrusa secondo specifiche forme; i secondi, invece, sono sempre costituiti da gomma ma in aggiunta è presente anche un altro materiale come può essere il nylon.

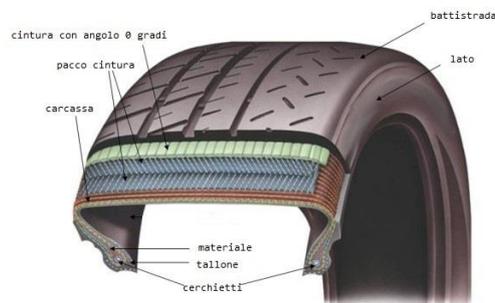


Figure 20: composizione di un pneumatico

3.1.5 CONFEZIONE

I semilavorati una volta prodotti ognuno nel loro macchinario di riferimento, questi vengono smistati tra le confezionatrici dell'omonimo reparto e arrivano avvolti in flange che possono essere di metallo o di plastica e tutte chiamate bobine. Le bobine raggiungono i "magazzini" situati a bordo macchina per mezzo dei carrellisti.

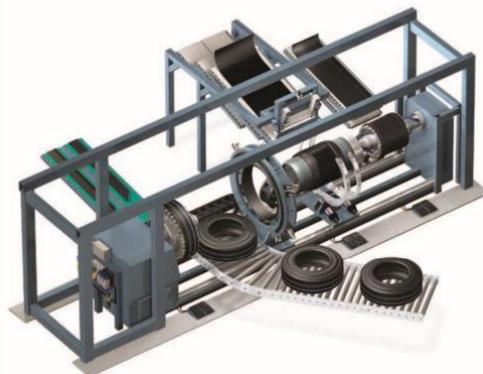


Figure 21: Macchina di assemblaggio del pneumatico

La macchina impiegata in questa fase del processo è la VMI, così chiamata per il nome dell'azienda leader del settore che la produce, "VMI Group".

È una macchina semiautomatica che ha il compito di assemblare tra di loro i semilavorati per dare alla luce il cosiddetto "pneumatico crudo" (chiamato nell'industria "green tyre"), chiamato in questo modo perché non è stato ancora vulcanizzato.

Ogni macchina di questo tipo viene caricata dei semilavorati necessari per realizzare il cosiddetto "pneumatico crudo". Questo step è costituito da due fasi che prendono il nome di prima fase e seconda fase e queste due sono subito seguite poi da una fase di giunzione delle prime due.

La prima fase comprende l'erogazione dei seguenti materiali: fianchi, complex, le due tele mentre la seconda fase fa riferimento alla parte delle cinture, battistrada e bandina, questi vengono prelevati dalla macchina stessa facendo srotolare le bobine collocate in "cartucce". Nella prima fase, una volta che la macchina ha richiamato i materiali dalle loro bobine, provvederà essa stessa a tagliarli (la macchina si muove secondo i parametri della ricetta che viene inserita) e a movimentarli su dei nastri trasportatori che li accompagnano verso un "leggio" che ha la funzione di avvolgerli su due tamburi (il cui diametro rappresenta i pollici della copertura); vengono erogati quindi in sequenza: il preassemblato (foglio di complex ai cui lati sono presenti le due fasce di fianchi), la tela nuda e se è prevista da specifica anche la seconda tela.

L'albero che porta su di esso i due tamburi, una volta che la prima fase è stata preparata, trasla verso la seconda fase facendo prima una sosta nelle mezzelune dove vengono rilasciati e collocati i cerchietti (la loro distanza è costantemente monitorata perché determinante per la buona riuscita del crudo). L'inserimento dei cerchietti, insieme al cambio materiali, sono le poche operazioni manuali che la macchina chiede di fare all'operatore.

L'albero giunge dunque in seconda fase e in questa, su un altro tipo di tamburo (con un diametro maggiore rispetto a quelli citati di prima fase ed è vicina alla misura finale del crudo) vengono applicate i due strati di cinture, correttamente giuntate tra loro, susseguite dall'erogazione della bandina a zero gradi che permetterà la completa aderenza del battistrada sulle cinture.

Il pacco cinture con battistrada viene trasferito nella sezione della macchina chiamata "anello transfer" (figura 22), una struttura che presenta un foro che permette la comunicazione tra la prima e la seconda fase. Attraverso questa apertura, gli output della prima e seconda fase vengono assemblati ossia vengono perfettamente allineati, qui avviene l'avvicinamento delle due fasi attraverso l'espansione del tamburo. Per arrivare ad ottenere il pneumatico crudo, è necessario un'altra movimentazione da parte della macchina, infatti sempre nell'anello transfer mentre avviene l'adesione delle due fasi, nel frattempo si ha il sollevamento dei fianchi che vengono poi sovrapposti al battistrada e sottoposti al processo di rullatura dove assumono la loro forma arrotondata.

Una volta che il crudo viene confezionato, questo viene prelevato da una sorta di pinza e qui un piccolo robotino applica un barcode e successivamente lo trasporta fino alla bilancia dove viene pesato sempre in automatico. Successivamente, un ribaltatore mobilita il crudo verso la stazione dove avviene la lettura del barcode, per garantire continuità della tracciabilità, poi l'operatore provvederà a fare un controllo visivo e se tutto rispetta le norme di qualità, questo viene caricato sulla teleferica.

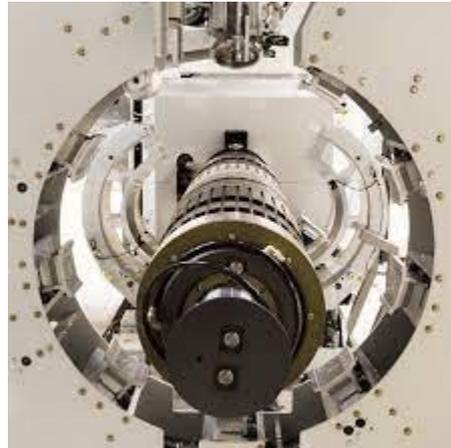


Figure 22: Anello transfer del modello VMI MAXX

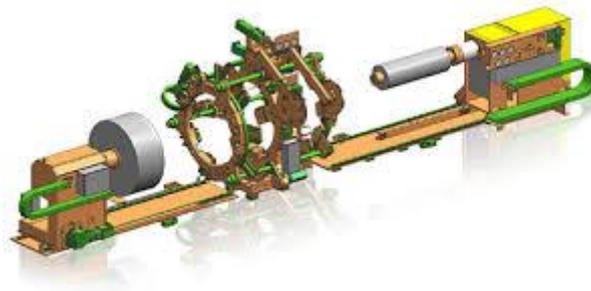


Figure 23: Prima e seconda fase della confezione



Figure 24: Pneumatico crudo

3.1.6 VULCANIZZAZIONE

L'output che fuoriesce dalla confezione non ha ancora le sembianze del pneumatico che conosciamo, ma per conferirgli quell'estetica è importante che passi da un'altra fase: la vulcanizzazione. In questo processo, il crudo entra in una pressa di vulcanizzazione che si trova all'interno di un vulcanizzatore che presenta due stampi che possono vulcanizzare due pezzi contemporaneamente e una camera.

Il crudo viene posizionato all'interno del vulcanizzatore, perfettamente allineato con l'asse dello stampo tra un cuscinetto superiore e uno inferiore, qui è presente una camera d'aria in gomma che si espande e così facendo spinge il crudo contro lo stampo facendogli assumere la forma prevista da specifica. Alla fine del processo i cuscinetti si apriranno e i gas sprigionati vengono aspirati da condotti di areazione.

Il processo presenta un tempo ciclo maggiore rispetto a quello della confezione (mediamente si aggira attorno al minuto), infatti si aggira all'interno di un range che va dai 10 ai 35 minuti. Questa deve essere vista come una reazione chimica, infatti vengono impiegate sostanze come zolfo e additivi sul crudo per conferirgli, durante lo stampo, determinate proprietà.

A livello molecolare avviene questo processo: lo zolfo viene aggiunto perché le sue molecole prendono il posto dell'ossigeno che si va a legare con il carbonio che sta alla base della struttura della gomma, questo permette di conferire al pneumatico una maggiore e migliore elasticità, resistenza al fenomeno dell'usura e isolamento dal calore e elettricità.

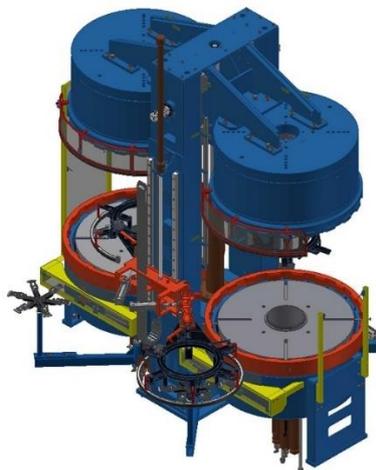


Figure 25: Macchina vulcanizzatore a due stampi

3.1.7 FINITURA

Questa è la fase in cui il pneumatico appena uscito dal vulcanizzatore viene sottoposto a dei controlli visivi che determinano la sua approvazione, rilavorazione o scarto, ossia viene determinato il suo destino. Il prodotto arriva in finitura in modo automatizzato attraverso dei rulli trasportatori partendo dall'area vulcanizzazione.

L'area di finitura è costituita dalla presenza di postazioni lavoro in cui l'operatore manualmente controlla il pezzo (quindi non ci sono macchine che in modo autonomo svolgono questa fase), questo è appoggiato su dei divaricatori che facilitano la visualizzazione e permettono di movimentare il pezzo (unica parte meccanica del processo di finitura).

Qui la figura dell'uomo svolge un ruolo importantissimo, infatti la sua saturazione è al 100% in quanto anche se sono presenti delle azioni macchina, durante queste in parallelo la figura umana svolge la sua di azione: mentre infatti i divaricatori permettono la rotazione della ruota, l'operatore svolge il suo controllo in ombra.

Si può pensare che questo venga liberato dalla sua mansione mentre le coperture arrivano dai rulli trasportatori, ma questa operazione è talmente veloce che l'attesa sarebbe solo di pochi secondi e per questo che questi tipi di operatori non possono, nel mentre, essere spostati altrove a svolgere altre mansioni.



Figure 26: Controllo visivo copertura su divaricatore

L'immagine sottostante riassume tutti i passaggi visti precedentemente, ognuno che presenta le sue specifiche macchine di riferimento.

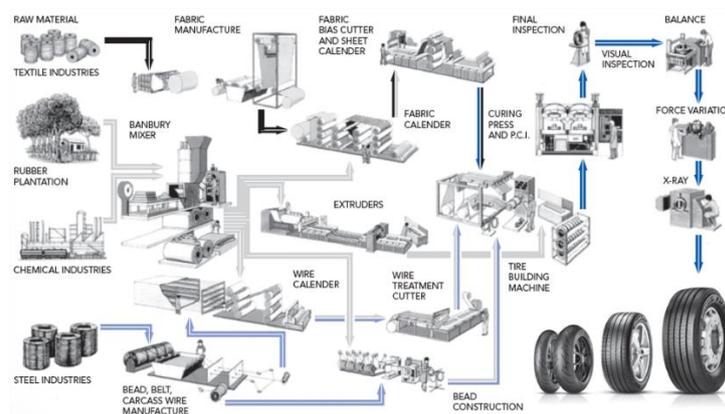


Figure 27: Processo di produzione di uno pneumatico

3.2 PROCESSO DI PRODUZIONE ROBOTIZZATO: IL NEXT MIRS

Il MIRS (Modular Integrated Robotized System) fa riferimento ad un processo produttivo completamente automatizzato e robotizzato che segue ben 3 fasi (molto di meno rispetto al processo tradizionale che abbiamo visto precedentemente): preparazione dei semilavorati, produzione e vulcanizzazione e infine finitura. Il Next MIRS è espressione della massima digitalizzazione dove la figura umana ha la sola funzione di supporto; questo tipo di tecnologia viene impiegata per la produzione di una gamma di prodotti ben precisa: le gomme UHP (ULTRA HIGH PERFORMANCE) con misure che vanno dai 19 ai 23 pollici. Questi sono gli pneumatici più prestanti della gamma dei prodotti Pirelli e non a caso sono prodotti in maniera automatizzata, per azzerare l'impatto dell'errore umano e perché è necessaria l'estrema precisione di realizzazione.

Gli spazi della catena di realizzazione dello pneumatico qui occupa uno spazio estremamente ridotto, ogni singola fase infatti viene svolta da un robot dedicato: si inizia dalla lavorazione della materia prima fino ad ottenere il prodotto finale lavorato senza interruzione.



Figure 28: Catena di produzione Next MIRS

Si inizia dal prelievo di un tamburo di metallo spoglio che presenta precise caratteristiche della misura corrispondente, su di esso vengono applicate con estrema precisione tutti i componenti di gomma, tessuto e metallo; questi vengono applicati mentre il tamburo è in rotazione in modo da ottenere un prodotto uniforme.

Ogni volta che un robot compie la procedura per cui è stato programmato, passa il tamburo su cui ha terminato la lavorazione al robot successivo che aggiungerà ulteriori componenti di materiale e così via, è un processo a cascata.

Una volta completata la lavorazione sull'ultimo robot, il tamburo con tutti i materiali applicati entra nella fase di vulcanizzazione, ossia gli pneumatici entrano in stampi segmentati che circolano su una sorta di carosello che è stato progettato appositamente per tutta la produzione MIRS.

Il grande vantaggio del MIRS è quello di ottenere una grande flessibilità a livello di produzione: i prodotti UHP spaziano dai 19 ai 23 pollici per cui non è possibile applicare le procedure previste dalla produzione tradizionale.

Questo tipo di approccio, invece, permette di produrre anche all'interno della stessa linea più prodotti con caratteristiche tecniche differenti che rispecchiano in modo fedele le richieste del cliente.

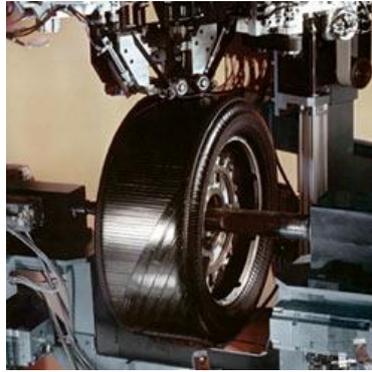


Figure 29: Procedura di taglio e applicazione della cintura su tamburo

CAPITOLO 4: PROGETTO INDUSTRIALIZZAZIONE

CONFEZIONATRICE VMI 249

4.1 PREAMBOLO

La mia esperienza in Pirelli ha inizio a Giugno, quando il macchinario era ancora nella fase di industrializzazione, infatti ogni attrezzatura che lo accompagnava non aveva ancora una precisa locazione, così come ogni cartuccia che ospita i semilavorati che vengono poi assemblati dalla macchina. Era indispensabile avere delle linee guida di approccio per comprendere al meglio il modo migliore per inserire il più velocemente possibile il macchinario in produzione, da qui l'origine del mio progetto che può essere visto come lo svolgimento di altri due sottoprogetti: uno riguardante l'analisi delle piccole fermate della macchina che generano inefficienze e la loro relativa risoluzione e l'altro riferito a uno dei problemi principali di metodo: setup con calettamento.

Quindi il progetto è stato articolato in due step:

1. Step 1: in veste di soggetto appartenente allo scompartimento di Industrial Engineering dell'azienda, ho preso in carico l'obiettivo di effettuare tutte le analisi necessarie delle piccole fermate della macchina per comprendere fino in fondo le cause radice delle anomalie che non permettevano al macchinario di performare. Questa analisi mi ha permesso poi successivamente di stilare una PDCA di azione, strumento che ha accompagnato tutto il progetto fino al raggiungimento degli obiettivi prestabiliti.
2. Step 2: una volta affrontato e chiuso il progetto delle piccole fermate, come soggetto appartenente anche al gruppo di PMS (Pirelli Manufacturing System), ho preso in carico anche la necessità di approfondire la procedura del set up con calettamento, ossia cambio misura che prevede anche il cambio dei due tamburi che determinano i pollici della copertura. Infatti, questa operazione era del tutto nuova agli operatori che non l'avevano mai svolta (è sempre stata svolta da altri soggetti: gli attrezzisti) ma soprattutto era priva di un flusso di azioni standard che avrebbe permesso agli stessi di svolgerla nel modo più efficiente possibile.

Prima di entrare nel cuore del progetto è necessario affrontare un preciso approfondimento sulla macchina, Vmi 249 (chiamato in questo modo per l'omonima casa produttrice) e il reparto di riferimento: la confezione.

Ci troviamo alla terza fase del flusso di produzione di un pneumatico, la confezione, dove i 7 semilavorati che lo costituiscono vengono condotti da figure ben precise: i carrellisti, che attraverso delle zattere consegnano il materiale a bordo macchina e l'operatore, in base alla regola del FIFO (first in, first out), lo preleva e lo inserisce a macchina.

Uno dei punti fondamentali della Lean Manufacturing è l'allineamento tra tutte le parti coinvolte nel processo, ed è in questo punto che si manifesta: ogni carrellista, infatti, deve essere perfettamente allineato con la programmazione, ossia deve avere ben chiaro quali sono le misure processate e quali saranno quelle che verranno processate successivamente. Ogni elemento deve incastrarsi perfettamente nel puzzle della produzione per evitare appunto che si verifichino qualsiasi forma di MUDA ossia spreco. Nell'area denominata "Car Sud" presso il polo tecnologico di Settimo Torinese (TO), il reparto semilavorati deve dare "da mangiare" a ben undici macchine confezionatrici del reparto della confezione, questo fa ben capire ancora di più la necessità e l'alto impegno di mantenere alto il livello di reattività ad ogni tipo di situazione che potrebbe compromettere l'intero equilibrio del sistema. È importante capire che ogni macchina nel reparto gestisce tot misure turno, ogni misura presenta una determinata "specificata", ossia una sorta di "carta d'identità" dove sono riportati tutti i valori a cui fare riferimento per realizzare un determinato prodotto. Ogni misura quindi per essere realizzata, richiede l'utilizzo di specifici codici di: fianchi, complex, tele, cinture, battistrada, bandina e cerchi; infatti ogni materiale citato ha una sua ricetta di realizzazione ossia vuol dire che è stato realizzato con una certa miscela, con certe percentuali e precisi parametri tecnici.

La complessità della produzione dei semilavorati risiede principalmente nel fatto che le specifiche dei codici possono avere in comune più codici di materiali, quindi è altamente probabile trovare nello stesso momento, macchine che stanno producendo codici di prodotto differenti ma che richiedono gli stessi materiali (in parte).

Nella specifica quindi si trovano riportati:

- I codici dei semilavorati necessari
- I parametri da impostare a livello di confezione (attrezzatura e regolazioni sulle stazioni dei materiali)
- I parametri da impostare a livello di vulcanizzazione (tempo ciclo necessario, stampi...)

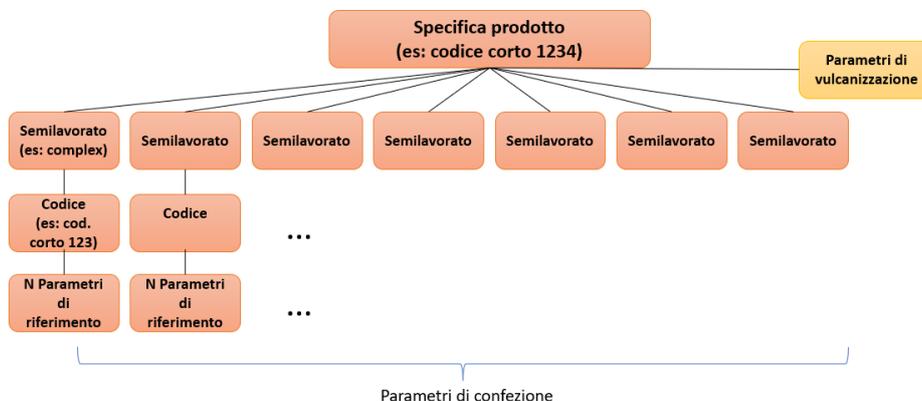


Figure 30: Specifica di prodotto

4.2 LA MACCHINA: VMI 249

Il produttore per eccellenza dei macchinari che costituiscono il reparto di confezione, quindi il reparto che riceve come input i semilavorati e produce come output lo “pneumatico crudo”, è il gruppo VMI, società olandese che si occupa nella realizzazione di macchinari automatici o semiautomatici per il confezionamento di pneumatici.



Figure 31: Vmi 248



Figure 32: Vmi 249

Ripercorriamo un attimo il processo di assemblaggio del “pneumatico crudo” nella fase di confezionamento (“building”) da parte della Vmi 249.

La macchina può essere vista e suddivisa in diversi modi: fronte macchina e retro macchina oppure 1^a fase e 2^a fase. Se considero la prima distinzione faccio riferimento al ruolo dei due operatori presenti, il primo si deve occupare della parte fronte macchina, quindi il caricamento dei cerchietti in corrispondenza del “caricatore cerchietti” e intervenire tempestivamente a qualsiasi interruzione di ciclo della macchina (es: giunte fuori tolleranza, scarto materiali...); il secondo deve occuparsi della parte posteriore del macchinario, dove appunto sono presenti tutte le stazioni di caricamento semilavorati attraverso delle cartucce.

La seconda accezione di suddivisione ha radici storiche: in passato, infatti, la confezione era suddivisa in due fasi perché venivano svolte da due macchinari differenti: uno si occupava della realizzazione del “pacco” composto da preassemblato (complex e fianchi) e tele, chiamata appunto 1^a fase, mentre l’altro realizzava il “pacco” costituito da cinture, bandina e battistrada, chiamato 2^a fase.

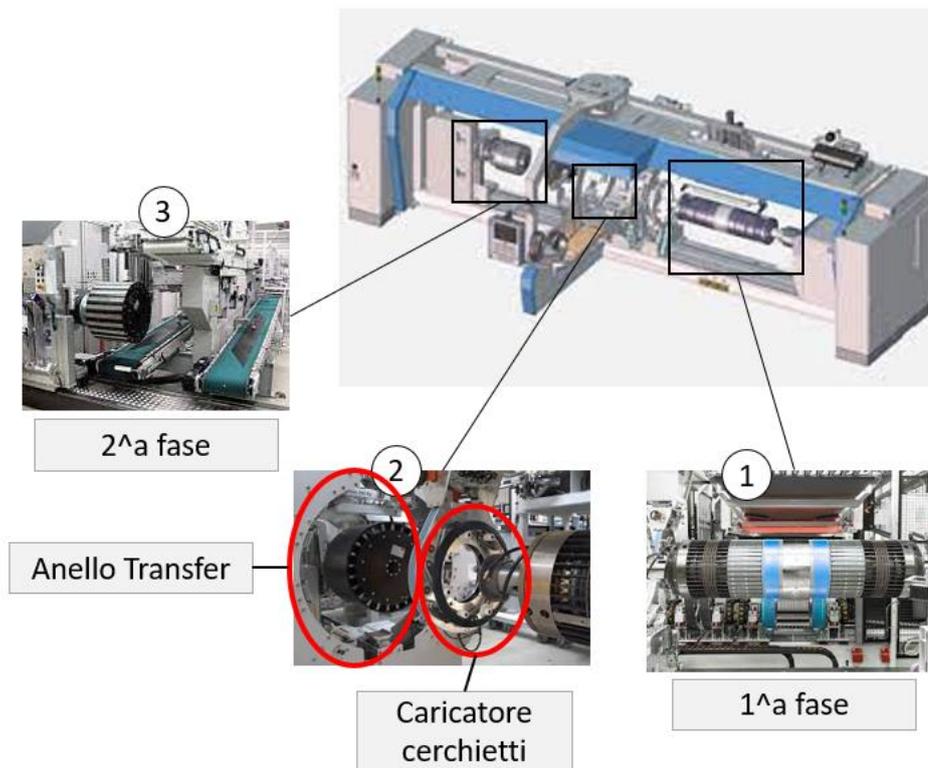


Figure 33: Distinzione prima fase (1) da seconda fase (3) e anello transfer (2)

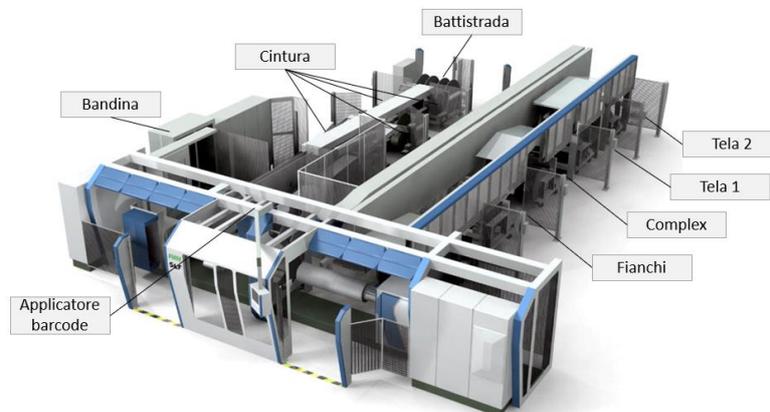


Figure 34: Materiali caricati sulla macchina

Oggi, le due fasi sono svolte in modo parallelo da un unico macchinario ma il modo per distinguere queste due diverse applicazioni è rimasto invariato; quindi, per tutto il progetto dividerò il macchinario secondo la distinzione appena illustrata.

Le cartucce sono lo strumento attraverso cui gli operatori caricano a macchina i materiali avvolti in flange metalliche (quelle della bandina possono essere anche di materiale plastico).

Le cartucce quindi, una volta caricate col materiale per cui sono state costruite (ogni cartuccia è studiata appositamente in base al materiale che deve essere inserito perché vengono inseriti su flange che possono essere di differenti diametri e larghezze), vengono spinte nelle aree predisposte all'interno della macchina dove si agganciano a dei motori di svolgimento (non tutte le postazioni presentano quest'ultimo motore).



Figure 35: Cartuccia carica della flangia di materiale

A bordo macchina sono presenti per ogni materiale coinvolto, due cartucce in modo tale da garantire il cambio in tempo mascherato ossia in modo che non si verifichi alcun fermo macchina; quindi, si scarica dalla macchina la cartuccia con bobina consumata e si inserisce la cartuccia con bobina piena, successivamente, a macchina marciante, verrà preparata nuovamente la cartuccia nuova da inserire al termine di quella inserita precedentemente.

Una volta caricati tutti i materiali richiesti da specifica, inizia la produzione, ossia la macchina inizia a processarli:

- Un piccolo motore posto in corrispondenza delle stazioni dei materiali svolgono le bobine in modo che fuoriesca il materiale avvolto, questo viene prelevato dall'operatore e giuntato (rispettando precise norme qualitative riguardanti, ad esempio, la larghezza della giunta) alla lesa di materiale della bobina precedente per garantire continuità di produzione.
- Successivamente la macchina in modo automatico provvederà al taglio della lunghezza della lesa del materiale prevista da specifica della misura impostata. Queste parti di materiali si muovono lungo dei nastri trasportatori che li movimentano dalla bobina di riferimento all'erogatore del materiale sul tamburo.



Figura 36: taglio della tela su nastro trasportatore

Questi due passaggi avvengono sia in 1^a fase che in 2^a fase, la differenza risiede principalmente nei materiali erogati e i tamburi di riferimento:

- nella 1^a fase è presente un albero in cui sono inseriti e bloccati tramite pistoni e anelli due tamburi uniti tra di loro da un elemento ferroso chiamato "centerdeck" (due mezzelune di ferro), ai due lati del centerdeck sono presenti i due laterali (ossia 4 elementi di lunghezza pari a metà di circonferenza).

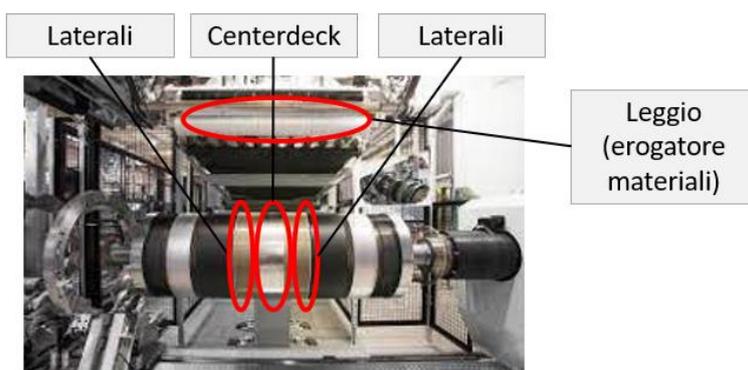


Figure 37: Elementi prima fase

I tamburi, sinistro e destro, hanno la circonferenza della copertura che deve essere prodotta e hanno il ruolo di garantire una corretta erogazione e sostenimento dei materiali.

Su di esso vengono posizionati i materiali quali: complex, fianchi e tele, ossia il tappeto trasporta le lese di materiale, già tagliate precedentemente dalla macchina stessa, e vengono applicati attraverso il "leggio" (che si abbassa in fase di applicazione) sul tamburo, nel frattempo il tamburo è in rotazione per favorire un'applicazione uniforme su tutta la circonferenza. In questa fase, poi, avviene in modo automatico la lettura delle giunte dei materiali che devono rispettare precise tolleranze di qualità (se così non fosse è richiesto l'intervento dell'operatore fronte macchina a riprenderle e sistemarle in modo corretto).

I tamburi di questa fase, nel momento in cui cambiano i pollici dello pneumatico, devono essere cambiati dai due operatori costituendo il cosiddetto “set up completo con calettamento”. Il set up, altro non è quando si cambia la specifica e quindi si inserisce la produzione di un lotto di un'altra misura, questo è completo quando è presente anche l'operazione del cambio tamburi perché vuol dire che si stanno cambiando anche i pollici del prodotto.

- Nella 2^a fase è presente un altro tamburo, che si contraddistingue da quello di 1^a fase per il semplice fatto che non ha un diametro fisso ma bensì si autoregola all'occorrenza ossia in base alla specifica. Questo tamburo ospita gli altri 3 materiali, in sequenza di applicazione: le cinture 1 e 2, bandina a zero gradi e battistrada. Anche su questo tamburo l'applicazione avviene attraverso la rotazione dello stesso ma un'altra differenza risiede nel fatto che quest'ultimo è mobile, ossia è questo a spostarsi nelle varie stazioni per prelevare il materiale.

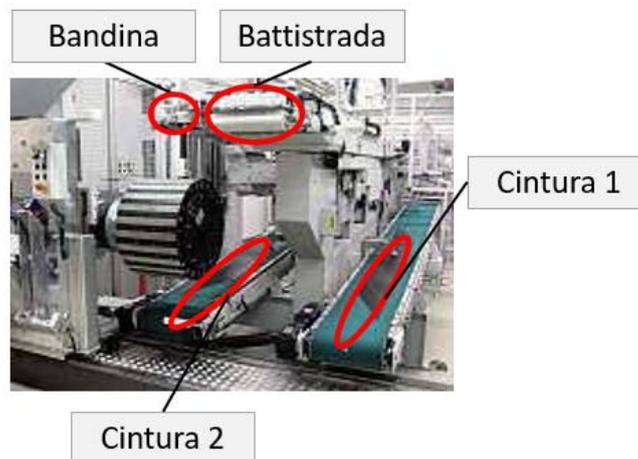


Figure 38: Elementi seconda fase

Il pacco cinture preparato da questo tamburo presenta un diametro leggermente superiore a quello prodotto dalla prima fase, ossia ha un diametro molto vicino a quello che deve avere lo “pneumatico crudo” (o “green tyre”).

Quando queste due fasi sono pronte, il tamburo della prima fase e quella seconda fase si spostano verso il punto di assemblaggio del crudo ossia nell'anello transfer (come si vede nella figura 40). Il tamburo di 2^a fase rilascia il pacco cinture nel transfer, dove successivamente verrà rilasciato anche il pacco della 1^a fase dall'albero con i due tamburi; qui le due parti vengono assemblate e quindi unite, scende il gruppo rullatura per uniformare le giunte dei fianchi sul crudo e alla fine il crudo così pronto viene prelevato da una pinza, che lo accompagna alla stazione barcode dove un robotino applica il barcode di riferimento, successivamente la pinza trasporta il crudo nella zona della bilancia dove viene pesato (il peso deve essere conforme con la specifica) e poi scaricato nella zona di lettura “barcode” (questa è una fase importantissima per

mantenere attiva la tracciabilità del prodotto). Dalla zona lettura barcode, il crudo, tramite una sorta di elevatore, viene caricato sulla teleferica dove verrà successivamente scaricato nel buffer in attesa di vulcanizzazione.

4.2.1 MAN MACHINE CHART VMI 249

Per aver ben chiaro i vari step della confezione del crudo e soprattutto delle operazioni che compiono gli operatori, vi illustrerò uno strumento che mette ben in evidenza questi aspetti: il Man Machine Chart.

Il Man Machine Chart, diagramma uomo-macchina, non è altro che un grafico in cui viene rappresentato il rapporto che sussiste tra il lavoro manuale che viene svolto da uno o più persone e una o più macchine protagonisti di un processo produttivo.

Questo strumento non solo viene impiegato per vedere quanto effettivamente la presenza dell'operatore incida sul processo e quindi la sua saturazione ma anche per ottenere in linea teorica il tempo ciclo della procedura analizzata. Visto che mette in evidenza i tempi impiegati in ogni fase, è ampiamente usato per vedere anche aree di inefficienza del processo che possono essere ottimizzate.

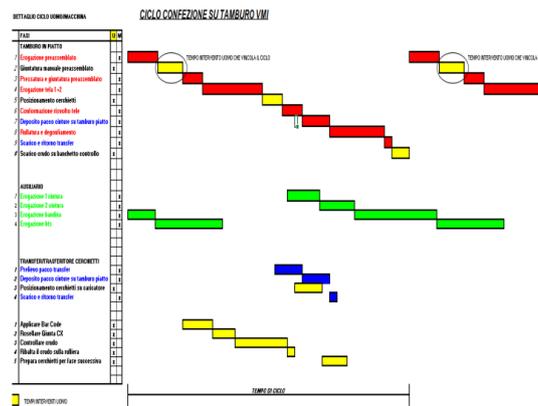


Figure 18 – Man-Machine Chart VMI

La leggenda colori è la seguente:

- tempi uomo
- tempi macchina
- tempi nastri ausiliari tempi transfer
- cerchietti

Figure 39: Man Machine Chart Vmi 249 Nord

Come si evince dalla leggenda, con il colore giallo si indicano tutte le operazioni che svolge l'uomo, è importante però sottolineare come l'operatore anche se in un frangente di tempo non compie alcuna attività manuale, deve rimanere lo stesso fronte macchina per osservare e assicurarsi che il processo venga eseguito correttamente secondo ciclo e intervenire laddove è necessario.

In rosso sono identificate le operazioni che vengono svolte dalla macchina che, come abbiamo detto, si muove in modalità semiautomatica; infatti, senza alcuni interventi dell'operatore la macchina non proseguirebbe col suo normale ciclo.

L'operatore infatti svolge alcune operazioni essenziali senza le quali la macchina non riuscirebbe a svolgere come: ripresa della giunta del preassemblato, caricare i cerchi e premere il tasto che permette di scaricare il crudo a fine del processo; questi sono tutti passaggi senza i quali la macchina non andrebbe avanti a lavorare il crudo successivo. Questi passaggi, si vedono ben chiari nel diagramma, dove le attività della macchina si interrompono per lasciare spazio all'intervento umano; ovviamente sono tutti aspetti che danno spunti di riflessione per ottimizzare i passaggi in quanto in questo modello di macchinario, la 249, è possibile intervenire rendendoli automatici (ma in questa fase di industrializzazione è ancora poco fattibile perché bisogna prima constatare che la macchina restituisca risultati concreti).

I nastri ausiliari, indicati dal colore verde, preparano i semilavorati necessari mentre la macchina è in funzione, in modo tale da ridurre i tempi e poterli rilasciare sul tamburo quando l'operatore avrà scaricato il crudo precedente. Come si può vedere, la successione di erogazione è quella descritta precedentemente: prima cintura, seconda cintura, bandina e battistrada; una volta che questi vengono applicati sul tamburo, interviene l'operatore inserendo i cerchi manualmente e controllando la giunta, solo così facendo la macchina può proseguire e concludere il suo ciclo.

Quando i cerchi vengono caricati sul caricatore, sono presenti altri due elementi chiamati "mezzelune" che, una volta che i cerchi sono stati inseriti sul caricatore, quest'ultimo trasla lungo il suo asse orizzontale, si interpone tra le due mezzelune e rilascia loro i cerchi, queste, poi, quando l'albero con i due tamburi di 1^a fase su cui è presente il pacco preassemblato e tele le raggiunge, rilasciano i cerchi.

Una volta che i cerchi sono stati inseriti, l'albero trasla nuovamente verso l'anello transfer, dove l'output della 1^a fase e della 2^a fase vengono assemblati.

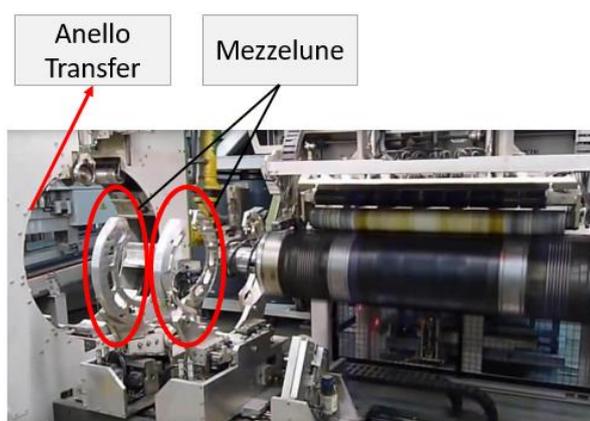


Figura 40: Rappresentazione 1^a fase con tamburi, mezzelune e anello transfer

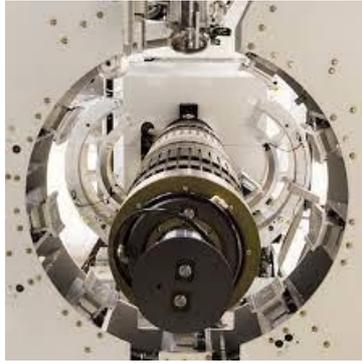


Figura 41: Dettaglio anello transfer

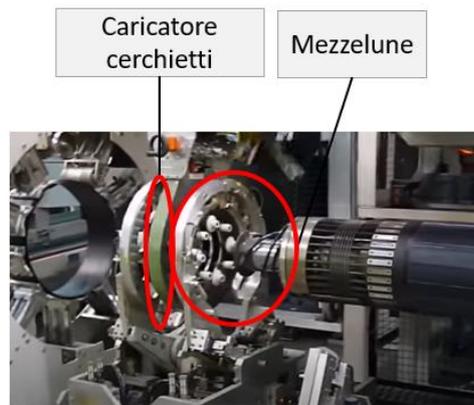


Figura 42: Dettaglio caricatore cerchietti interposto tra le mezzelune

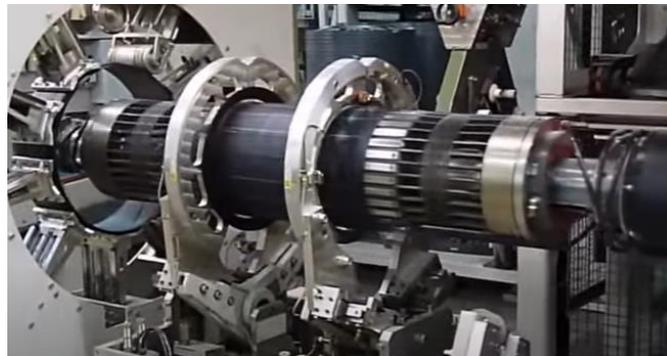


Figura 43: Dettaglio inserimento cerchietti per mezzo delle mezzelune

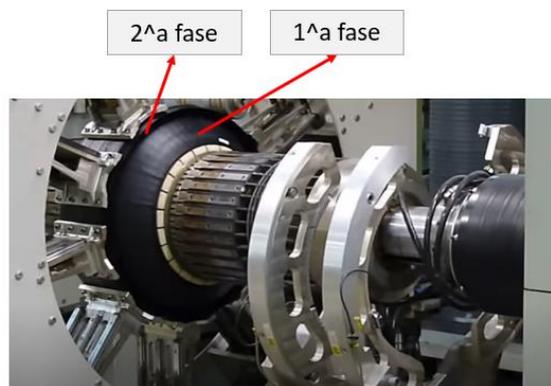


Figura 44: Assemblaggio output delle due fasi nell'anello transfer

4.3 PROGETTO DI MIGLIORAMENTO CONTINUO STEP 1: RIDUZIONE PICCOLE FERMATE SULLA VMI 249

Questo progetto nasce dal fatto che era necessario attuare delle misure di miglioramento al nuovo macchinario, che presentava fin dal primo giorno di installazione dei rallentamenti non poco indifferenti ed era necessario iniziare a discriminare le cause di questi (con dati certi) per comprendere meglio dove intervenire. Il campanello d'allarme è subentrato principalmente quando dopo quattro mesi dall'installazione, la macchina non aveva raggiunto il target di produzione richiesto ed era dunque necessario comprendere i motivi del mancato traguardo.

L'approccio che è stato perseguito in questo progetto delle piccole fermate è quello del "Ciclo DMAIC" un acronimo che fa riferimento a cinque fasi ben precise: Define, Measure, Analyse, Improve e Control.

Siccome la macchina è ancora nella fase di industrializzazione, non è stato ancora perfezionato il sistema che tiene traccia di ogni singola attività della stessa; quindi, è stato necessario ricavare i dati nella buon vecchia maniera: provvedendomi di cronometro e riportando ogni singolo dato su una tabella di Excel.

Ogni giorno, come soggetto appartenente al gruppo di Industrial Engineering, mi sono recata sul campo dove era presente la macchina, e dettavo i tempi ciclo di ogni singolo pezzo che veniva realizzato nell'arco delle 4 ore successivo dall'inizio del rilievo, e attribuivo ad ogni discostamento dal tempo ciclo base della macchina una motivazione che apparteneva ad uno delle 4 M: man, machine, method e material. Questa raccolta dati veniva svolta su più turni per avere una panoramica generale di tutte le anomalie che si verificavano nella macchina durante la presa tempi. Questo metodo mi ha permesso di individuare attraverso i minuti persi quali erano le cause principali delle fermate della macchina e a quali delle sue sezioni attribuirle e sulla base di questi è stata poi stesa una PDCA per avere uno strumento sempre a portata di mano per monitorare le varie azioni correttive che venivano prese per risolvere le varie criticità di processo.

Per avere invece un riscontro sulla risoluzione dei problemi si è sempre preso come riferimento l'indicatore dell'OEE (spiegato nel paragrafo 1.4.4.3) ossia l'Overall Equipment Effectiveness; l'OEE è uno degli indicatori principali della logica della Lean che permette di avere un dettaglio chiaro della macchina per quanto riguarda le piccole fermate e non solo, infatti al suo interno sono discriminati anche tutte le fermate per mancanze materiali, per intervento della qualità, guasti, perdite di velocità... insomma tutte quelle fermate che generano inefficienze.

L'OEE è un indicatore espresso in percentuale che esprime l'efficienza generale di un impianto di produzione che abbraccia in modo coerente la filosofia Lean e TPM (Total Productive Maintenance: capitolo 1.4.4.2) che fa riferimento al concetto di prevenzione, manutenzione e miglioramento continuo delle macchine aziendali con l'obiettivo di massimizzare la capacità produttiva della stessa e ridurre al minimo tutte quelle perdite di qualità, velocità e fermate in generale.

4.3.1 CICLO DI DMAIC

Il ciclo di DMAIC è uno strumento che si applica a tutti quei progetti di miglioramento dei processi in particolar modo a tutti quei processi ancora in fase di ingegnerizzazione. Questo altro non è che uno degli strumenti che vengono impiegati nella metodologia Six Sigma. Sigma è una delle lettere dell'alfabeto greco utilizzata in ambito qualitativo per rappresentare la deviazione standard di una popolazione; infatti, il suo obiettivo è quello di ottenere, mediante la sua applicazione, un prodotto con zero difetti, quindi permette di andare ad eliminare tutti quegli sprechi che precedentemente abbiamo definito "MUDA" ottimizzando le risorse a disposizione e le performance.



Figura 45: Ciclo di DMAIC

Le cinque fasi previste dall'approccio DMAIC sono:

1. **Define (definire):** con questo concetto si fa riferimento al fatto che è necessario innanzitutto definire:
 - il problema
 - l'obiettivo
 - opportunità di miglioramento
 - quali sono le aspettative del cliente
 - quali sono gli aspetti del processo da analizzare e migliorareQuindi in sostanza, avere ben chiaro dove si vuole arrivare con il metodo, quali sono le aree della macchina su cui intervenire apportando miglioramenti.
2. **Measure (misurare):** identificare quali sono le variabili chiave del progetto e quali sono quelle che vanno ad influenzare il processo. Qui è importante raccogliere i dati necessari per comprendere al meglio lo stato del processo e elaborarli attraverso strumenti statistici.

In questo step è importante la misurazione dei parametri che sono stati dichiarati nella prima fase in modo da ottenere tutte le informazioni necessarie per fare qualsiasi analisi e attuazione di azioni correttive. In sostegno a questo passaggio viene in nostro aiuto il diagramma di Pareto che permette di avere una overview generale di tutta la distribuzione dei dati all'interno di categorie ben definite a priori.

3. **Analyze (analizzare):** questa fase è un po' il cuore del modello, è il momento in cui tutti i dati raccolti e elaborati in precedenza vengono analizzati con l'obiettivo di andare ad agire in maniera puntuale. Qui è importante ricavare dai dati quali sono le principali cause dei problemi o delle inefficienze rilevate nella fase precedente. Alcuni degli strumenti fondamentali per avere un quadro dettagliato sono il diagramma di Ishikawa e la tecnica dei "5 perché".
4. **Improve (migliorare):** una volta individuate tutte le cause principali di blocco della macchina, è necessario individuare le azioni correttive necessarie ed implementarle col fine di raggiungere l'obiettivo iniziale stabilito nella prima fase.
5. **Control (controllare):** questa è la quinta e ultima fase dell'approccio DMAIC, ed è importante perché permette di capire se le migliorie apportate sono effettivamente valide e sostenibili nel tempo ossia che permettano effettivamente al macchinario di raggiungere una condizione di efficienza costante. È qui che è importante servirsi di indicatori come l'OEE per vedere se effettivamente le azioni compiute hanno portato ad un risultato concreto.

4.4 DMAIC APPLICATO ALLO STEP 1 DEL PROGETTO DI TESI: PROGETTO DI RISOLUZIONE DELLE PICCOLE FERMATE DELLA VMI 249

Dedicherò a ciascuna fase un paragrafo ben preciso poiché costituiscono il cuore del progetto.

4.4.1 FASE I: DEFINE

In questa fase, come è stato detto precedentemente, è importante stabilire quale è il problema alla base della nascita del progetto e l'obiettivo di quest'ultimo.

Da quando la Vmi 249 è stata installata non ha mai avuto un'altissima capacità produttiva e quindi alte prestazioni, era necessario definire un nuovo approccio che potesse portare a dei risultati concreti con dati concreti. Quindi l'obiettivo è quello di portare la macchina a raggiungere/superare un OEE del 91%.

L'altro obiettivo è quello di raggiungere e superare la percentuale delle piccole fermate (visibile tramite OEE) del 19,5% a settimana.

Quindi OBJ:

$$OEE \geq 91\%$$

$$\text{Piccole fermate} \leq 19,5\%$$

Nell'osservare l'andamento dell'OEE nel tempo, e focalizzandoci sull'informazione delle piccole fermate notiamo che è un dato troppo generico, ci mancano tutte quelle informazioni che dovremmo attribuire alla macchina, ossia ci mancano i motivi per cui si generano queste piccole fermate, senza i quali non è possibile attuare azioni mirate che possano generare miglioramento. Siccome la macchina è ancora in fase di industrializzazione, i dati di questi fermi non erano ancora usufruibili e per questo motivo si è ricorso ad un approccio di tipo tradizionale: presa dei minuti di fermo macchina direttamente sul campo tramite cronometro.

4.4.1.1 DEFINIZIONE APPROCCIO

In questa fase è molto importante anche esplicitare il metodo con cui ci si appropcherà per la risoluzione e riduzione delle piccole fermate. Come detto precedente, i dati della macchina non erano ancora usufruibili ed era necessaria un'azione rapida e allo stesso tempo concreta che portasse i risultati precedentemente illustrati.

Il metodo applicato è quello del "monitoraggio" o "rilievo sul campo" che consiste nell'andare sulla macchina e battere i tempi, mi spiego meglio:

- Innanzitutto, è importante capire come stabilire il tempo ciclo della macchina. Il tempo ciclo di una macchina è definito come:

$$\text{Tempo di carico} + \text{tempo di lavorazione} + \text{tempo di scarico}$$

- Tempo di carico: tempo necessario per caricare i materiali o componenti sulla macchina o nel processo di produzione

- Tempo di lavorazione: è il tempo impiegato dalla macchina per compiere le operazioni necessarie per la lavorazione del prodotto
- Tempo di scarico: è il tempo per scaricare il prodotto finito dalla macchina

Quindi, in sostanza è tutto il tempo necessario dalla macchina per realizzare un pezzo ossia uno pneumatico crudo.

In questo metodo è importante individuare dove far iniziare il tempo ciclo e dove farlo terminare; quindi, individuare un'operazione chiara della macchina ripetitiva e costante nel tempo in modo tale da aver un chiaro punto di riferimento quando si inizierà a battere i tempi.

Il punto che ho individuato è quello del momento in cui il crudo, che è stato appena scaricato dalla pinza (dopo aver messo il barcode dal robotino), raggiunge l'area in cui viene determinato il suo peso (che ovviamente deve essere coerente con la specifica); quindi ogni volta che il crudo raggiungeva questa postazione e la bilancia batteva il suo peso io facevo partire il tempo fino al crudo successivo.



Figura 46: Locazione di peso crudo, momento di inizio tempo ciclo per il metodo applicato

- Munirsi di cronometro, di carta e penna. Su un foglio di carta compilarlo come se fosse un foglio di lavoro inserendo tutte le informazioni necessarie:
 - Inizio del rilievo
 - Fine del rilievo
 - Data del giorno del rilievo
 - Codice corto della specifica che si stava producendo nel momento del rilievo
 - Squadra in esame
 - Una tabella dove inserire:
 - il numero di crudo di inizio rilievo; ad esempio, se il rilievo iniziava dal trentaquattresimo crudo io riportavo sul foglio il tempo ciclo dal trentaquattresimo crudo in poi.
 - Il tempo ciclo di realizzazione di quel crudo

- Motivazione dell'anomalia che ha generato un discostamento dal tempo ciclo puro, ad esempio se il tempo ciclo era di x minuti e si discostava dal tempo ciclo di y minuti vuol dire che era successo qualcosa che aveva rallentato o addirittura fermato la macchina e lo andavo a motivare con quanto accaduto. Essenziale in questo passaggio è il confronto costante con l'operatore presente su macchina.

Tempo ciclo puro: questo concetto si vedrà meglio più avanti con l'esempio pratico ma è necessario introdurlo per avere un'idea generale dell'impostazione del foglio di lavoro. Questo si ottiene a fine rilievo, quando avendo un quadro generale di tutti i tempi ciclo battuti si vanno ad individuare quelli che si sono ripetuti più volte e che quindi vanno a sottolineare un momento in cui la macchina ha lavorato con costanza senza anomalie o interferenze varie. Molte volte, all'inizio dei rilievi, quando la macchina lavorava con poca costanza, definivo un range di valori di tempi cicli accettabili, ossia prendevo tutti quei tempi ciclo che rientravano in quel benchmark e facevo una media.

In questo punto era molto importante interfacciarsi e confrontarsi con gli operatori che erano presenti sulla macchina, perché chi meglio di loro conoscono il macchinario e insieme traevamo le conclusioni sulle problematiche che si verificavano.

- Una volta terminato il rilievo o monitoraggio mi recavo in ufficio a riportare i dati su un documento di lavoro ma questa volta generato su Excel, composto da due fogli:
 - Foglio 1: riportavo i dati raccolti su un foglio elettronico, quindi la versione elettronica del foglio di lavoro cartaceo. Qui inserivo in modo più chiaro e dettagliato il rilievo effettuato. È un foglio in cui in alto è presente:
 - Data
 - Inizio e fine monitoraggio
 - Durata monitoraggio in minuti
 - Durata monitoraggio in ore
 - Codice corto del prodotto che era prodotto durante il monitoraggio
 - Squadra che era di turno durante il monitoraggio

Poi sono presenti 9 colonne in cui riportavo:

- I pezzi confezionati: la numerazione inizia dal crudo in cui iniziava il monitoraggio.
- Colonna della descrizione dell'anomalia: attribuivo la motivazione della presenza del delta; quindi, denunciavo la presenza di quel delta (es: interferenza operatori per distrazione, blocco macchina per mancanza materiali, blocco ciclo macchina per rilevamenti di corpi estranei ecc...).
- Colonna tempo ciclo puro: Il tempo ciclo puro, come detto precedentemente era o pari al tempo ciclo che si ripeteva con più frequenza durante tutto il rilievo oppure, la maggior parte delle volte, faceva una media tra tutti quei valori che rientravano all'interno di un benchmark da me stabilito.
- Colonna tempo ciclo: Il tempo ciclo battuto a cronometro.
- Colonna dei delta: Differenza tra tempo ciclo battuto a cronometro e tempo ciclo puro. Questo delta rappresenta i minuti che si discostano dal tempo ciclo puro e vuol dire che in quel momento, mentre la macchina stava confezionando l'n-esimo crudo è accaduto qualcosa che la ha rallentata o addirittura fermata facendo perdere alla produzione quei "delta minuti".
- Colonna della sommatoria della riga dei minuti di gap dal tempo ciclo puro che deve essere pari al delta.
- Colonna di verifica: colonna inserita per fare la verifica e evitare di tralasciare qualsiasi dato. La verifica è stata così impostata:
valore colonna della sommatoria riga dei minuti di anomalia – colonna delta = 0
Ovviamente il risultato doveva dare zero, perché vuol dire che ho discriminato bene i delta minuti persi che mancano per arrivare al tempo ciclo puro.
- Colonne di tutte le anomalie che si verificavano: questa è una colonna che è sempre stata in continuo aggiornamento perché ad ogni rilievo era possibile che si verificassero anomalie nuove mai presentate prima, solo dopo un tot di osservazioni ha iniziato a stabilizzarsi perché bene o male le anomalie iniziavano ad essere sempre le medesime. All'interno di esse, suddivise per fenomeni, andavo ad inserire i minuti relativi a quella specifica anomalia verificatasi.
- Note: spiegavo in modo più dettagliato il fenomeno che si era verificato e inserivo anche accorgimenti futuri per evitare che si riverificassero.

Poi sulle righe sono presenti:

- La somma per colonna di tutti i minuti persi per un dato evento e contavo le volte in cui questo si è ripetuto durante il rilievo (frequenza evento).

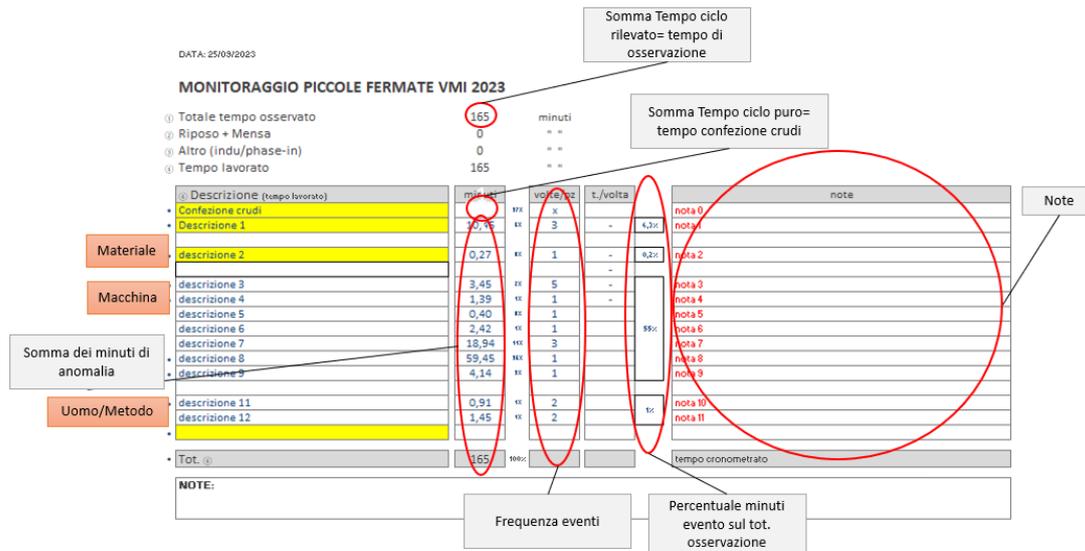


Figura 48: Esempio di riepilogo riferito ad un'osservazione

Questo è un foglio molto importante perché questo verrà poi preso e inserito in un altro documento in cui riportavo i resoconti di tutte le osservazioni.

È importante specificare che tutte le anomalie che riscontravo e che facevano allontanare la macchina dal tempo ciclo puro, venivano inserite secondo una sequenza logica: le inserivo in modo raggruppate, ossia tutte quelle riferite all'area cinture andavano insieme, stessa cosa valeva per le altre zone della macchina, oppure inserivo in modo ravvicinato tutte le anomalie generate dagli operatori e dalla loro poca praticità con la macchina o un esempio ancora era quello di riportare vicine quelle criticità che riguardavano la qualità dei materiali (come pieghe, corpo estranei ecc). Questa è una chiara suddivisione, a priori, dei fenomeni scremati nelle 4 M: Uomo, macchina, materiali e metodo.

- Inserire i dati raggruppati del foglio resoconto su un altro documento, per avere un overview generale di tutti i rilievi effettuati, questo altro non è che un riepilogo generale.

Questo file si struttura nel seguente modo:

- Prima colonna: è la colonna in cui in alto ho inserito i dati di cui necessito per l'analisi (il macchinario, la squadra, il codice corto della specifica, la data, il tempo totale di osservazione in minuti e quindi del rilievo e lo stesso tempo ma in ore) e il raggruppamento nelle 4 M delle criticità riscontrate.
- Colonne successive: ogni colonna è il resoconto di un rilievo (quindi i dati del foglio 2 del documento illustrato precedentemente), in cui sono presenti i minuti persi discriminati per criticità, la frequenza con cui si sono verificati e la nota di riferimento.

VMI	2023			2023			2023			
	abcd			abcd			abcd			
MISURE	A-1 op nuovo			A			C			
SQUADRA	29/09/2023			02/10/2023			04/10/2023			
N° CAMPIONAMENTO	133			125			86			
DATA CAMPIONAMENTO	2,2			2,1			1,4			
Totale tempo osservato (min)										
TOTALE TEMPO OSSERVATO (ore)										
Descrizione (tempo lavorato)	min	freq	note	freq	note	freq	note	freq	note	
Confezione crudi	41,5	*		58,1	*			34,9	34	
Setup/caleffamento								17,7		
Checklist • MAP				3,1	1			11,4	1	
Cambio semilavorati	10,8	4	nota 0	30,8	7			9,9	2	
descrizione 1	1,1	1								
descrizione 1										
descrizione 1	1,8	1								
descrizione 1										
descrizione 1										
descrizione 2										
descrizione 3										
descrizione 4										
descrizione 5										
descrizione 6										
descrizione 7	12,0	3	nota 1							

Figura 49: Estratto riepilogo osservazioni

- o Ultima colonna: è una colonna riassuntiva dove al suo interno sono racchiuse le somme di:
 - Tempo di osservazione totale, ossia il tempo totale impiegato per fare tutti i monitoraggi
 - Tempo totale in minuti discriminati per anomalie
 - Totale frequenze delle anomalie riscontrate
 - Percentuale totale dei minuti persi per un preciso evento sul totale dell'osservazione

VMI	2023			2023			2023			TOTALE		
	abcd			abcd			abcd			2350		
MISURE	A-1 op nuovo			A			C			39		
SQUADRA	29/09/2023			02/10/2023			04/10/2023					
N° CAMPIONAMENTO	133			125			86					
DATA CAMPIONAMENTO	2,2			2,1			1,4					
Totale tempo osservato (min)												
TOTALE TEMPO OSSERVATO (ore)												
Descrizione (tempo lavorato)	min	freq	note	freq	note	freq	note	freq	note	freq	note	%
Confezione crudi	41,5	*	+	58,1	*	+		34,9	*	==		34,8%
Setup/caleffamento								17,7				0,0%
Checklist • MAP				3,1	1			11,4	1			0,0%
Cambio semilavorati	10,8	4	nota 0	30,8	7			9,9	2			8,2%
descrizione 1	1,1	1						10,1	8			0,4%
descrizione 1								6,9	1			0,3%
descrizione 1	1,8	1						13,5	7			0,6%
descrizione 1								0,0	0			0,0%
descrizione 2								41,1	6			1,7%
descrizione 3								11,7	1			0,5%
descrizione 4								7	2			0,3%
descrizione 5								2,1	5			0,9%
descrizione 6								0,3	1			0,0%
descrizione 7	12,0	3	nota 1					4,0	1			0,2%
								15,1	6			0,6%

Figura 50: Estratto riassuntivo Riepilogo con sommatorie finali

4.4.2 FASE 2: MEASURE

Una volta arrivati a questo punto, abbiamo tutti i dati sufficienti per iniziare ad analizzarli e a sistamarli in modo da renderli usufruibili e comprensibili. In questa fase avviene l'elaborazione dei dati in modo da misurare le performance della macchina, prendendo in considerazione le piccole fermate, ossia quando la macchina rallenta nel suo tempo ciclo di confezione e la frequenza con cui una data anomalia si presenta nel corso del rilievo.

Quello illustrato nella parte "Define" è il metodo di approccio al problema delle perdite di efficienza della macchina per via delle piccole fermate, i cui dati sono stati raccolti sul campo tramite carta e cronometro e infine riportati su Excel, in modo tale da avere uno strumento in grado di processare tutti i dati e analizzarli. Grazie ad Excel è stato possibile avere un andamento generale avendo come riferimento due indici in particolare:

1. I minuti persi di tempo ciclo rispetto a quelli di tempo ciclo puro ossia rispetto al tempo base con cui confezionerebbe la macchina se non si verificasse alcuna interferenza;
2. Il numero di volte per cui quella specifica anomalia ha generato fermi alla macchina.

Dal risultato degli indicatori e da ciò che emerge, su di questi sono stati poi realizzati dei grafici di Pareto che permettono di avere una chiara distribuzione delle anomalie per minuti persi e frequenza di accadimento che garantisce di avere un quadro generale delle problematiche e che permetterà di individuare quali sono i reali fermi impattanti sulla produttività e efficienza della macchina.

Nella misurazione delle anomalie si è deciso di apportare delle distinzioni, dividere tutti i minuti che effettivamente sono stati generati dalle anomalie macchina da tutti quegli avvenimenti che non sono strettamente causati da anomalie poco chiare; ho discriminato le anomalie da:

- Confezione crudi
- Cambio semilavorati
- Guasti
- Setup/calettamento+ checklist
- Aciclo scarico accumulatore giunte tele
- Errore carico materiali
- Mancanza materiali e attrezzature

Una volta compilati tutti i documenti precedentemente descritti nella fase "Define", si prendono tutti i dati che ormai sono stati già sistemati e ordinati in qualche modo e li si organizzano ulteriormente.

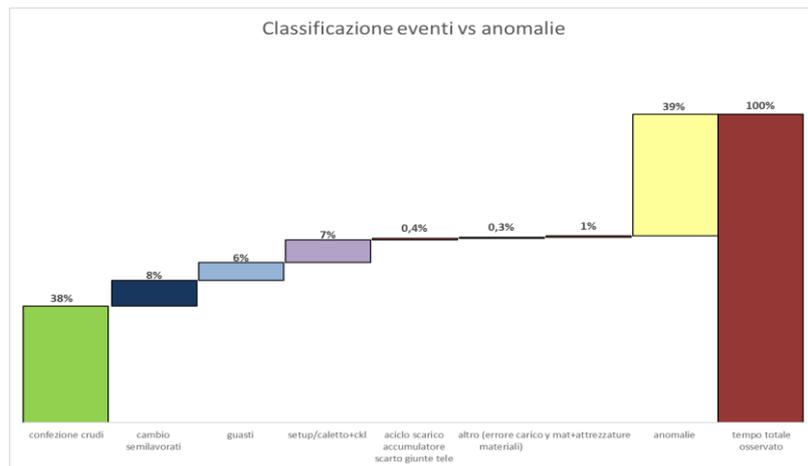


Figura 51: Discriminazione ulteriori voci da anomalie che generano piccole fermate

In un altro documento Excel, ho successivamente riportato tutti i minuti di anomalie (rettangolo giallo) raccolti nelle osservazioni (ad esclusione delle voci precedentemente riportate: confezione crudi, guasti...), questi minuti sono generati da specifiche anomalie che ho volutamente voluto suddividere secondo il metodo delle 4M e per gruppi macchina: cinture, cerchietti, battistrada, rfid, tracciabilità, tele, preassemblato, bandina, interferenze uomo, interferenze tecnici, zona scarico crudi, complex, fianchi e tematiche generali.

4M	Gruppo macchina	Descrizione anomalie	min persi	frequenza
mac	cn	descrizione anomalia 1	86	9
uo	iu	descrizione anomalia 2	78	115
uo	it	descrizione anomalia 3	71	47
mat	cn	descrizione anomalia 4	55	9
mac	ct	descrizione anomalia 5	52	19

Figura 52: Estratto tabella riassuntiva dei minuti persi per anomalia e la loro classificazione nelle 4 M e per gruppo macchina

Una volta copiati tutti i minuti e descrizione delle anomalie, attraverso questi ho generato prima un grafico a cascata in cui ho messo in evidenza le voci a parte citate precedentemente e il totale di minuti persi per anomalie e successivamente quest'ultimi li ho discriminati attraverso un Pareto (figura 54), in cui sono riportati i minuti persi delle anomalie (istogrammi in giallo) e la frequenza con cui avvengono (linea rossa).

Quindi il 39% del totale dei minuti di osservazione ricadono nelle anomalie, ossia 925 minuti su 2350 rappresentano tutti i minuti persi per motivi vari che possono andare da un blocco macchina per motivi tecnici ad un fermo dovuto alla poca confidenza degli stessi operatori con la macchina. Questi 925 minuti sono stati poi distribuiti tra tutte le varie cause individuate assieme agli operatori, che per quanto la loro esperienza con la nuova macchina possa considerarsi nuova, molte delle anomalie le avevano già riscontrate sulle altre macchine del reparto, le Vmi 248.

In questo metodo è stato essenziale il loro ruolo, soprattutto per la mia esperienza ancora poco matura nel reparto, è stato fondamentale trarre dalla loro "storicità" nell'azienda qualsiasi insegnamento e osservazione che ponevano, in modo da arricchire sempre di più questo flusso di miglioramento continuo e per avere una panoramica delle varie situazioni e quindi anomalie più chiare anche dal punto di vista della risoluzione.

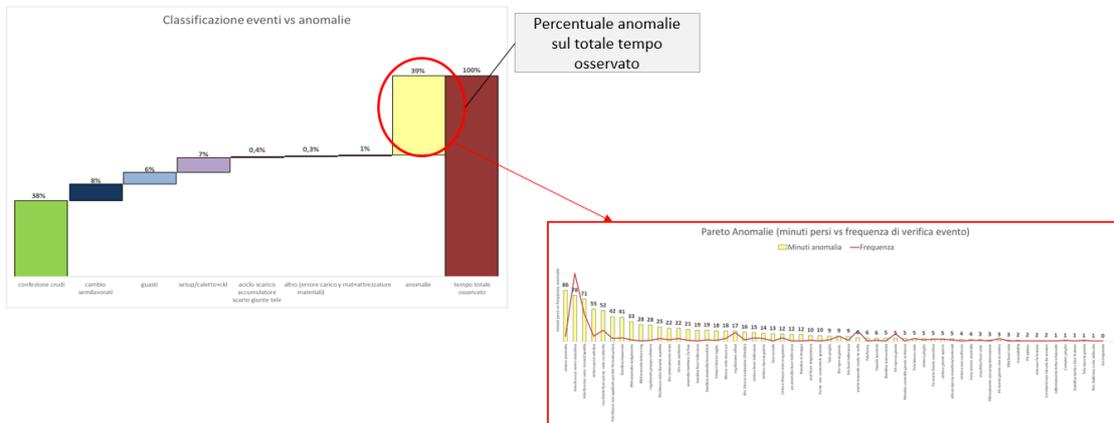


Figura 53: Analisi Pareto sui minuti/percentuale di anomalie

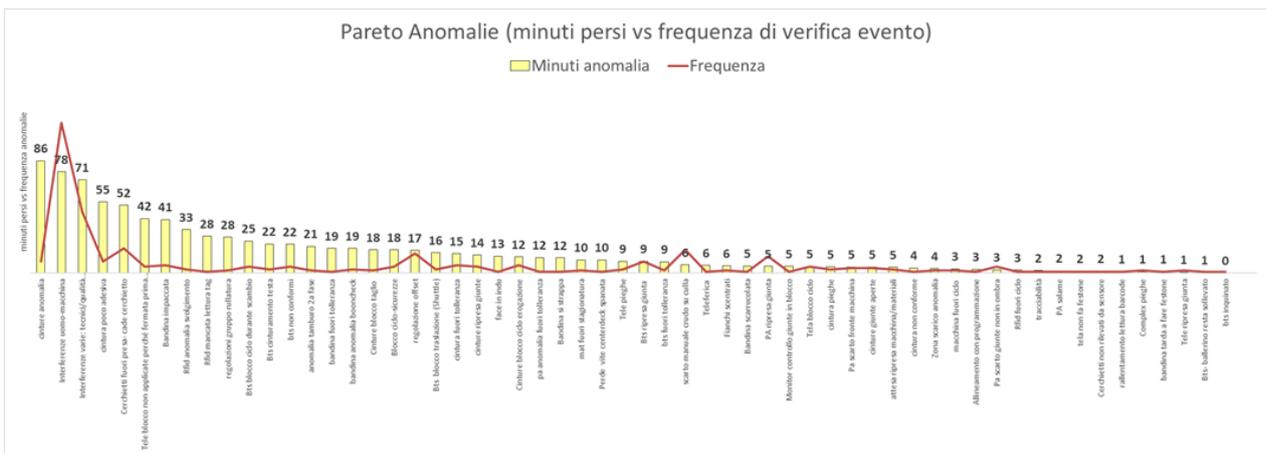


Figura 54: Distribuzione delle anomalie secondo struttura di Pareto

Ovviamente i due indicatori individuati nella fase due "Measure" (minuti di avvenimento anomalia e la frequenza con cui si sono verificati) sono indicatori che vanno estremamente a braccetto poiché basti pensare ad esempio se dovessi considerare solo uno dei due: se usassi solo la frequenza, un evento potrebbe verificarsi anche solo una volta e quindi potrebbe passare come un'anomalia di poco conto, se invece aggiungessi l'informazione che l'evento si è verificato solo una volta ma ha generato un fermo di 30 min, avrebbe già un'altra considerazione e peso.

4.4.3 FASE 3: ANALYZE

La raccolta dei dati effettuata nella fase precedente mi ha permesso di avere in modo immediato una sorta di punto della situazione per comprendere al meglio su quale aspetto era necessario soffermarsi maggiormente. Avendo quindi chiare quali sono le anomalie più impattanti sull'efficienza della macchina, che generano fermi o addirittura ripristino della stessa, ho voluto fare un'ulteriore scrematura attraverso altri filtri: le anomalie così distribuite, infatti, comunicano molto poco e risultano essere comunque dispersive per quanto le informazioni possano essere complete; ho deciso, dunque, di dividere i minuti persi per:

- Gruppo macchina (aree della macchina):
 - o Anello transfer
 - o Battistrada
 - o Cinture
 - o Cerchietti
 - o Complex
 - o Fianchi
 - o Zona scarico crudo
 - o Interferenza qualità
 - o Interferenza uomo
 - o Interferenza tecnici
 - o Bandina
 - o Preassemblato
 - o Rfid
 - o Tele
 - o Tracciabilità
- 4M:
 - o Uomo (uo): anomalie attribuibili a tutte quelle tematiche quali: addestramento del personale, esperienza di questo, operatività e coordinazione delle squadre.
 - o Macchina (mac): anomalie riferite a tutto ciò che è inerente alla macchina come: anomalie di sensori, tematica di manutenzione, attrezzatura, utensili, software...
 - o Materiali (mat): anomalie legate alla qualità dei materiali che si caricano a macchina come, ad esempio, le formulazioni delle mescole, il processo e le condizioni di fabbricazione degli stessi
 - o Metodo (met): anomalie legate all'applicazione degli standard, il mantenimento delle aree di lavoro e la loro manutenzione.

Questi dati sono stati poi elaborati secondo grafico a torta e diagramma di Ishikawa. Quest'ultimo è una rappresentazione grafica di tutte le cause che si manifestano e che generano i problemi evidenziati dal monitoraggio/rilievo. Questo diagramma viene costruito secondo la logica di cui ho già ripetutamente citato: le 4M, ma ho deciso di riportare solo quelle che occupano una posizione di maggior rilievo e quindi di priorità.

L'analisi 4 M mi ha permesso anche di capire immediatamente se i problemi riscontrati fossero principalmente per la macchina o altro come la qualità dei semilavorati inseriti a macchina o addirittura per la variabile umana, infatti, anche se la macchina è quasi del tutto autonoma, la componente uomo gioca ancora un ruolo rilevante perché se quest'ultimo non sa come approcciarsi, la macchina rimane in blocco.

Come abbiamo visto nel Man Machine Chart, gli operatori intervengono in diverse fasi del ciclo come: inserimento dei cerchietti nel caricatore cerchietti e se la macchina non ne rileva la presenza, quest'ultima non parte; così come se la macchina rileva qualche anomalia è lo stesso operatore che deve intervenire per riportarla in fase.

Per quanto riguarda la componente materiali, è essenziale capire se la macchina rileva qualche valore fuori specifica del materiale è perché lei stessa presenta i sensori fuori calibrazione oppure se effettivamente ci sono difetti sul materiale; infatti, se l'anomalia riscontrata è per motivi legati alla macchina bisogna intervenire in un modo, se invece è per motivi che hanno origine nel reparto semilavorati, l'approccio di risoluzione sarà differente.

È dunque importante, soprattutto in fase di industrializzazione del macchinario, capire subito a quale delle quattro categorie appartengono le criticità per sapere bene come approcciarsi alle stesse.

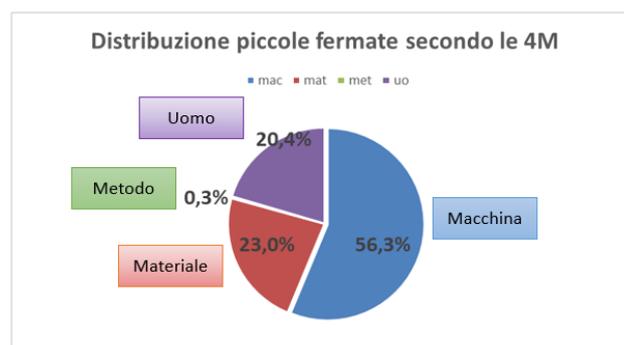


Figura 55: Distribuzione piccole fermate secondo le 4M

Come si evince dal grafico a torta soprastante, più della metà delle piccole fermate sono attribuibili a problemi macchina e in secondo posto per problemi materiali, sapendo questo a priori si è iniziato già ad avere un'idea chiara di quale strada intraprendere e soprattutto quali enti all'interno della fabbrica coinvolgere.

Un altro tipo di analisi che va in soccorso e a supporto del grafico a torta è la suddivisione delle inefficienze che hanno generato la perdita di minuti di produzione della macchina in gruppi macchina individuati.

Questa classificazione ha permesso di prioritizzare gli interventi, infatti come si evince dal grafico, l'area della macchina maggiormente interessata alle criticità è la zona delle cinture, battistrada e bandina. Queste aree identificate saranno le prime ad essere oggetto di piani di intervento che verranno poi esplicitati attraverso un altro strumento, che verrà illustrato nelle fasi successive, la PDCA.

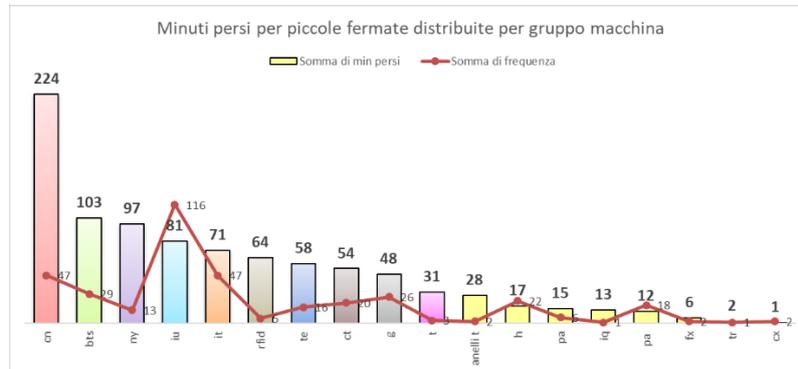


Figura 56: Distribuzione piccole fermate secondo i gruppi macchina

Il diagramma di Ishikawa sottostante, permette di illustrare graficamente le cause principali di queste piccole fermate, questo è stato uno strumento importante perché mi ha permesso di andare anche ad individuare quali sono i Team di riferimento a cui assegnare le tematiche individuate.

All'interno di esso non sono state riportate tutte le cause individuate ma bensì quelle che richiedono ulteriori approfondimenti da parte di un Team multifunzionale dedicato, ho provveduto infatti a scremare già in principio eliminando tutte quelle anomalie che richiedevano un intervento veloce di correzione, ad esempio se si ha difficoltà con l'attrezzatura si provvederà tempestivamente a riportarla in condizioni efficienti, pronte per essere impiegate.

Anticipo già adesso, che per quanto riguarda l'anomalia uomo "calettamento/set up prolungato" e l'anomalia metodo "standard setup/calettamento" verrà successivamente affidato al gruppo di lavoro PMS (Pirelli Manufacturing System), progetto che è stato seguito da me dall'inizio alla fine attraverso un altro metodo: ECRS (acronimo che identifica 4 operazioni: eliminare, combinare, ridurre e semplificare). Questi due punti saranno, infatti, l'oggetto del secondo step del progetto di tesi (come affrontato nel paragrafo 4.1 PREAMBOLO).

Il diagramma di Ishikawa e la torta delle anomalie sulle 4 M illustrati, altro non sono che frutto di un preciso approccio che mi ha permesso di ricondurmi alle cosiddette "main cause" degli eventi osservati delle piccole fermate a cui poi sono state attribuite delle soluzioni da mettere in atto con il fine di ridurre o addirittura eliminare il ripetersi dell'evento.

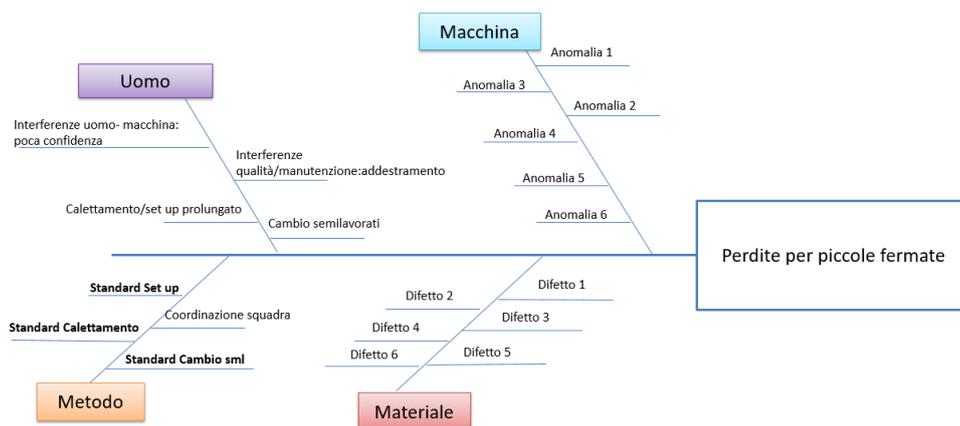


Figura 57: Diagramma di Ishikawa piccole fermate

L'approccio avuto per la sua costruzione si è articolato in diversi step:

- 1. Identificazione del problema che ha generato l'anomalia e quindi la fermata della macchina:** questo primo passo è necessario per avere chiara la tematica che deve essere discussa con il gruppo di lavoro costituito da tutti i soggetti necessari per la risoluzione di questo. A questo punto entrano in supporto tutti i grafici che sono stati realizzati e esposti nella fase di "Measure" e "Analyze".
- 2. Inizio del Brainstorming:** il team coinvolto che è stato chiamato nel primo step, si riunisce per iniziare a confrontarsi su tutte le possibili cause che hanno generato i fermi macchina. È molto importante in questo punto coinvolgere, come già sottolineato precedentemente, gli operatori della macchina che hanno ben chiaro il problema siccome lo hanno vissuto in prima persona ma soprattutto recarsi sul luogo della macchina per osservare, ove possibile, le anomalie in questione (dove non è possibile, essere tempestivi nel fare foto o video dell'evento critico).
- 3. Riportare le cause individuate e suddividerle secondo la logica 4M:** attraverso il Team, si è cercato di differenziare le anomalie e relative cause tra queste quattro variabili: uomo, macchina, metodo e materiali.
- 4. Compilazione diagramma Ishikawa e relativo grafico a torta:** una volta discusse tutte le cause che hanno inciso e hanno scaturito il verificarsi degli eventi critici della macchina, questi vengono riportati sul diagramma secondo la spartizione 4M.
Ovviamente verranno inserite le più impattanti sul fermo macchina ma anche quelle che richiedono un'analisi più approfondita, mentre quelle facilmente risolvibili possono essere già messe in pratica con specifiche azioni correttive.
- 5. Valutazione e interpretazione del diagramma Ishikawa e grafico a torta:** una volta individuate tutte le cause attraverso il brainstorming, tramite Excel si arriva alla realizzazione di grafici che permettono di discriminare in modo puntuale tutte le anomalie sulle 4M, ossia comprendere appieno a quali categorie appartengono la maggior parte delle criticità osservate.

Al grafico a torta (figura 55) ho aggiunto un radar chart dei minuti persi distribuiti secondo logica 4M e come si può vedere, come era stato già confermato dal grafico a torta precedente, la maggior parte dei minuti persi sono attribuiti alla macchina stessa e in secondo luogo ai materiali subito seguiti dalle cause uomo.

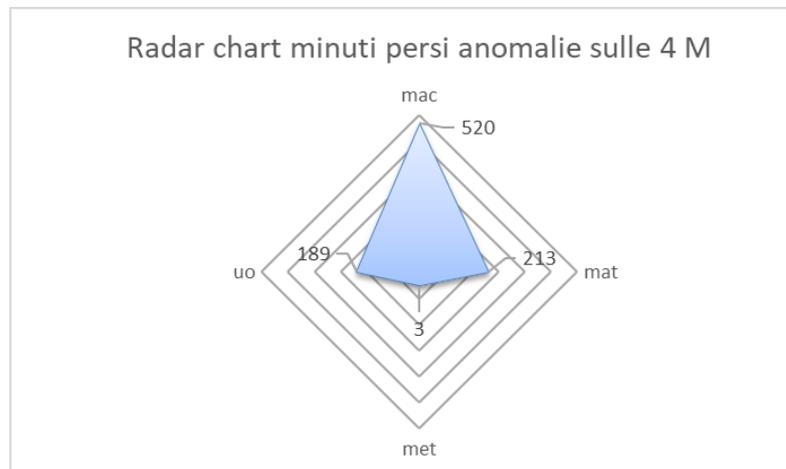


Figura 58: Radar Chart minuti persi distribuiti sulla 4 categorie: uomo, macchina, materiale e metodo

Questi grafici, fino ad adesso illustrati, sono stati essenziali per iniziare a capire in maniera concreta quali erano le problematiche di cui soffriva tutto il processo della macchina, dalla qualità dei semilavorati alle anomalie proprie della macchina che potevano essere riconducibili ad errori software o a questioni manutentive.

4.4.4 FASE 4: IMPROVE

Una volta individuate tutte le cause nella fase precedente, il gruppo giunge così alla quarta fase del progetto delle piccole fermate, quella dove si inizia a ragionare sulle possibili risoluzioni dei problemi al fine di andare a generare miglioramento ma soprattutto andare a ridurre la frequenza di accadimento dell'anomalia o addirittura eliminarla. Qui viene nuovamente svolto il brainstorming, ma in questo caso il gruppo si riunisce per riflettere sulle possibili azioni correttive. Quest'ultime possono essere di diverso tipo: quelle rapide e immediate e quelle che richiedono invece più tempo di applicazione perché magari si necessita l'intervento di soggetti esterni (come, ad esempio, la casa produttrice del macchinario che si reca in azienda ad apportare correzioni di processo della macchina che l'azienda stessa non può fare).

Questo primo step del progetto di miglioramento dell'efficienza della macchina che riguarda le piccole fermate, ha sempre avuto un approccio di risoluzione delle anomalie di tipo graduale, questo figlio del fatto che ci stiamo muovendo all'interno di mura aziendali dove si respira aria di Lean Management e in particolar modo la propensione della fabbrica a muoversi sempre secondo la logica del Kaizen (già trattato nel paragrafo 1.2). Il Kaizen è un termine giapponese che richiama il concetto del miglioramento continuo che passa attraverso i piccoli passi e non attraverso azioni innovative radicali. L'approccio che si è avuto nella risoluzione delle criticità della macchina è stato proprio questo, ossia, avendo sempre ben chiari quali erano gli obiettivi (incremento delle performance della macchina), ci si è mossi sempre in modo lento ma costante, attingendo anche dalle esperienze passate. Tutte le azioni che sono state attuate, non hanno richiesto un grosso dispendio di denaro ma sono stati tutti provvedimenti ben strutturati ma soprattutto che hanno radici nelle loro applicazioni passate, quindi si sono considerate soluzioni che in passato hanno portato buoni risultati.

Ora sarà chiaro come mai i risultati si sono iniziati a vedere in modo graduale ma soprattutto lento.

Al fine di strutturare in modo allineato il gruppo di lavoro è stata mia premura stabilire delle linee guida del progetto, ossia ho definito una modalità di lavoro ben strutturata al fine di arrivare tutti insieme al traguardo finale.

4.4.4.1 MODALITA' DI LAVORO DEL TEAM

Il team inizialmente era composto da tutti i soggetti che a mio avviso rientravano nell'area di intervento della macchina (rappresentante area produzione confezione, rappresentante della manutenzione, processisti e io in veste di esponente PMS), successivamente è stato ampliato in vista delle analisi effettuate successivamente dei dati delle piccole fermate e stesura finale della PDCA (di cui parlerò pocanzi).

Dopo aver eseguito tutti i passaggi precedenti, avevo a disposizione tutti i dati per iniziare a dirigere le azioni correttive ma i dati da me posseduti erano sì, chiari ma era necessario uno strumento più ad hoc e mirato per la missione. È stato fondamentale, infatti, costruire un nuovo tool che tenesse traccia di tutte le anomalie individuate, le cause, le azioni correttive, il responsabile di quest'ultime e lo stato di avanzamento delle operazioni di intervento, e questo strumento è stato la PDCA (approfondita nel paragrafo 1.4.1.3).

Quindi ripercorriamo, prima di tutto, tutti gli step compiuti e che costituiscono il metodo che è stato attuato per portare l'intero gruppo al successo:

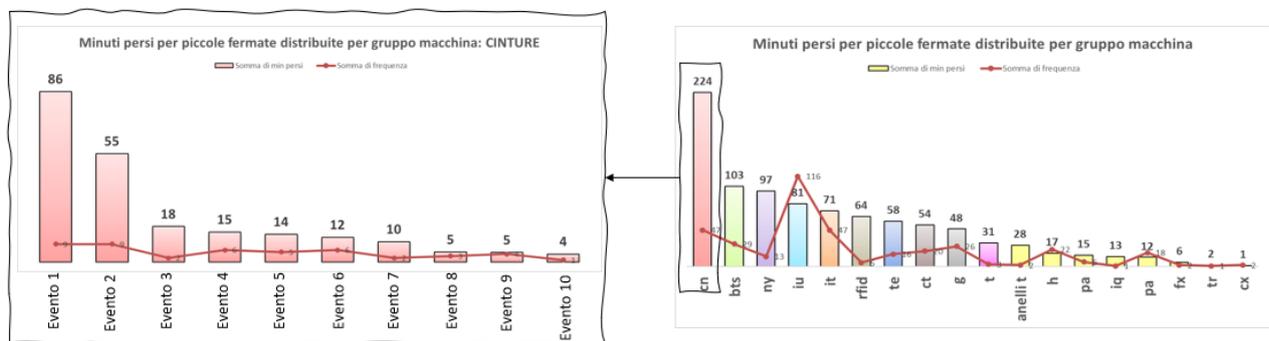
1. Monitoraggio/rilievo delle piccole fermate che andavano a generare dei blocchi della macchina e quindi perdita di produzione (metodo illustrato nella fase "Define")
2. Raccolta dei dati tramite tabelle Excel ("Measure")
3. Elaborazione e quindi definizione di "filtri" attraverso cui si sono analizzati i dati ("Analyze" con i grafici strutturati sulle 4M e gruppi macchina)
4. Costruzione delle cosiddette "schede tecniche" discriminate per gruppi macchina.
5. Stesura, in base alle schede tecniche, della PDCA generale delle piccole fermate.
6. Monitoraggio e controllo delle attività segnate su PDCA e suo successivo aggiornamento (azione iterata nel tempo ossia era previsto l'aggiornamento ad ogni cambio di stato di qualsiasi intervento) attraverso la pianificazione di **due riunioni giornaliere**:
 - o Una alla mattina in cui venivano definiti i compiti prioritari di ogni ente riportato sulla PDCA
 - o Una al pomeriggio in cui ci si aggiornava sulle attività portate avanti da ogni ente e sul loro andamento in modo tale che tutti fossero aggiornati e allineati
7. Controllo dell'andamento del KPI fondamentale di progetto: l'OEE dove al suo interno è riportato anche la percentuale di piccole fermate della macchina
8. Condivisione dei risultati con il gruppo

È importante sottolineare che tutti i punti approfonditi in PDCA sia per quanto riguarda le anomalie che le relative soluzioni, sono frutto di brainstorming da parte del gruppo di lavoro individuato per affrontare questo tema.

In questa fase "Improve", rientrano i punti 4 e 5. Partendo da tutte le varie strutturazioni dei dati raccolti fino ad adesso, ho cercato di riunirle e raggrupparle in una sorta di "schedina tecnica dell'anomalia" setacciate secondo la classificazione "gruppo macchina".

In ogni schedina è presente il grafico delle anomalie che hanno generato la perdita di tot minuti classificati per gruppo macchina, poi successivamente è fornito il dettaglio degli eventi critici che si sono verificati per quel determinato gruppo macchina e infine è stata allegata la PDCA di area macchina, in cui è stato riportato tutte le informazioni necessarie al gruppo per avere delle linee guida su come intervenire:

- Informazione 4M
- Titolo dell'anomalia
- Descrizione dell'anomalia e le relative cause
- Probabili note
- Possibili soluzioni
- Ente di riferimento di risoluzione anomalia e relativo rappresentante
- Il tempo entro cui attuare le azioni correttive
- Stato dell'intervento, ad esempio se è ancora aperto o in fase di monitoraggio per vedere se l'azione correttiva attuata non ha ancora portato risultati certi.



r.	Categoria	anomalia	cosa	note	azioni correttive di breve / necessita' di intervento	Ente	Chi	Quando	Stato	P	D	C	A
1	macchina	anomalia 1	Descrizione anomale e la relativa causa	nota 1	possibili soluzioni	UFFICIO TECNICO	Rappresentante area di intervento	V/37	APERTO	*	*		
2	materiali	anomalia 2	Descrizione anomale e la relativa causa	nota 2	possibili soluzioni	QUALITA'	Rappresentante area di intervento	V/36	CHUSO	*	*	*	*
3	macchina	anomalia 3	Descrizione anomale e la relativa causa	nota 3	possibili soluzioni	UFFICIO TECNICO	Rappresentante area di intervento	V/38	MONITORAGGIO	*			
4	macchina	anomalia 4	Descrizione anomale e la relativa causa	nota 4	possibili soluzioni	UFFICIO TECNICO	Rappresentante area di intervento	V/38	MONITORAGGIO	*	*		
5	macchina	anomalia 5	Descrizione anomale e la relativa causa	nota 5	possibili soluzioni	QUALITA'	Rappresentante area di intervento	V/34-35	CHUSO	*	*	*	*
6	materiali	anomalia 6	Descrizione anomale e la relativa causa	nota 6	possibili soluzioni	PMS	Rappresentante area di intervento	V/36	CHUSO	*	*	*	*
7	materiali	anomalia 7	Descrizione anomale e la relativa causa	nota 7	possibili soluzioni	PRODUZIONE	Rappresentante area di intervento	V/36	CHUSO	*	*	*	*

Figura 59: Esempio di Schedina Tecnica del gruppo Cinture

Queste schedine tecniche sono state realizzate per ogni gruppo macchina e la PDCA costruite su queste sono state poi assemblate tutte insieme in modo da realizzare la PDCA del progetto delle piccole fermate. Questa è stata realizzata secondo una logica leggermente differente: ho preferito realizzare azioni correttive una sezione di PDCA per ogni M del metodo 4M aggiungendo anche la sezione della macchina di riferimento.

MAN					PDCA LIST - VMI 2023						
Sezione Macchina	Anomalia	Descrizione	Soluzione	Chi	Start	Close	Note	P	D	C	A
1											
2											
3											

Figura 60: Esempio PDCA sezione Man

Questa è stato lo strumento che ha guidato tutto il gruppo di lavoro del progetto dall'inizio alla fine; infatti, all'inizio della riunione della mattina mi servivo della PDCA per andare ad individuare quali erano gli interventi prioritari da assegnare ai vari enti e alla riunione del pomeriggio mi confrontavo con loro per capire l'andamento dell'intervento e se subentrano altre osservazioni, principalmente da parte anche degli operatori.

4.4.4.2 MIGLIORAMENTO CONTINUO: NUOVA SCHEDA MACCHINA

Siccome stiamo parlando di "miglioramento", questo finora descritto è stato la prima modalità di approccio al problema delle piccole fermate, che si basava su due degli indicatori precedentemente definiti: minuti persi tramite cronometro degli eventi di fermo macchina e la loro corrispettiva frequenza. Il passo successivo, sempre in ottica di Kaizen e quindi di un miglioramento continuo, è stato quello di creare un nuovo tipo di approccio per ricavare le piccole fermate che potesse racchiudere al suo interno il concetto di rapidità di raccolta dati e di conseguenza rapidità di risposta agli stessi.

Il metodo del monitoraggio/rilievo tramite cronometro, arrivato ad un certo punto del progetto, ha iniziato ad essere troppo macchinoso e dispendioso in termini di tempo soprattutto quando si iniziava a sentire sempre di più l'esigenza di raggiungere più velocemente i risultati stabiliti e tanto attesi. Ed è qui che si è pensato di introdurre un nuovo strumento di raccolta dati attraverso un altro mezzo che gli operatori usano tutti i giorni: la scheda macchina.

La scheda macchina altro non è che un modulo che compilano ad ogni turno in cui riportano le informazioni fondamentali quali: i pezzi prodotti di una precisa specifica, se ci sono stati dei set up, la squadra del turno in questione...

Si è deciso infatti di intervenire su di essa, in modo tale sia di far entrare sempre più nel vivo gli operatori nel piano di miglioramento delle performance della macchina ma anche per svincolare me da un metodo troppo articolato che sarebbe diventato, a lungo andare, troppo complesso e in conclusione anche per uniformare attraverso una nomenclatura standard le anomalie che si presentavano.

Nella nuova scheda macchina (figura 61) infatti è stata riportata una nuova sezione, in cui gli stessi operatori sulla macchina, durante il loro turno, devono riportare tutte le anomalie riscontrate durante la loro permanenza sul macchinario e anche la relativa frequenza di accadimento. Queste a fine turno, vengono raccolte come abitudine dal responsabile area di confezione e i dati delle anomalie vengono inseriti in un apposito file Excel (figura 62) che ho creato per la raccolta dati e l'elaborazione degli stessi (figura 65).



ELENCO CAUSALI DI FERMO STANDARD



Parametri Macchina	Frequenza	Cod. Causale	Descrizione	Parametri	Frequenza	d. Caus	Descrizione
Parametri Qualità		Q1	nome anomalia	Bandina		Ny1	nome anomalia
		Q2	nome anomalia			Ny2	nome anomalia
Tracciabilità		Tr1	nome anomalia			Ny3	nome anomalia
		Tr2	nome anomalia			Ny4	nome anomalia
		Tr3	nome anomalia			Ny5	nome anomalia
		Tr4	nome anomalia	Cerchiotti		Ce1	nome anomalia
		Tr5	nome anomalia			Ce2	nome anomalia
		Tr6	nome anomalia			Ce3	nome anomalia

Figura 61: Estratto nuova scheda macchina Vmi 249

			Descrizione anomalia	25-ott	25-ott	25-ott	27-ott	27-ott	27-ott	28-ott	28-ott
				1	2	3	1	2	3	1	2
categoria	codice	frequenza									
qu	Q1	0	descrizione anomalia								
qu	Q2	0	descrizione anomalia								
tr	Tr1	0	descrizione anomalia								
tr	Tr2	0	descrizione anomalia								
tr	Tr3	7	descrizione anomalia								
tr	Tr4	0	descrizione anomalia								
tr	Tr5	0	descrizione anomalia								
tr	Tr6	1	descrizione anomalia								
tr	Tr7	0	descrizione anomalia								

Figura 62: Estratto tabella di raccolta frequenze anomalie

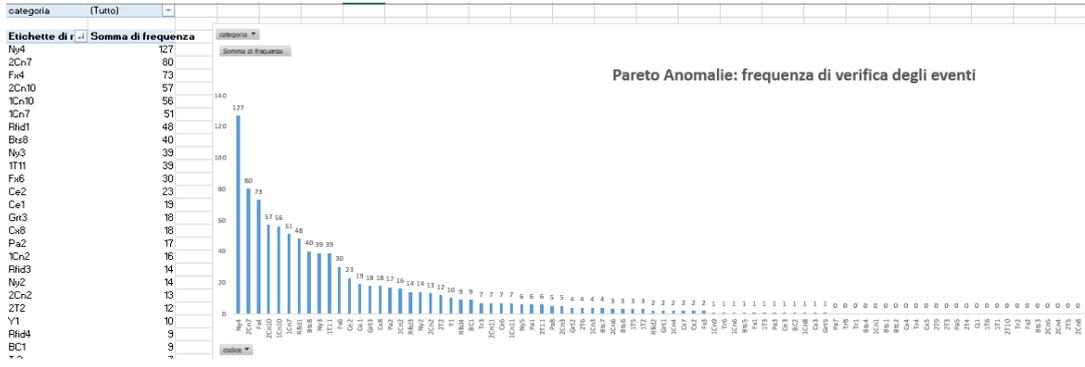


Figura 63: Estratto Pareto Anomalie distribuite per frequenza

Il risultato della raccolta di questi eventi, ogni giorno alimentava la PDCA precedentemente realizzata che era sempre oggetto di discussione durante le due riunioni stabilite al giorno.

4.4.5 FASE 5: CONTROL

Siamo così giunti all'ultima fase del progetto del "monitoraggio delle piccole fermate" attraverso l'analisi della logica DMAIC, l'ultimo step che ci manca da percorrere è il punto del "Controllo" che sottolinea l'importanza di andare a monitorare l'andamento delle azioni correttive che sono state individuate nella fase precedente da parte di ogni ente (tutto dettagliatamente riportato su PDCA). In questa fase si va a verificare se le azioni di miglioramento individuate hanno portato dei risultati positivo o meno.

Ovviamente, questo metodo ha l'obiettivo di portare efficienza nella produzione del macchinario che si trasforma in savings monetari da parte dell'azienda, infatti bisogna entrare nell'ottica che l'obiettivo principale della fabbrica, come anche delle altre, è quello di ridurre o eliminare tutto ciò che crea disturbo al flusso lineare di produzione, ogni fermata che si verificava comportava perdita di pezzi che si sarebbero potuti produrre in quel frangente di tempo (considerare che il tempo ciclo della macchina è meno di un minuto) e quindi una perdita di denaro che deriva dalla mancanza della vendita dei pezzi non prodotti.

In questa fase, ci troviamo a muoverci nei punti 6 e 7 citati nel paragrafo "4.4.4.1 MODALITA' DI LAVORO DEL TEAM" dove è essenziale un KPI in particolare (che già avevamo definito nella fase "Define"): l'OEE aziendale, che è stato monitorato dall'inizio del progetto, perché una delle sue voci è appunto la percentuale di piccole fermate della macchina.

L'immagine sottostante è l'andamento dell'OEE da settembre a Novembre, ossia l'intera durata del progetto; come si vede tutto il mese di settembre è stato oggetto di Monitoraggio sul campo col cronometro delle piccole fermate, una volta raccolti tutti i dati per stendere una PDCA, si è passati al nuovo approccio di raccolta dati tramite la nuova scheda macchina ma nel frattempo si era già costruito il gruppo di lavoro a cui ogni giorno aveva l'obiettivo di portare avanti le azioni correttive individuate nelle attività di brainstorming e riportate poi in PDCA.

Si evince chiaramente che da quando è stato impostato l'approccio alla risoluzione delle anomalie composto dalle due riunioni giornaliere e soprattutto dall'assegnazione ad ogni ente di una problematica da risolvere, si è registrato un trend negativo della percentuale delle piccole fermate con una diminuzione di 20,5 punti percentuali e un trend positivo per l'OEE di macchina: passando da un 44,8% della settimana 36 a un 87,4% della settimana 46, sfiorando di poco l'obiettivo.

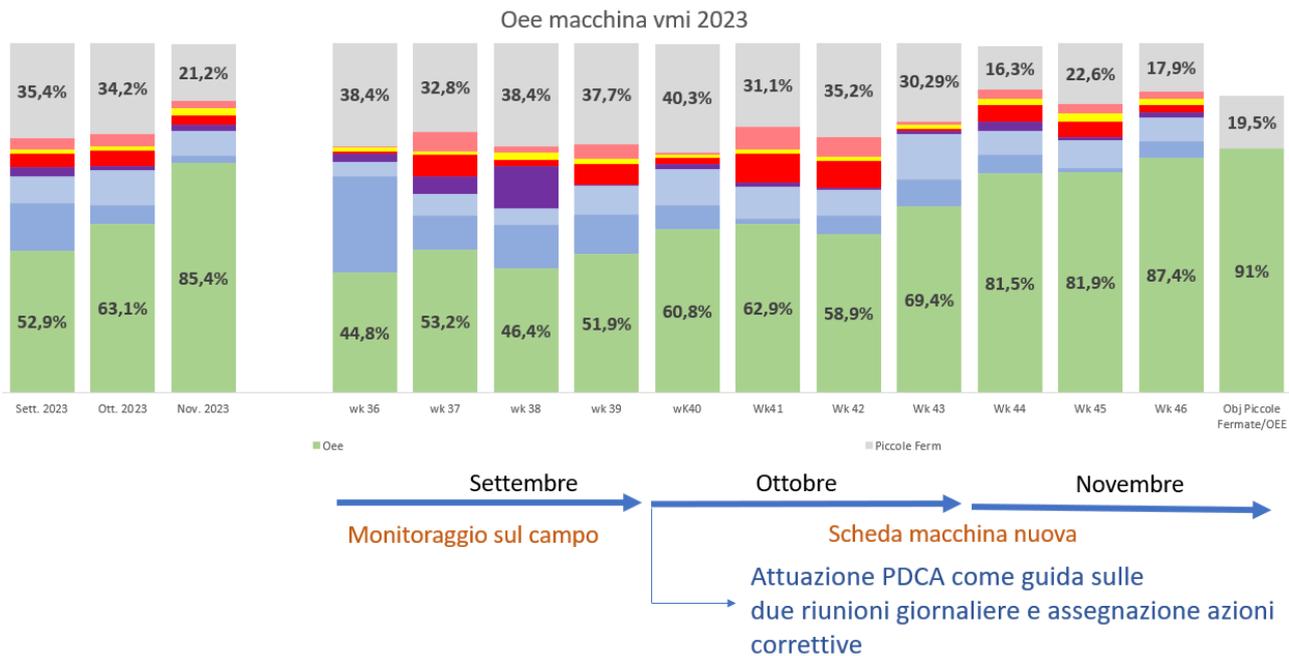


Figura 64: Andamento OEE e piccole fermate

Gli obiettivi non sono stati del tutto raggiunti, ma il trend parla chiaro, siamo in discesa/salita in entrambi i KPI (salita per l'OEE e discesa per piccole fermate) perché questo mette in evidenza che la strada e quindi l'approccio percorso è quello giusto ed è proprio in linea con il concetto di Kaizen citato prima, miglioramento continuo e graduale. Possiamo anche dire che le azioni correttive implementate sono state quelle corrette e specifiche ai problemi riscontrati, non tutti sono stati risolti perché altrimenti la percentuale sarebbe stata non dico zero ma appena sopra, ci saranno sempre dei micro-fermi della macchina ma quelli su cui potevano avere controllo li abbiamo arginati e fatti rientrare; ci saranno sicuramente anche in futuro azioni più drastiche e invasive come si sono già attuate attraverso l'intervento della manutenzione.

Tutto il metodo ha una strutturazione circolare, concetto alla base del miglioramento continuo, perché le anomalie si verificheranno sempre per i più svariati motivi ma continuando con questo approccio e con il continuo monitoraggio e aggiornamento dei dati si continuerà sempre ad individuare problemi, successive soluzioni e modalità di risoluzione. La condivisione dei risultati con gli operatori e con il Gruppo di Lavoro è stato fin dall'inizio un aspetto importante che non deve essere assolutamente sottovalutato: l'importanza risiede soprattutto nel trasmettere l'importanza del progetto a tutti affinché ogni soggetto coinvolto prendesse a cuore la causa e che quindi affinché lavorassero con una maggiore motivazione.

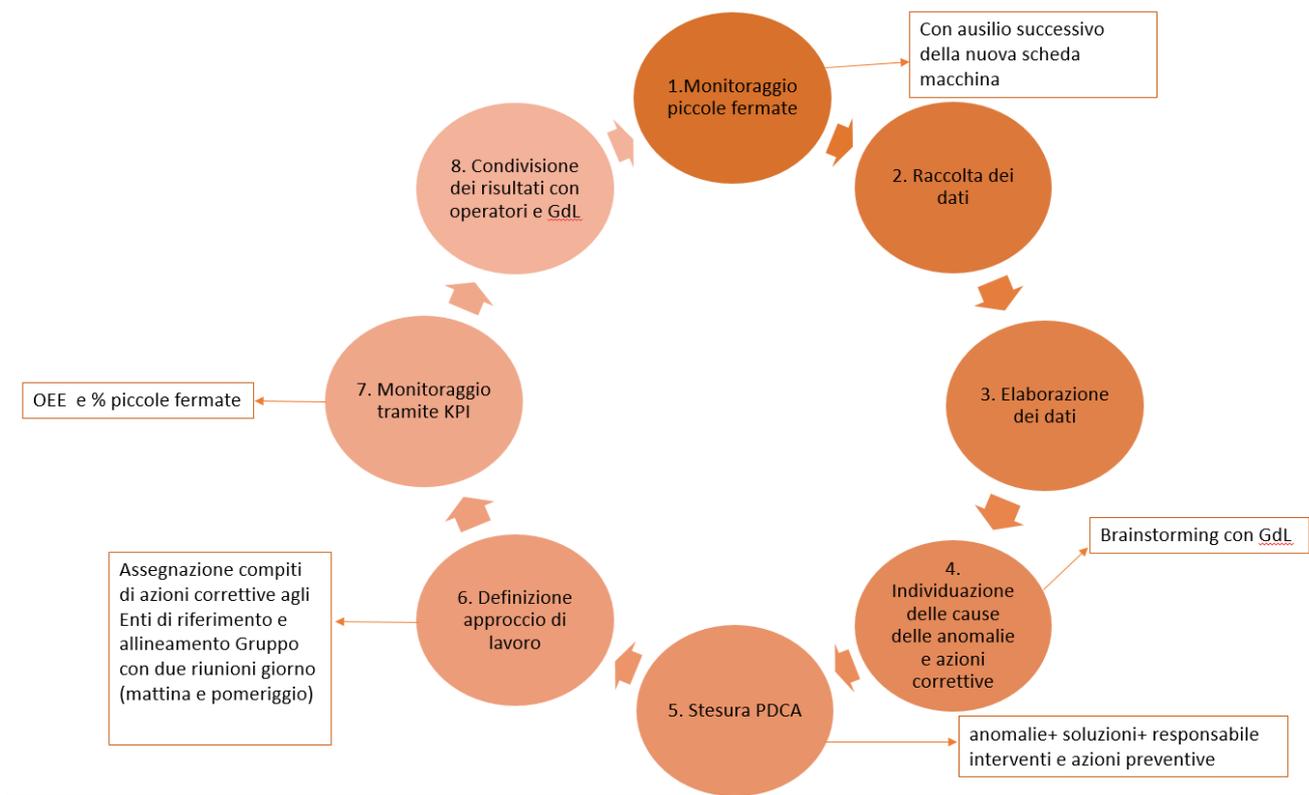


Figura 65: Step progetto miglioramento continuo piccole fermate Vmi 249

4.5 PROGETTO DI MIGLIORAMENTO CONTINUO STEP 2: PROGETTO RIDUZIONE TEMPI DELL'OPERAZIONE SET UP CON CALETTAMENTO.

Si parla di secondo Step dell'intero progetto di tesi perché se nella prima parte era necessario:

- Raccogliere i minuti effettivamente persi per le anomalie individuate che si riscontravano sulla macchina.
- Elaborare i dati attraverso grafici Excel che potessero essere comprensibili e usufruibili a tutti.
- Definire e coinvolgere i soggetti necessari per i vari interventi.
- Definire un approccio di come intervenire: utilizzando la PDCA elaborata in seguito alle analisi delle anomalie e l'introduzione di due riunioni giornaliere con i soggetti interessati.
- Monitorare gli andamenti delle azioni correttive attraverso il controllo dell'OEE e della percentuale delle piccole fermate e quindi valutare se effettivamente gli interventi (brevi o più lunghi) stavano portando i risultati sperati o meno.

Una volta che si sono raggiunti quasi gli obiettivi e soprattutto impostato la struttura di come portare avanti il lavoro per raggiungerli definitivamente; sono passata al secondo Step del progetto: ossia la riduzione del tempo di set up con calettamento, tematica che era emersa anche con le piccole fermate, riprendiamo infatti l'Ishikawa:

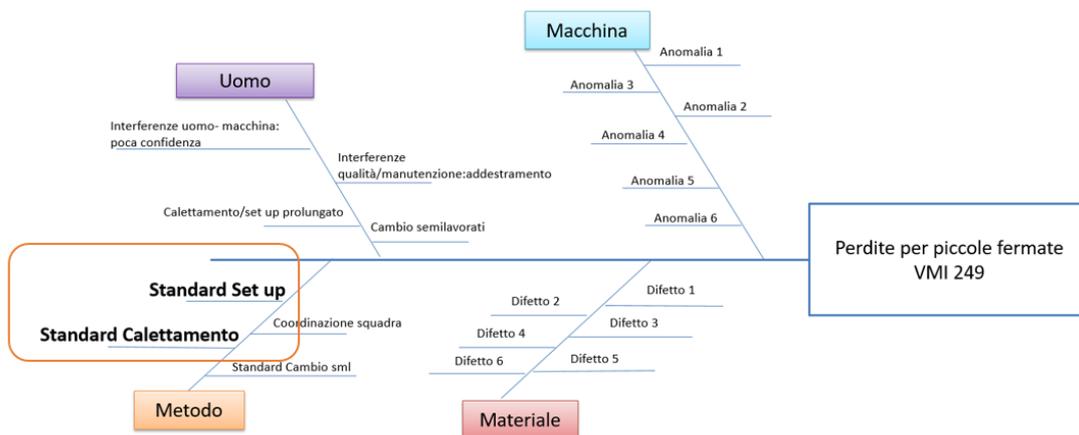


Figura 66: Ishikawa Piccole fermate sulle 4M con focus sul Calettamento e Set up.

Come si vede, la tematica emersa nella parte del metodo è la parte della mancanza di una procedura standard del set up con calettamento.

Questo step del progetto l'ho percorso in veste di PMS (Pirelli Manufacturing System), ente aziendale che si occupa appunto di realizzare procedure standard.

Attraverso la procedura standard sarà possibile darà delle indicazioni chiari e lineari di quali operazioni gli operatori devo svolgere per compiere la procedura nel modo più efficiente possibile e quindi arrivare ad ottimizzare i tempi. Questa procedura, è emersa come tema critico per la macchina perché:

1. È un'operazione nuova per il reparto della confezione Sud, in quanto sugli altri macchinari 248 ancora presenti, questa procedura non è svolta dagli operatori stessi ma da altre figure come gli attrezzisti, quindi eravamo già consapevoli che i tempi di partenza sarebbero stati lunghi.
2. Garantire flessibilità della macchina in quanto l'obiettivo è quello di garantire un alto mix di prodotti che gireranno al giorno e per questo è necessario velocizzare questa procedura che sarà sempre più frequente.

4.5.1 IL CALETTAMENTO

Come è stato precedentemente già citato, il calettamento non è altro che una procedura che viene svolta dagli operatori stessi della macchina che consiste nell'andare a rimuovere i due tamburi e tutti i pezzi annessi e inserire dei nuovi con un altro caletto (ossia i pollici del pneumatico). Questa infatti, è una procedura che viene realizzata solo quando bisogna ad esempio passare da un 20 pollici a un 21 e il tutto dipende dalla specifica che è presente su macchina e da quella che è in ingresso e quindi pianificata come prossima:



Figura 67: Immagine esplicativa del caletto di un pneumatico

La procedura coinvolge sia tutto il retro macchina perché ovviamente in base alla specifica i materiali devono essere cambiati (classico settaggio macchina) e anche tutto il fronte macchina in cui l'operatore dovrà agire nel cambio tamburi e elementi annessi. La parte su cui mi sono principalmente soffermata è tutto quello che riguarda il cosiddetto "cambio ferro" (gergo fabbrica), quindi la parte più inefficiente di tutta la procedura, poiché il cambio semilavorati retro-macchina è un'operazione da compiere in ombra (quindi operazione che non deve generare ulteriore inattività della macchina).

Il cambio ferro consiste nella sostituzione dei tamburi e quindi di tutte le operazioni annesse come il loro sbloccaggio e movimentazioni macchina per permettere l'intervento. Qui presente riporto l'immagine degli elementi su cui l'operatore di fronte macchina deve intervenire nella procedura smontandoli e rimontandoli: distanziali centrali e laterali, ghiera di bloccaggio, mezzelune e ovviamente i tamburi. In sostanza, il calettamento è una procedura che consiste nell'andare a preparare la macchina ad accogliere la specifica successiva pianificata e sulla base di questa andare a sostituire tutte le attrezzature richieste, infatti l'operatore deve impiegare la specifica della misura successiva per vedere quali sono i codici delle attrezzature da montare.

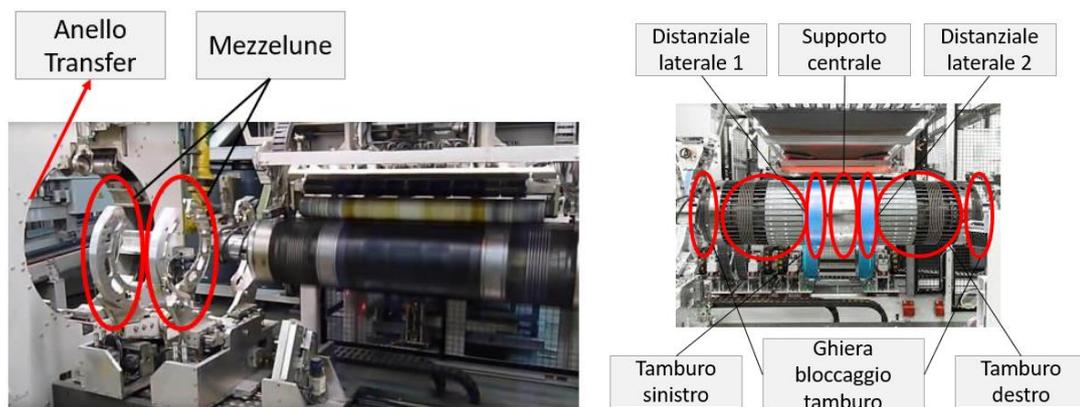


Figura 68: Elementi su cui intervenire per il calettamento

Lo strumento di cui mi servirò per l'analisi delle operazioni che richiedono la procedura è l'E.C.R.S, acronimo che sta per eliminare, combinare, ridurre e semplificare. L'E.C.R.S è un metodo di analisi sempre che appartiene alle 6 sigma quindi filosofia Lean che permette sempre di rendere più efficiente una procedura, in quanto consiste nell'andare a spaccettare la seguente in tutte le operazioni elementari, ricavare il relativo tempo di svolgimento e attribuirlo a una delle categorie sopracitate. Attraverso questo strumento, si arriva a compiere un'analisi molto dettagliata della procedura che permette di andare ad individuare tutti quei MUDA (sprechi) che rallentano il processo e che possono essere ottimizzati o addirittura eliminati. In seguito all'individuazione degli sprechi, si individuano anche delle azioni correttive e saranno proprio queste a portare la procedura dallo stato attuale a quello migliorato. L'applicazione dell'E.C.R.S mi permette di avere già il risultato finale in termini di tempo se applicassi già le azioni correttive, perché il suo output finale deriva proprio dalla somma dei tempi delle operazioni strettamente necessarie per compiere un buon calettamento.

4.5.2 L'APPROCCIO

Una volta parlato del motivo per cui è nato il progetto, si passa a come impostarlo, questo prevede diversi passaggi:

1. Ripresa video operazione set up con calettamento di come viene svolto ad oggi. La ripresa video è stata effettuata su tutte le squadre in quanto l'obiettivo non è solo studiarne una ma cercare di comprendere tutte le squadre come si approcciano alla procedura.
2. Applicazione analisi E.C.R.S sui vari video realizzati che permette di andare ad individuare tutte le azioni correttive di eventuali Muda riscontrati (confronto anche con relativa SOP della procedura)
3. Stesura PDCA delle misure correttive individuate dalle analisi
4. Attuazione misure correttive da PDCA
5. Raggiungimento tempo obiettivo tramite E.C.R.S
6. Monitoraggio tempi di tutte le squadre
7. Realizzazione di una procedura standard che ottimizzi l'intero processo
8. Attuazione della procedura standard per raggiungere l'obiettivo E.C.R.S
9. Intervento su checklist

4.5.2.1 RIPRESA VIDEO

È fondamentale partire dall'andare a fare delle riprese video dell'attività di calettamento in loco, durante questa fase è essenziale anche osservare come si muovono le persone e se è già possibile individuare delle migliorie. Tutte le attività di calettamento sono state possibili da riprendere anche grazie al consenso degli operatori presenti ma soprattutto grazie all'allineamento con la pianificazione che inserivano l'attività nel momento in cui veniva richiesta. In questa fase è stato essenziale il contributo degli operatori con cui mi sono sempre costantemente confrontata.

4.5.2.2 ANALISI E.C.R.S

Una volta realizzato il video della procedura svolta da più squadre, si passa alla parte di analisi video e si procede in questo modo:

1. Si parte dalla riproduzione video nel tempo 00:00:00 e si inizia a lasciar andare il video.
2. Si stoppa la riproduzione video quando l'operatore inizia a svolgere le attività che interessano e lo si suddivide in tante operazioni.
3. Si segna il momento in cui il video viene stoppato perché l'operatore ha terminato l'operazione interessata e si inserisce il tempo di stop del video (seconda colonna)
4. Si effettuerà in automatico la differenza tra uno stop video e il suo successivo, che sarà il tempo di compimento dell'operazione in questione.

- Una volta analizzato tutto il video, individuate tutte le azioni correttive, si passa a fare la sommatoria di tutti i tempi delle operazioni essenziali (togliendo il tempo delle operazioni "eliminate") per fare un calettamento efficiente ottenendo il tempo di esecuzione della procedura finale.

Differenza tempo: tempo che intercorre tra uno stop e il suo successivo

Colonna degli stop del filmato

Tempi essenziali per eseguire calettamento

FILMATO1	progressivo	min	Descrizione elemento (rif.to Op.1)	eliminare	combinare	ridurre	semplificare	somma colonna => NB: operazioni in ombra a parte	note
				e	c	r	s		
	00:01:54	00:01:54	descrizione operazione	x				-	
	00:00:10	00:02:04	descrizione operazione					00:00:10	
	00:00:10	00:02:14	descrizione operazione	x				-	
	00:00:13	00:02:27	descrizione operazione					00:00:13	
	00:00:05	00:02:32	descrizione operazione				x	00:00:05	
	00:00:03	00:02:35	descrizione operazione	x				-	
	00:00:10	00:02:45	descrizione operazione				x	00:00:10	nota 1
	00:00:03	00:02:48	descrizione operazione	x				-	
	00:00:05	00:02:54	descrizione operazione					00:00:05	

Figura 69: Estratto E.C.R.S

4.4.2.3 STESURA PDCA E ATTUAZIONE MISURE CORRETTIVE

Tutte le azioni correttive individuate dall'analisi, sono state inserite come interventi da fare nella PDCA e successivamente assegnate ai soggetti responsabili. Nell'individuazione delle misure di intervento è emerso:

- Il concetto del "combinato", se prima alcune operazioni venivano svolte in maniera sequenziale dall'operatore, col combinato si inizia a parlare di esecuzione di due diverse operazioni in parallelo, ottenendo un notevole risparmio di tempo. Quindi, ci saranno alcune operazioni che non svolgerà solo il primo operatore fronte macchina, ma alle sue si intrecceranno anche quelle del secondo operatore che ha il compito principale di effettuare tutto il cambio semilavorati retro-macchina. Questa è una logica che stravolge l'approccio attuato fino ad adesso dove vedeva il primo operatore a svolgere da solo il cambio tamburi e tutto ciò che comporta e il secondo operatore che si occupa del solo cambio semilavorati e successivo carico cartucce per garantire continuità alla produzione.
- Un'altra importante azione inserita è quella dell'inserimento dell'ausilio del "visual management" ossia tutti riferimenti che indirizzano l'operatore a compiere l'azione senza errore.

Sono state infatti realizzate sul pavimento, attorno alla macchina, tutte le precise locazioni delle attrezzature: da dove collocare il carrellino porta attrezzatura (con i distanziali centrali e laterali e relative mezzelune) a dove collocare i carrelli porta tamburi sia della misura uscente che della misura entrante.

Questo è un modo per dare delle linee guida agli operatori di come muoversi in sicurezza ma soprattutto per efficientare le loro movimentazioni.



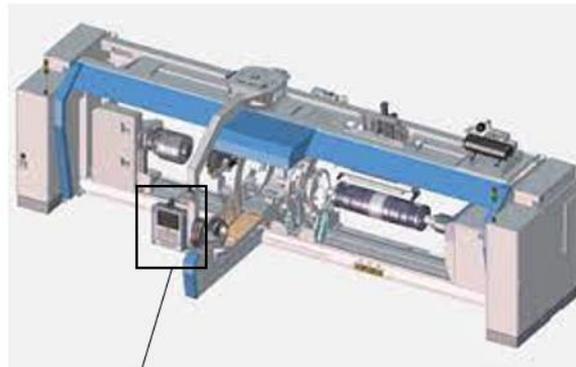
Figura 70: Visual management delle locazioni dei carrelli dei tamburi



Figura 71: Locazione per carrello porta attrezzi

3. Realizzazione sul monitor della macchina di una pagina apposita per il calettamento, dove sono presenti tutti i pulsanti necessari per impostare la macchina al cambio (come, ad esempio, lo spostamento dell'albero con i tamburi per permettere l'intervento umano). L'inserimento di questa pagina permette all'operatore di avere a portata di mano tutto ciò che gli serve per gestire il cambio misura senza perdere tempo nel girare tra le pagine per cercare i tasti necessari e questo comporta un importante risparmio di tempo.

La pagina "calettamento" risulta essere molto importante perché indica tutti i tasti che devono essere coinvolti per la procedura e quindi quando ad esempio la macchina non parte perché le manca una condizione per movimentarsi, basta guardare la pagina appositamente creata poiché si noterà subito quale è il tasto che non è stato acceso, infatti quando un tasto e quindi una funzione è accesa, questo è colorato di arancione altrimenti no.



Monitor Fronte
macchina

Figura 72: Monitor presente su fronte macchina per gestire le movimentazioni del macchinario

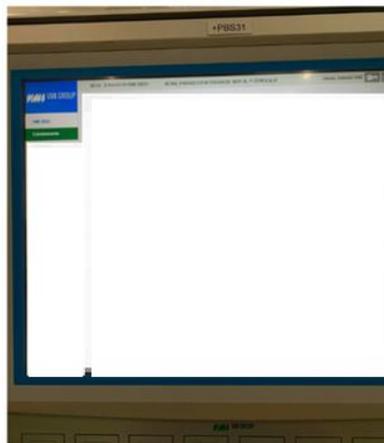


Figura 73: Pagina calettamento sul monitor della macchina

4. Applicazione del metodo delle 5S (illustrato nel paragrafo 1.4.3.1 "5S"), in particolar modo del concetto del "Seiton". Una volta individuati quali sono gli attrezzi necessari e quelli no, si è passato a individuare la giusta collocazione degli stessi e secondo il Seiton questi devono essere collocati nella posizione più vicina possibile al luogo del loro utilizzo in modo da essere disponibili con il minimo sforzo quando dovranno essere impiegati.

Con questa logica, dunque, si sono collocate tutte le chiavi per lo smontaggio, ad esempio, delle mezzelune o dei tamburi nelle zone in cui gli operatori compiono l'azione evitando che questi, dunque, facciano movimentazioni superflue e ridondanti.



Figura 74: Concetto del "Seiton" applicato ai tools impiegati nella procedura

4.5.2.4 RAGGIUNGIMENTO TEMPO OBIETTIVO E.C.R.S

Una volta individuate e attuate tutte le azioni correttive previste da PDCA, si arriva al tempo individuato da E.C.R.S, infatti il tempo che risultava dalla sommatoria di tutte le azioni essenziali della procedura sono già calcolate in base agli interventi attuati.

Grazie a questo metodo e alle relative azioni di miglioramento continuo individuate, si è riusciti ad abbassare il tempo di esecuzione dell'intera procedura del 48,5%, passando quindi da uno svolgimento della procedura in 100 min a uno svolgimento in 51,5 min tramutando il risultato dell'E.C.R.S come primo step dell'obiettivo da raggiungere.

Svolgere la procedura in 51,5 min è stato il primo obiettivo da raggiungere ed è un risultato teorico ottenuto dalla semplice attuazione del metodo E.C.R.S e seguendolo passo dopo passo e attuando già le misure correttive si è arrivati a quel risultato. Ricordiamoci che il tempo in questione non è altro la procedura che viene attuata dall'ultimo pezzo della misura uscente al primo pezzo della misura entrante e soprattutto è inclusa anche la procedura di checklist, ossia l'insieme di azioni di controllo che deve svolgere l'operatore manualmente sul primo pezzo affinché quest'ultimo rispecchi le specifiche di prodotto.

4.5.2.5 MONITORAGGIO TEMPI DELLE SQUADRE

Per tenere monitorate tutte e cinque le squadre ho realizzato un serie di grafici Excel che si aggiornavano in automatico nel momento in cui inserivo il tempo di set up prelevato da PCS, strumento attraverso cui guardavo tutte le attività della macchina.

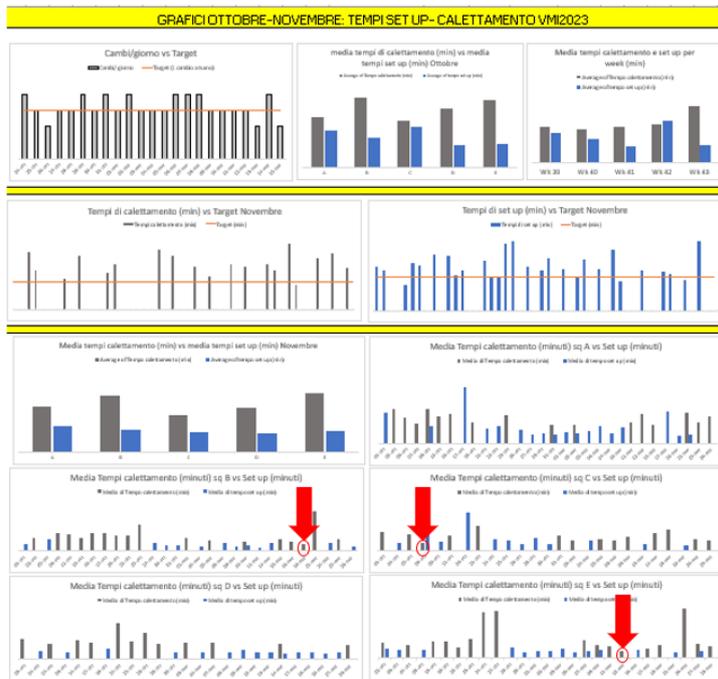


Figura 75: Overview con tutti i grafici di monitoraggio dei tempi di set up e set up con calettamento

L'Obiettivo dei 51,5 min è stato quasi fin da subito raggiunto, anche grazie l'attuazione delle misure correttive inserite su PDCA, da tre squadre su cinque compiendo la procedura in 50 e 52,5 minuti, quindi chi un minuto in più e chi un minuto in meno dall'obiettivo.

L'obiettivo primo del progetto è quello di andare ad allineare tutte le squadre sullo svolgere la procedura in 51,5 min (grazie all'attuazione delle azioni di miglioramento inserite). Questo illustrato nella figura 75 sono tutti i grafici con cui monitoravo l'andamento dei tempi sia del set up semplice (senza cambio dei tamburi) sia del calettamento.

4.5.2.6 REALIZZAZIONE FLOWCHART TEMPORALIZZATA PROCEDURA STANDARD

Siccome siamo sempre in ottica di miglioramento continuo, il passo successivo è stato quello di andare a definire una chiara procedura dell'operazione in modo tale che l'operatore abbia cadenzate perfettamente le azioni necessarie per effettuare un calettamento in modo efficiente.

Queste azioni sono state individuate secondo una chiara logica:

- Osservazione e analisi della procedura svolta da più squadre per poter individuare tutte le azioni migliori da svolgere.
- Raggruppamento e distinzione tra le attività svolte dall'operatore e le operazioni che quest'ultimo deve fare sul monitor del macchinario (infatti ho inserito il simbolo "uomo" per indicare le operazioni uomo e simbolo "monitor" per indicare le operazioni su monitor).

Ho voluto svolgere questa suddivisione e raggruppamento in modo tale che l'operatore non compiesse azioni ridondanti che andavano a rendere inefficiente l'operazione.

- La temporizzazione della procedura è stata effettuata in base alla distinzione 1^a e 2^a fase; infatti, ho raccolto i tempi di tutte quelle azioni che venivano svolte sulla 1^a fase e tutte quelle riguardanti la 2^a fase.
- Punto essenziale della stesura di questa flowchart è la continua interazione con gli operatori, con loro infatti si sono stabilite precise logiche di approccio al cambio in modo tale da evitare inefficienze (ad esempio: in che momento lanciare la ricetta e lanciare gli ultimi crudi a confezionare della misura uscente).
- La struttura impiegata è quella della flowchart in cui intervengono due soggetti, che è stata integrata alla relativa SOP della procedura "set up con calettamento"; ho scelto questo tipo di approccio in modo tale da avere subito un riscontro visivo delle azioni da fare e affinché l'operatore abbia chiaro il punto in cui si trova della procedura ma soprattutto il suo compito, infatti sono presenti sia le azioni del primo che del secondo operatore e i vari punti in cui si intersecano per il concetto del "combinato".

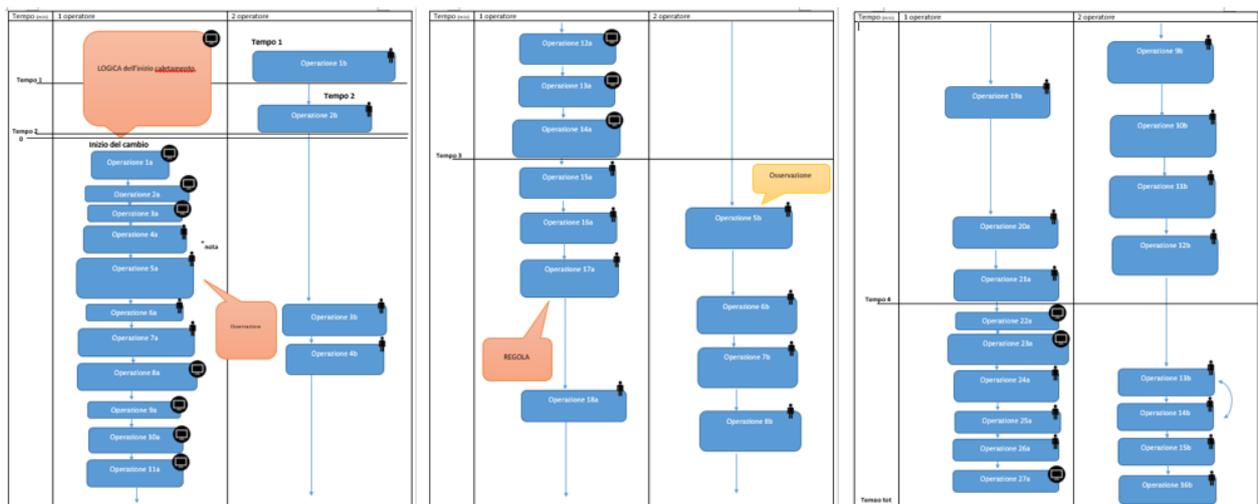


Figura 76: Flowchart standard della procedura temporizzata

4.5.2.7 OBIETTIVO FUTURO CON APPLICAZIONE FLOWCHART

La flowchart è stata pensata e strutturata in modo tale da arrivare al secondo step dell'obiettivo del progetto, toccare i 44 minuti di svolgimento della procedura da ultimo pezzo della misura uscente al primo pezzo della misura entrante, compreso di checklist, quindi scendendo del 57,6% da 100 min.

Questo è uno strumento estremamente importante perché permetterà di dare agli operatori le indicazioni chiare e precise di come svolgere la procedura fino ad arrivare a svolgerla in 44 min.

Questo tempo non è un output a caso, ma deriva dal raggruppamento di diverse operazioni previste dalla procedura e ad ogni operazione è stato associato un tempo preciso derivato dall'analisi E.C.R.S. Il raggruppamento delle operazioni è stato effettuato sulla base delle attività che vengono svolte in 1^a fase e in 2^a fase, tutte quelle svolte in 1^a fase sono state raggruppate in un macrogruppo con relativo tempo di svolgimento e tutte quelle svolte intervenendo sulla 2^a fase raggruppate anch'esse in un macrogruppo con relativo tempo di svolgimento.

Qui un ruolo fondamentale viene svolto dall'addestramento e affiancamento degli operatori in modo tale da accompagnarli gradualmente nell'apprendimento di una nuova procedura, ovviamente questi saranno sempre supportati dall'intervento dei responsabili del reparto che sono loro in primis che devono conoscere la procedura. Si parla poi di una procedura che è stata comunque elaborata con gli stessi operatori e da una continua interazione con loro; quindi, molti bene o male hanno già svolto per alcune parti, la medesima procedura.

4.5.2.8 INTERVENTO SU CHECKLIST

Sempre in ottica di Kaizen e quindi miglioramento continuo, non mi sono fermata a raggiungere i precedenti 44 minuti, infatti una volta consolidati questi da parte di tutte le squadre si può iniziare a pensare anche di andare a lavorare sulla realizzazione di una nuova checklist per il controllo primo pezzo, che sia più moderna e allineata con il livello tecnologico della macchina: questa infatti presenta numerosi sistemi di controlli che seguono il prodotto dall'inizio alla fine della confezione e dunque porterebbe all'eliminazione di alcuni check che risulterebbero ridondanti perché già compiuti dalla macchina stessa.

Vi sono numerose telecamere che vanno ad individuare ogni microdifetto ma soprattutto ogni giunta effettuata tra i materiali, evitando quindi l'intervento umano che al suo interno porta già fonte di errore. Ad oggi la checklist viene svolta in modo manuale, ma se fosse svolta direttamente dalla macchina l'impatto che essa genera sul processo di set up con calettamento potrebbe anche azzerarsi.

Ovviamente sarà necessario realizzarla con la collaborazione della Qualità, in quanto è una procedura estremamente importante per garantire l'alta qualità del prodotto e quindi è fondamentale valutare bene come strutturarla.

Questa parte di analisi non rientra nel progetto in analisi ma serve per dare uno spunto di riflessione per come muoversi come prossimi step e richiede una maggiore attenzione perché come detto prima, subentrano temi qualitativi estremamente delicati e per partire bisogna avere la certezza totale che i controlli effettuati dalla macchina siano 100 % affidabili. Su quest'ultima tematica, infatti, c'è ancora un poco di incertezza in quanto la macchina è ancora in fase di industrializzazione.

Con l'intervenendo sulla checklist si potrebbe ottenere una riduzione a partire da 9,1% rispetto ai 44 min iniziali del secondo step dell'obiettivo.

Nell'immagine sottostante sono riportati gli step dell'intero progetto con i relativi risultati e obiettivi:

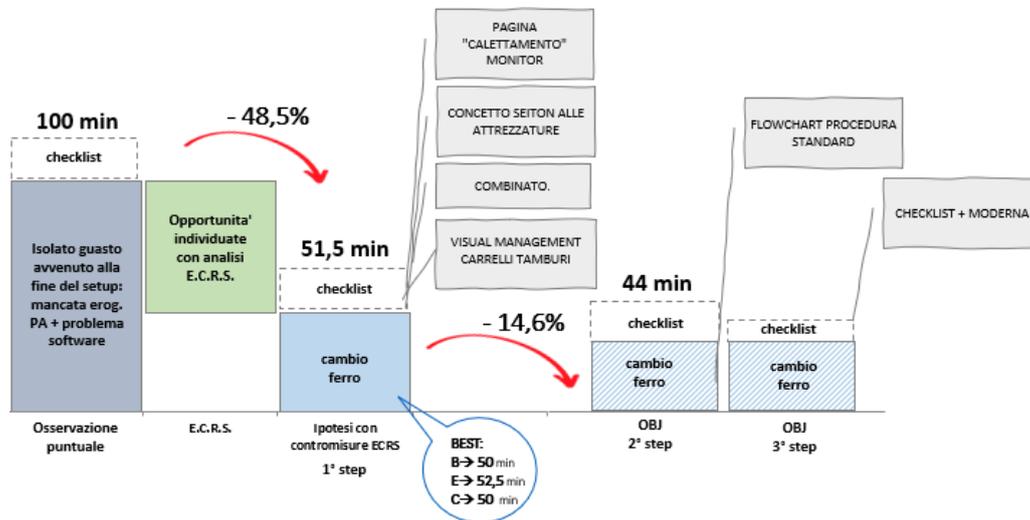


Figura 77: Cronologia obiettivi

*Tutti i dati numerici presenti nel capitolo 4 relativo al progetto, non sono dati reali ma servono ad indicare l'effettivo impatto di quest'ultimo.

Ogni immagine, ad esclusione delle figure 70-71-73 e 74, sono prese dal sito di Vmi, casa costruttrice del macchinario e da siti esterni.

CAPITOLO 5: CONCLUSIONI

Tutti gli interventi che sono stati svolti sulla macchina erano tutti finalizzati a portare la macchina al massimo delle sue prestazioni e perché potesse produrre i pezzi richiesti da produzione. Essendo un macchinario nuovo nella fabbrica, è stato necessario adottare fin da subito delle accortezze ma in particolar modo impostare un buon metodo di approccio di risoluzione dei problemi che si riscontravano in modo da avere poi degli interventi mirati.

Un fattore fondamentale è stata la partecipazione attiva e estremamente preziosa degli operatori che sono stati assegnati alla macchina, grazie al loro coinvolgimento di ogni giorno e alla condivisione delle osservazioni da parte loro e del gruppo di lavoro, si è arrivati ad effettuare dei brainstorming sempre efficaci che hanno permesse di non perdere tempo e di essere sempre sul pezzo dal punto di vista delle criticità e relative soluzioni. Loro sono stati la nostra carta vincente, oltre alla presenza di un Team forte e determinato, sostenuto poi anche da una buona strategia e approccio al lavoro. Non è un caso che uno dei motti dell'azienda è proprio "Nothing is possible without our people" che sono appunto il cuore pulsante della fabbrica, ogni miglioria che si vuole apportare è essenziale che passi prima da loro per trovare sempre il compromesso più adatto.

L'approccio strutturato per le piccole fermate e anche per la riduzione dei tempi di esecuzione del calettamento sono stati essenziali per il raggiungimento degli obiettivi, è stato infatti un approccio lento e graduale che ha permesso di affrontare i problemi in modo approfondito in modo tale da trovare poi relative soluzioni che potessero essere sostenibili anche in futuro.

La gradualità dell'approccio è stata necessaria anche perché non tutti gli interventi di azioni correttive per quanto riguarda ad esempio le piccole fermate erano immediate, per molte di queste, infatti, era necessario l'intervento della casa produttrice oppure di ditte esterne e quindi i tempi erano vincolati anche dalla loro disponibilità. Col fatto di avere, quindi, degli interventi vincolati e che non dipendevano da noi come fabbrica, è stato essenziale muoversi per priorità, quindi prioritizzare gli interventi di nostra competenza e seguire la loro applicazione.

In entrambi i progetti, si è applicato in modo sistematico e iterativo un metodo e la chiave del successo di questi risiede proprio nel fatto di averlo applicato in modo fedele percorrendo ogni step che richiedeva anche se questo avrebbe richiesto molto tempo.

Il focus è proprio questo, sempre in ottica del miglioramento continuo, è essenziale e determinante che ogni metodo applicato deve essere seguito in ogni sua sfaccettatura evitando le cosiddette "scorciatoie" e quindi, in determinati contesti, non sempre la velocità di esecuzione è efficace, perché potrebbe portare a risultati non coerenti con

quanto viene prefissato oppure potrebbe portare a delle sviste di dettagli che invece potrebbero risultare determinanti e decisive per raggiungere il traguardo.

Un altro fattore chiave che ci ha condotto a dei risultati estremamente positivi è la costanza, ossia come gruppo di lavoro abbiamo avuto fin dall'inizio chiaro quale era l'obiettivo da raggiungere e ognuno di noi nel suo piccolo è intervenuto per raggiungerlo sempre con metodo, dedizione e appunto costanza, dimostrata fin dall'inizio dalla presenza continua degli enti coinvolti, alle due riunioni giornaliere di allineamento (per quanto riguarda l'analisi delle piccole fermate).

BIBLIOGRAFIA:

- J. BICHENO, A. P. STAUDACHER, Metodologie e tecniche per la Lean, Pitagora Editrice, Bologna, 2009

SITOGRAFIA:

- Lean production: definizione, spiegazione e vantaggi | Item (item24.com)
- Lean e Toyota Production System, un po' di storia e alcuni miti da sfatare - Chiarini Blog
- Tipi di pull (encob.net)
- I 5 principi della Lean Production | OPTA
- VMI MAXX radial passenger tire building machine - VMI Group (vmi-group.com)
- SMED: una delle tecniche della Lean Production | OPTA
- Kanban - Leanmanufacturing.it
- <https://www.pirelli.com/global/en-ww/homepage/>
- Gli Strumenti - Leanmanufacturing.it
- <https://www.headvisor.it/lean-production-gemba-walk>
- Lean manufacturing: cos'è e come innovare la produzione in azienda - Industry 4 Business
- 5 principi lean che le aziende dovrebbero conoscere - item - Blog (item24.com)
- I 5 principi della Lean Production | OPTA
- Lean production: cos'è - Lean production definizione (businesscoachingitalia.com)
- Lean production: definizione, spiegazione e vantaggi | Item (item24.com)
- Il Kaizen blitz (qualitiamo.com)
- <https://www.industry4business.it/industria-4-0/lean-manufacturing-in-cosa-consiste-come-puo-cambiare-il-destino-delle-aziende/>
- Lean e Toyota Production System, un po' di storia e alcuni miti da sfatare - Chiarini Blog
- VMI MAXX radial passenger tire building machine - VMI Group (vmi-group.com)

INDICE DELLE FIGURE:

Figure 1: I pilastri della Lean Production.....	14
Figure 2: I sette tipi di Muda.....	23
Figure 3: Differenza tra logica "Pull" e "Push"	25
Figure 4: Kanban come collegamento tra monte e valle (fonte: https://www.leanmanufacturing.it/strumenti/kanban.html)	29
Figure 5: Simboli e logiche VSM (fonte: https://www.leanmanufacturing.it/strumenti/valuestreammapping.html)	31
Figura 6: Esempio di VSM (fonte: https://www.leanmanufacturing.it/strumenti/valuestreammapping.html)	31
Figura 7: Esempio di Spaghetti Chart su impianto Vmi 249	32
Figura 8: Rappresentazione grafica improduttività set up.....	36
Figure 9: Scheda guida OEE.....	39
Figure 10: Manifesto Pirelli 1920	42
Figure 11: Manifesto Pirelli 1890	43
Figure 12: Logo Pirelli	43
Figure 13: Portafoglio prodotti	45
Figura 14: KPI's ambientali dell'azienda	50
Figura 15: KPI's sociali dell'azienda.....	51
Figura 16: La "Spina" nel polo tecnologico di Settimo Torinese.....	52
Figura 17: Flusso di produzione.....	53
Figura 18: Struttura di un Banbury.....	55
Figura 19: impianto completo Banbury	55
Figure 20: composizione di un pneumatico.....	58
Figure 21: Macchina di assemblaggio del pneumatico.....	58
Figure 22: Anello transfer del modello VMI MAXX	60
Figure 23: Prima e seconda fase della confezione.....	60
Figure 24: Pneumatico crudo.....	60
Figure 25: Macchina vulcanizzatore a due stampi.....	61
Figure 26: Controllo visivo copertura su divaricatore	62
Figure 27: Processo di produzione di uno pneumatico	62
Figure 28: Catena di produzione Next Mirs	63
Figure 29: Procedura di taglio e applicazione della cintura su tamburo	64
Figure 30: Specifica di prodotto	66
Figure 31: Vmi 248.....	67
Figure 32: Vmi 249.....	67
Figure 33: Distinzione prima fase (1) da seconda fase (3) e anello transfer (2)	68
Figure 34: Materiali caricati sulla macchina.....	68
Figure 35: Cartuccia carica della flangia di materiale.....	69

Figura 36: taglio della tela su nastro trasportatore.....	70
Figure 37: Elementi prima fase.....	70
Figure 38: Elementi seconda fase.....	71
Figure 39: Man Machine Chart Vmi 249 Nord.....	72
Figura 40: Rappresentazione 1 ^a fase con tamburi, mezzelune e anello transfer.....	73
Figura 41: Dettaglio anello transfer.....	74
Figura 42: Dettaglio caricatore cerchietti interposto tra le mezzelune.....	74
Figura 43: Dettaglio inserimento cerchietti per mezzo delle mezzelune.....	74
Figura 44: Assemblaggio output delle due fasi nell'anello transfer.....	74
Figura 45: Ciclo di DMAIC.....	76
Figura 46: Locazione di peso crudo, momento di inizio tempo ciclo per il metodo applicato.....	79
Figura 47: Estratto foglio 1 di un rilievo.....	82
Figura 48: Esempio di riepilogo riferito ad un'osservazione.....	83
Figura 49: Estratto riepilogo osservazioni.....	84
Figura 50: Estratto riassuntivo Riepilogo con sommatorie finali.....	84
Figura 51: Discriminazione ulteriori voci da anomalie che generano piccole fermate.....	86
Figura 52: Estratto tabella riassuntiva dei minuti persi per anomalia e la loro classificazione nelle 4 M e per gruppo macchina.....	86
Figura 53: Analisi Pareto sui minuti/percentuale di anomalie.....	87
Figura 54: Distribuzione delle anomalie secondo struttura di Pareto.....	87
Figura 55: Distribuzione piccole fermate secondo le 4M.....	89
Figura 56: Distribuzione piccole fermate secondo i gruppi macchina.....	90
Figura 57: Diagramma di Ishikawa piccole fermate.....	91
Figura 58: Radar Chart minuti persi distribuiti sulla 4 categorie: uomo, macchina, materiale e metodo.....	92
Figura 59: Esempio di Schedina Tecnica del gruppo Cinture.....	95
Figura 60: Esempio PDCA sezione Man.....	96
Figura 61: Estratto nuova scheda macchina Vmi 249.....	97
Figura 62: Estratto tabella di raccolta frequenze anomalie.....	97
Figura 63: Estratto Pareto Anomalie distribuite per frequenza.....	97
Figura 64: Andamento OEE e piccole fermate.....	99
Figura 65: Step progetto miglioramento continuo piccole fermate Vmi 249.....	100
Figura 66: Ishikawa Piccole fermate sulle 4M con focus sul Calettamento e Set up.....	101
Figura 67: Immagine esplicativa del caletto di un pneumatico.....	102
Figura 68: Elementi su cui intervenire per il calettamento.....	103
Figura 69: Estratto E.C.R.S.....	105
Figura 70: Visual management delle locazioni dei carrelli dei tamburi.....	106
Figura 71: Locazione per carrello porta attrezzi.....	106

Figura 72: Monitor presente su fronte macchina per gestire le movimentazioni del macchinario.....	107
Figura 73: Pagina calettamento sul monitor della macchina.....	107
Figura 74: Concetto del "Seiton" applicato ai tools impiegati nella procedura.....	108
Figura 75: Overview con tutti i grafici di monitoraggio dei tempi di set up e set up con calettamento	109
Figura 76: Flowchart standard della procedura temporizzata	110
Figura 77: Cronologia obiettivi	112