



**UNIVERSITA' POLITECNICA DELLE MARCHE**  
**FACOLTA' DI INGEGNERIA**

---

Corso di Laurea triennale in Ingegneria Gestionale

**Metodologia S.P.W. e bilanciamento di una linea di produzione**

**S.P.W. methodology and balancing of a production line**

Relatore: Chiar.mo

**Prof. Alessio Vita**

Tesi di Laurea di:

**Bruno Fiorenzo**

**A.A.2023 / 2024**

# INDICE

INTRODUZIONE .....	1
CAPITOLO 1: IL NUOVO GRUPPO STELLANTIS	
1.1 Fusione FCA /PSA .....	3
1.2 SPW e i suoi 12 domini .....	5
1.3 Workplace organization .....	12
CAPITOLO 2: COMPOSIZIONE DEL PLANT	
2.1 suoi prodotti.....	16
2.2 Asservimento del materiale .....	21
CAPITOLO 3: RIDUZIONE DEI COSTI DI PRODUZIONE	
3.1 workshop e obiettivi .....	23
3.2 Ribilanciamento della linea .....	26
3.3 Risultati e discussione .....	29
CONCLUSIONI .....	32

## INTRODUZIONE

Dagli ultimi cinquant'anni ad oggi l'industria ha avuto in diversi ambiti un ruolo via via sempre più centrale all'interno della società. In un contesto capitalistico come il nostro è uno dei motori trainanti dello sviluppo tecnologico e della crescita economica, infatti, molto spesso alle parole “società industrializzata” o “città industrializzata” si associa ricchezza e benessere sociale. Con l'avvento della globalizzazione e la crescita esponenziale dei mercati sono stati creati nuovi prodotti e servizi sempre più alla portata di tutti, questo anche grazie all'implementazione di nuovi metodi produttivi e di nuove tecnologie.

Di pari passo allo sviluppo tecnologico sono nate figure professionali come ingegneri, esperti in logistica e vendita, tecnici di vario tipo, e così via.

Lo scopo di questo elaborato è proprio quello di interfacciarsi con una realtà industriale per capire come questa pensi, studi e si evolva per cercare di offrire soluzioni sempre più semplici e convenienti per il consumatore finale, che siamo tutti noi, al fine di migliorare sempre più aspetti della sua vita.

Nel primo capitolo si vuole dare un contesto storico evolutivo dell'azienda dalla sua nascita fino ad oggi. Le sue due fusioni negli anni, prima con Chrysler nel 2009 e successivamente con il gruppo PSA nel 2021, hanno portato cambiamenti significativi sia nella gestione amministrativa che in quella operativa legata alla produzione. Quindi l'introduzione del nuovo metodo, SPW, che nei suoi 12 domini descrive quali sono gli obiettivi prefissati dal nuovo gruppo Stellantis e i nuovi strumenti da utilizzare per raggiungerli.

Il secondo capitolo ha lo scopo di descrivere come sono strutturate le varie linee di produzione all'interno dell'impianto. Come esse possono cambiare in base al tipo di prodotto da dover trasformare e quali sono le varie figure professionali

presenti a gestire il tutto. Importante per il flusso è anche la gestione dell'asservimento del materiale da parte della logistica dell'impianto.

Nel terzo ed ultimo capitolo, caso di studio della tesi, il tema centrale è il workshop fatto con l'obiettivo di cercare delle idee per un ribilanciamento delle linee di montaggio. Sempre nell'ottica dell'S.P.W. e dei vari strumenti che mette a disposizione, la fase successiva è stata quella della programmazione delle varie modifiche da fare.

# CAPITOLO 1: IL NUOVO GRUPPO STELLANTIS

## 1.1 Fusione FCA /PSA

La Fiat, acronimo di Fabbrica Italiana Automobili Torino, è stata fondata il 11 luglio 1899 a Torino. L'azienda è stata creata grazie all'investimento di un gruppo di imprenditori e nobili locali, tra cui Giovanni Agnelli, che in seguito sarebbe diventato una figura centrale nello sviluppo dell'azienda e dell'industria automobilistica italiana.

Nei primi anni, si concentrava sulla produzione di automobili, veicoli industriali, e in seguito anche su mezzi militari, divenendo un importante fornitore durante le due guerre mondiali. Durante il XX secolo si affermò come uno dei maggiori produttori di automobili in Italia e in Europa, espandendo la sua presenza in diversi settori industriali e in vari mercati internazionali.

Negli anni '60 e '70, Fiat conobbe un periodo di forte espansione, acquisendo diversi marchi italiani, tra cui Lancia, Ferrari, Alfa Romeo e Maserati, creando così uno dei più grandi gruppi industriali italiani. Tuttavia, verso la fine del XX secolo e l'inizio del XXI secolo, l'azienda affrontò diverse sfide economiche e finanziarie, legate sia a difficoltà interne sia a cambiamenti nel mercato automobilistico globale.

La fusione tra Fiat e Chrysler è stata un processo graduale che ha iniziato a prendere forma nel 2009, in un momento in cui l'industria automobilistica mondiale stava affrontando gravi difficoltà economiche dovute alla crisi finanziaria globale. Chrysler, uno dei tre grandi produttori di automobili americani, era in particolare in cattive condizioni finanziarie, arrivando quasi a dichiarare bancarotta.

Nell'aprile 2009, Fiat Group ha annunciato l'intenzione di formare una partnership strategica con Chrysler. Inizialmente, Fiat non ha investito denaro, ma ha fornito tecnologia, piattaforme di veicoli e know-how, in cambio di una quota del 20% nella società americana.

La partnership ha permesso a Chrysler di accedere alla tecnologia avanzata di Fiat in termini di piccoli e medi veicoli e motori efficienti, dal punto di vista del consumo. Una mossa strategica per adattarsi alle crescenti esigenze di mercato per auto più piccole e più efficienti in termini di carburante. Allo stesso tempo, Fiat ha ottenuto un punto d'appoggio nel mercato automobilistico nordamericano, dove la sua presenza era stata storicamente limitata.

Nel corso degli anni successivi, Fiat ha incrementato gradualmente la sua partecipazione in Chrysler, fino ad acquisirla completamente nel 2014.

La seconda grande fusione nella storia recente di Fiat ha avuto luogo con il gruppo PSA Peugeot Citroën annunciata per la prima volta a ottobre 2019 e si è conclusa nel gennaio 2021, con la creazione di Stellantis.

Stellantis è nata come un 50/50 all-share tra FCA e PSA, creando il quarto gruppo automobilistico più grande al mondo per volume di vendita e il terzo per fatturato. L'attuale Consiglio di amministrazione della Holding che controlla il gruppo è composta da 10 membri, dei quali metà è nominata dal gruppo FCA e metà dal gruppo francese PSA ed il ceo Carlos Tavares. L'obiettivo era quello di unire le forze per affrontare meglio le sfide del settore automobilistico moderno, tra cui la crescente necessità di investimenti in tecnologie pulite, elettrificazione dei veicoli, connettività e guida autonoma, oltre alla necessità di affrontare la concorrenza globale e la pressione sui prezzi.

Stellantis combina un'ampia gamma di marchi, inclusi Fiat, Jeep, Dodge, Ram, Peugeot, Citroën, Opel, e molti altri, ognuno con le proprie specificità e mercati di riferimento *figura 1*.

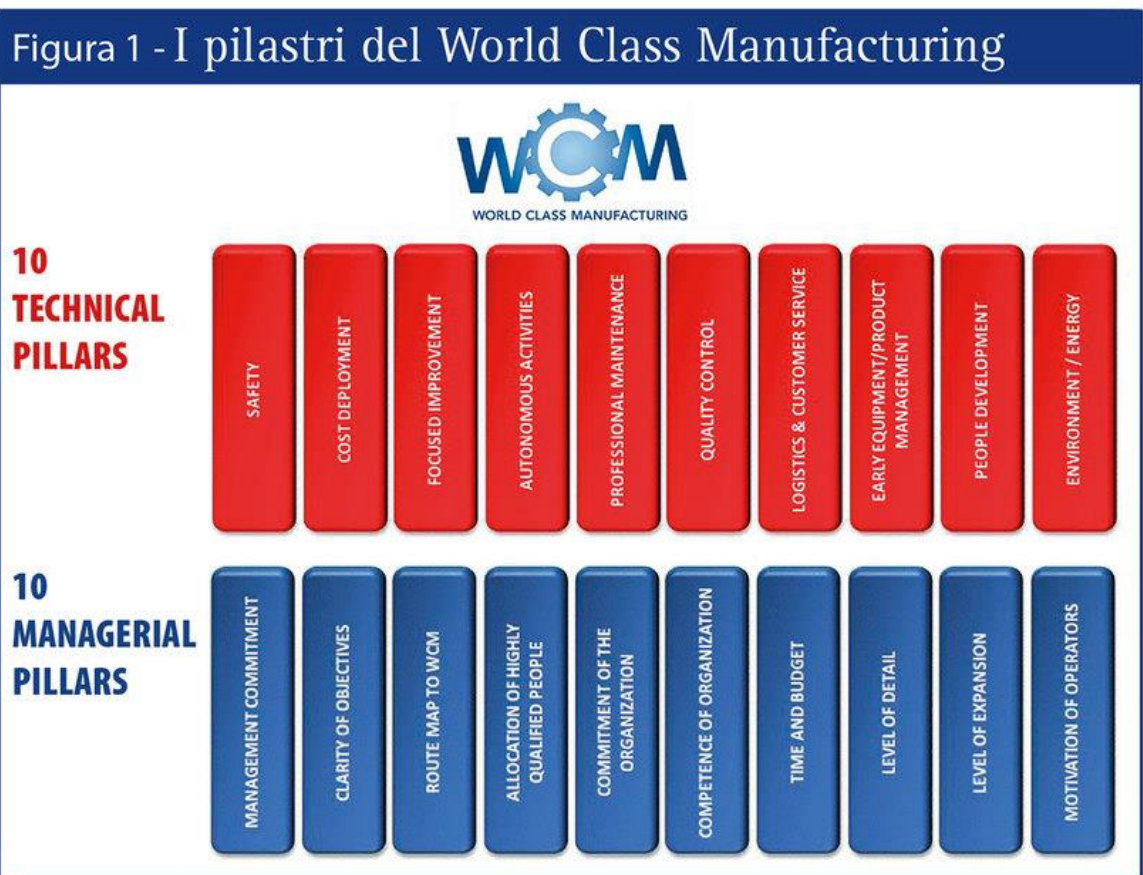
Veicoli				
Holding	Marchio	Anno di fondazione	Segmento	Amministratore delegato <sup>[49]</sup>
Stellantis N.V.	 Abarth	1949	Performance	Olivier François
	 Alfa Romeo	1910	Premium sports car	Jean-Philippe Imparato
	 FIAT	1899	Generalista e utilitarie	Olivier François
	 Fiat Professional	1974	Veicoli commerciali	
	 Lancia	1906	Premium	Luca Napolitano
	 Maserati	1914	Lusso	Davide Grasso
	 Chrysler	1925	Generalista	Christine Feuell
	 Dodge	1914	Generalista e performance	Timothy Kuniskis
	 Jeep	1941	SUV e fuoristrada	Antonio Filosa
	 Ram Trucks	2009	Pick-up e veicoli commerciali	Mike Koval Jr.
	 Peugeot	1896	Generalista e utilitarie	Linda Jackson
	 Citroën	1919	Generalista e utilitarie	Vincent Cobée
	 DS Automobiles	2014	Premium	Béatrice Foucher
	 Opel	1862	Generalista e utilitarie	Florian Huettl
	 Vauxhall	1903	Generalista e utilitarie	

*Figura 1*

## 1.2 SPW e i suoi 12 domini

Come noto, le grandi aziende spesso sviluppano metodi produttivi strutturati per migliorare l'efficienza, la qualità e la sostenibilità delle loro operazioni. Questi sono progettati per standardizzare i processi, ridurre gli sprechi, incrementare la sicurezza e promuovere l'innovazione continua. Rispecchiano anche l'approccio che l'azienda in genere vuole avere verso il mercato e i consumatori, diventando ad oggi di fondamentale importanza per la sopravvivenza e crescita di qualsiasi grande industria.

Un esempio importante a cui L'S.P.W. si è ispirato è il metodo W.C.M (world class manufacturing), strategia sviluppata in passato dal gruppo FIAT, la quale è stata una delle sue chiavi di svolta positiva. *figura2*.



*Figura 2*

Suddivide l'organizzazione del lavoro in 10 pilastri manageriali che a loro volta si poggiano su 10 pilastri tecnici. Si focalizza su un orientamento centrato sul cliente, producendo solo con una logica pull, creando una produzione a flusso continuo e lead time brevi. Essendo il cliente un'entità dinamica e complessa, perché influenzata da migliaia di fattori spesso anche impossibili da prevedere, questo sistema deve essere flessibile in modo da adattarsi al meglio ai cambiamenti. Il concetto di ottimo coincide al valore zero: zero sprechi, zero scorte, zero incidenti, zero guasti, zero difetti e zero insoddisfazione del cliente.

L'S.P.W. (Stellantis production way) è invece composta da 12 domini *figura 3 e 4*, ognuno ha un'area di competenza ed esprimono una visione chiara di "cosa" l'organizzazione vuole ottenere e "come" ottenerlo con una serie di

metodi e strumenti progettati per affrontare miglioramenti in aree specifiche della produzione.



*Figura 3*

**Want to Bee:**

- Fornire e sfruttare dati di riferimento all'interno e tra gli stabilimenti per battere la concorrenza esterna.
- Fissare obiettivi ambiziosi per garantire che l'azienda raggiunga la competitività in sicurezza, qualità, costi e ambiente.
- Fornire linee guida per aiutare i manager a migliorare nella scelta degli obiettivi e raggiungerli nel minor tempo possibile.

### **Cost Deployment:**

- Stabilire un programma razionale e sistematico per ridurre gli sprechi e le perdite attraverso la collaborazione tra produzione e costi.
- Identificare gli sprechi e perdite e valutare l'impatto economico per produrre una lista di opportunità per la riduzione del costo totale di produzione.
- Indirizzare risorse e impiego manageriale verso attività con maggiore potenziale.

### **Health & Safety:**

- Prevenire la mortalità, l'invalidità, gli infortuni e le malattie professionali.
- Promuovere la salute e il benessere per sostenere una forza lavoro motivata.
- Dare a tutti la possibilità di contribuire al miglioramento del posto di lavoro rendendo la sicurezza parte integrante del lavoro.

### **Customer Experience:**

- Fornire prodotti e servizi che garantiscano le aspettative del cliente e superarle.
- Coinvolgere tutti i livelli per supportare la qualità della produzione.

**Environment:**

- Fornire una gestione ambientale efficace con soggetti impegnati e persone attente all'ambiente.
- Contribuire alla visione dell'azienda con un utilizzo minimo di materie prime, senza rifiuti, zero emissioni, un utilizzo di materiali sostenibili, migliorando la biodiversità dei siti e preservando gli habitat naturali.

**Continuous improvement:**

Consiste nell'applicazione di tre capacità che sono:

- Rendere l'attività dell'azienda visibile.
- Risolvere con tempestività i problemi che possono sorgere e standardizzare le conoscenze acquisite.
- Istruire il personale a farlo in maniera autonoma.

**Workplace Organization:**

- Migliorare sistematicamente le postazioni tramite procedimenti tecnici e guidati.
- Creare postazioni di lavoro efficaci per operatori, perseguendo il massimo valore aggiunto, senza sprechi di mano d'opera tramite la standardizzazione del lavoro.
- Aiutare ogni stabilimento a migliorare la produttività e la redditività con alti livelli di qualità e sicurezza.

## Maintenance:

- Promuovere una mentalità pari a zero guasti e zero difetti per garantire un livello complessivo produttivo elevato (OPE) ed una gestione efficace delle risorse.
- Applicazione dei fondamentali della manutenzione e monitoraggio della manutenzione tramite i KPI di basso livello (Key performance indicators), Indicatori che misurano i processi di singoli reparti *figura 4*.

MAINTENANCE – KPI					STELLANTIS
KPI Name	Intent	Formula	Scope	Frequency	
1 OPE %		Refer to Stellantis Master KPI Book			
2 Breakdown Losses (\$)	Measure cost of breakdown losses (causal + resultant). Used with CD C-Matrix for Machine Classification	$\sum \text{Breakdown Causal Loss} + \sum \text{Resultant losses from Breakdowns}$	Note: Refer to CD Standards for specific algorithm	M	
3 MRO (\$/Unit)	Measure efficiency of the maintenance system	$\frac{\sum (\text{Spare costs}) + \sum (\text{Labor costs}) + \sum (\text{Purchased Services})}{\text{Volume}}$	Includes all costs associated with the Maintenance activities, Labor Salary and Hourly, spare parts and materials, and external services.	M, Q, Y	
4 Indirect Material Inventory Value (\$)	Measures the amount of stock carried by the plant	Total inventory cost (\$)	Book value of all the indirect material stored in the material cribs (includes main and satellite cribs)	M, Y	
5 MTTR(min)	Measures average time to repair	$\frac{\sum (\text{downtime})}{\text{Number of breakdowns}}$	Includes all breakdowns identified by the monitoring system (i.e. FIS). Calculated at machine level.	D, W, M	
6 Breakdown Occurrences (occ.)	Measures number of occurrences of breakdowns at the equipment	Number of breakdowns	Includes all breakdowns identified by the monitoring system (i.e. FIS)	D, W, M	
7 Breakdown downtime (min)	Measures the length of time machine was down during an unplanned event	$\sum (\text{Breakdown Downtime})$	Includes the time for all breakdowns identified by the monitoring system (i.e. FIS)	D, W, M	
8 MTBF (h)	Measures average run time in between breakdown events	$\frac{(\text{run time} - \sum (\text{downtime}))}{\text{Number of breakdowns}}$	Includes all breakdowns identified by the monitoring system (i.e. FIS). Calculated at the machine level. KPI is cumulative from the completion of Maintenance Phase 1	M	
9 Losses after planned work (min)	Evaluates the effectiveness of shutdown maintenance through the measurement of downtime after planned work is performed.	minutes of downtime	Losses directly related to the planned activities performed. Measured during initial hours of the first shift after execution.	W, M	
10 Number of Quality defects (Machine related)	Measures the number of defects generated by the machine in a given period of time	Number of defects	Accounts for all machine related defects on all machines within a unit. Needs to be stratified by the different defect modes.	D, W, M	

11/24/2021 SPW Book

15

*Figura 4 (in tabella sono riportati alcuni indicatori con relative formule di riferimento per calcolarli, scopo, e frequenza di aggiornamento)*

- Sviluppare le capacità nei dipendenti di manutenzione e produzione ad applicare metodi e strumenti.

### **Energy:**

- Gestire e controllare le prestazioni energetiche complessive tramite scelte che siano ottimali per gli stabilimenti.
- Diventare punti di riferimento per i livelli di prestazioni, consumi e costi energetici specifici.
- Garantire piani operativi a zero emissioni di carbonio e riduzioni di energia per il futuro

### **Logistics:**

- Fornire un flusso efficiente, allineando le variabili di produzione riducendo l'inventariato garantendo il giusto materiale, al momento giusto, nel posto giusto, al giusto costo.
- Ridurre continuamente i tempi di consegna utilizzando il minore numero di risorse dell'azienda (ad esempio scorte, monodopera, attrezzature) senza influire sul livello del servizio e sul costo totale.

### **People Development:**

- Sviluppo e valorizzazione delle conoscenze e delle competenze.
- Motivare e coinvolgere tutti i dipendenti.
- Creare un ambiente in cui le persone siano incoraggiate ad apprendere, crescere e usare tutto il loro potenziale.

## **Launches:**

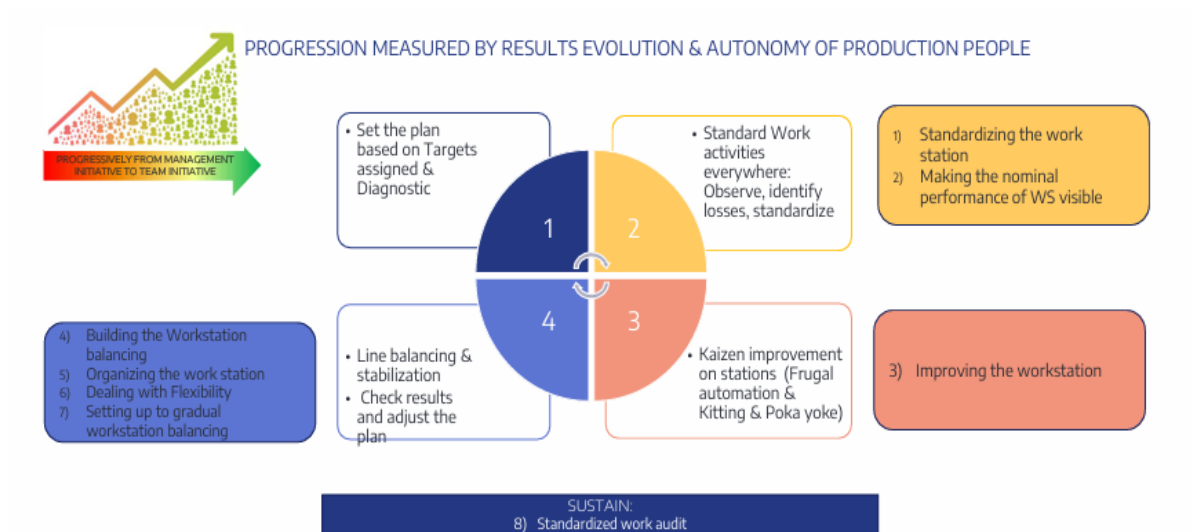
- Definire e guidare, insieme alla parte produttiva e gli altri partners, l'organizzazione e la metodologia per introduzione dei nuovi prodotti nel plant.
- Garantire che i prodotti siano facili e sicuri da produrre
- Ottimizzazione della qualità in ogni fase del processo di produzione
- Ridurre al minimo gli investimenti e progettare apparecchiature sicure, affidabili, facili da usare e durature.

### **1.3 Workplace organization**

Premettendo che Stellantis ha dei target produttivi molto grandi, circa 200mila motori annui, la programmazione del lavoro ha dei ritmi serrati con poco margine di errore. L'efficienza delle singole work station, quindi, è l'elemento fondamentale intorno al quale gira la realtà produttiva dello stabilimento. Un rallentamento su una di queste può avere ricadute sull'intera linea di lavorazione.

Le postazioni di lavoro si contraddistinguono da vari elementi come, ad esempio, la tipologia di prodotto che lavorano, la presenza o no di attrezzature specifiche, la cadenza di lavoro ecc. Trovare quindi un bilanciamento ottimale per ognuna di esse, in virtù delle loro differenze, sarebbe troppo oneroso ed ostico.

Questo dominio sopperisce all'esigenza implementando un metodo composto da quattro step, che si ripetono in loop in modo ciclico. *figura 5.*



*Figura 5*

Ognuno, tranne il primo, ha dei fundamentals che descrivono quale o quali sono gli obbiettivi da raggiungere.

Periodicamente si indicano riunioni proprio per analizzare l'andamento di varie aree dello stabilimento e valutare, se ci sono, miglorie da poter apportare.

*Figura 6*

	KAI Name	Intent	Formula	Scope	Frequency
1	DVx	To validate quality @WS	Stellantis KPI book	Q@WS	Daily
2	% effective WS grid or 25 SSF (25 Simple Station Features) scoring	To validate WS when new SWK or Quality at WS activities	% of OK items /20 items in the Grid	Work station	Punctual
3	% activity (VA/TCT) + % unbalancing	Productivity direct Manpower	Average % VA on Target Cycle Time	Balancing efficiency	Monthly
4	% Stable work station	Productivity & Quality	Nb stable WS/ Total WS	Balancing efficiency	Punctual
5	Andon stops	Reduce Minor stoppages - WO	N°Andon stops	Eliminate minor stoppages	Punctual
6	Headcounts (productivity) saving forecast/done	annual planning follow up per GA shop	Bar chart	# of people	Monthly
7	# of SWK Improvement on WS	Nb of SWK activities realized each month in each plant			Punctual
8	% SV/TL autonomous in improving WS	level of SWK or WO knowledge and practice			Punctual

*Figura 6 (anche in queste tabella sono riportati gli indicatori usati per la verifica dell'efficienza delle postazioni)*

Una volta scelta l'area di interesse si inizia con il primo step, ovvero un'analisi approfondita della situazione dello stato attuale e si stila una tabella per la riduzione.

Nel secondo step attraverso workshop quotidiani, successivi alle modifiche apportate, vengono raccolti i feedback degli operatori e si valuta l'efficienza dei vari turni per creare un benchmark di riferimento. Si indaga su possibili perdite per identificare ulteriori margini di miglioramento, e se non ci sono, si settano i nuovi standard in accordo con tutti.

Il terzo step consiste in un monitoraggio periodico delle nuove attività e l'eliminazione di MURI, MURA, MUDA per incrementare la qualità del

lavoro. Si attaccano problemi riconosciuti come difetti, attività difficili da svolgere o anomale, si presta anche molta attenzione all'ergonomia dei movimenti dell'operatore (fondamentale quando si parla di movimentazione ripetuta di materiale sopra certi pesi).

Nel quarto ed ultimo step, dopo l'applicazione del 2° e 3°, c'è l'assegnazione definitiva di tutte le operazioni presso le postazioni, definendo così il nuovo layout a cui da qual momento in poi si farà riferimento.

## CAPITOLO 2: COMPOSIZIONE DEL PLANT

### 2.1 I suoi prodotti

Nato nel 1972 lo stabilimento Stellantis di Termoli è uno dei pochi impianti al mondo a produrre sia motori che trasmissioni (cambi). Lo stabilimento si estende su una superficie di 1.3 milioni di cui 180 mila coperti, suddivisi in tre capannoni principali.

Tra il primo e secondo capannone chiamati rispettivamente Termoli 1 e Termoli 2, si svolgono tutte le attività di lavorazione e produzione per:

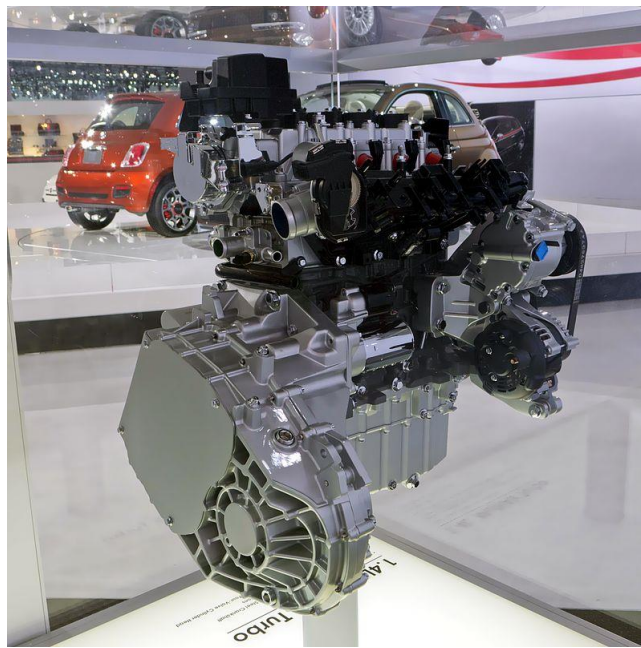
- Cambio M40: montati sulla gamma dei veicoli commerciali del marchio FIAT (scudo, ducato, doblò) *Figura 7*
- Cambio C520 *Figura 8*
- FIRE 8 e 16 valvole: montati su fiat panda, 500, qubo e lancia Y *Figura 9*



*Figura 7*



*Figura 8*



*Figura 9*

Il terzo capannone, intuitivamente chiamato Termoli 3, è il più recente ed ospita il vero cuore produttivo del plant. Al suo interno si trovano le linee di lavorazione e di montaggio dei nuovi motori del gruppo dopo la fusione e sono:

GSE 1000 e 1500 benzina: sostitutivo del vecchio FIRE monta sulle utilitarie, panda, 500, TIPO, alcuni modelli di jeep compass, tonale e renegade. *Figura 10-11*

T4: montanti su Alfa giulia e Stelvio, jeep Compass, grand cherokee, Wrangler e D-SUV Liverty, Maserati Grecale, Levante e ghibli e RAM C. *Figura 11*

V6: con una potenza che può variare dai 200 ai 280 cavalli è il motore con maggiori del plant, monta su alcuni modelli dell' Alfa Stelvio e sulla Giulia, alcuni modelli della Maserati Grecale e Maserati 308 GT *Figura 13*



*Figura 10 (GSE 1000cc)*



*Figura 11 (GSE 1500cc)*



*Figura 12(GME T4)*



*Figura 13 (V6 TURBO DIESEL)*

## 2.2 Asservimento del materiale

Essendo questa tipologia di prodotti, molto complessa da un punto di vista ingegneristico, la mole di materiale necessaria per la loro realizzazione è molto grande, nell'ordine delle migliaia di pezzi. Quindi il compito della logistica, in questo caso, è quello di far arrivare tutte le componenti necessarie nel posto giusto al momento giusto, requisiti fondamentali per non interrompere il flusso della catena di produzione.

Per prima bisogna fare una distinzione tra il materiale che è di supporto al montaggio, come ad esempio: viti, fascette, bulloni, colle, ecc. e le singole componenti del motore come testate, basamenti, tubi, scambiatore di calore ecc.

La logistica, conoscendo quale o quali elementi vengono assemblati su ogni postazione, prepara a bordo linea dei bancali contenenti tutto il materiale necessario per il montaggio di questi. Ogni operatore è responsabile per il refill delle vaschette presenti sulla sua postazione, che viene fatta con una cadenza periodica relativa alla quantità utilizzata.

Le varie componenti, invece, possono arrivare sulla linea in due modi:

- Attraverso l'uso di rulli motorizzati sulla postazione
- Trasportati a bordo linea da operatori con l'ausilio di muletti

La scelta di un metodo rispetto l'altro dipende da tre caratteristiche: l'ingombro, il peso e la complessità di montaggio.

Nel primo caso se l'ingombro del pezzo da montare non permette il trasporto su rullo, questo viene portato su dei pallet in corrispondenza della postazione di riferimento a bordo linea. Sarà poi l'operaio a estrarlo dalla sua confezione

e montarlo. Per quanto riguarda le componenti con un peso eccessivo, per ragioni di salute e sicurezza, il loro montaggio è lasciato ai robot.

Quando invece un componente presenta più elementi che lo compongono, si fa utilizzo di vaschette in polistirolo detti KIT *Figura 14 e 15*. Questi ultimi sono preparati da operatori del reparto logistico nei magazzini di stoccaggio, e poi sono trasportati tramite rulli direttamente su postazione. I KIT facilitano gli operatori perché eliminano i singoli tempi di picking e abbattano notevolmente il tempo totale di assemblaggio.



*Figura 14*



*Figura 15*

## CAPITOLO 3: RIDUZIONE DEI COSTI DI PRODUZIONE

### **3.1 Workshop e obiettivi**

Come già accennato nel primo capitolo, periodicamente si indicano dei workshop che coinvolgono tutti i reparti di supporto alla produzione. Questi hanno lo scopo di produrre delle idee di miglioramento dopo un'analisi approfondita dell'andamento delle varie linee presenti. Successivamente fare una selezione di queste idee, redigere un piano operativo ed attuarlo.

Durante il periodo di permanenza in azienda ho partecipato con l'ufficio "Analisi del lavoro" a uno di questi, nel quale il tema principale era quello di abbassare i costi di produzione dei motori lavorando sulla manodopera (manpower).

Per iniziare abbiamo formato due gruppi di lavoro che si dividevano tra la linea del motore GSE e del motore GME, coinvolgendo al loro interno tecnici di diversi reparti e tecnici esterni allo stabilimento. Il team con cui ho lavorato si è occupato del GSE.

Il primo step è stato quello di darci un lasso di tempo di tre giorni per far "conoscere" la linea a tutti i componenti del gruppo tramite un'analisi che consisteva nel verificare quante e quali fossero le attività svolte su ogni postazione.

la conoscenza di una linea è molto importante quando ci si interfaccia con una realtà produttiva di grandi dimensioni. Gli aspetti che concorrono per il suo funzionamento sono molti, dunque, vanno necessariamente studiati così da comprendere a un livello più profondo il suo andamento.

In seguito, nel secondo step, è stata stilata una lista di potenziali migliorie da apportare o criticità da risolvere. Queste sono state raccolte e divise per ambiti di appartenenza, anche perché erano presenti più soluzioni ma di natura differente.

Questi erano:

- Soluzioni logistiche: riposizionamento della materia prima per facilitare il picking dell'operatore.
- Soluzioni tecniche: dare in dotazione utensili più performanti per abbassare in tempi di montaggio.
- Soluzioni legate al layout: redistribuzione del lavoro e implementazione cobot. *Figura 16*



*Figura 16*

Una volta suddivise, se ne valutava l'attualizzazione in termini di costi e tempi, le migliori venivano selezionate ed approvate.

Nel terzo ed ultimo step bisognava redigere un crono programma di tutte le attività da svolgere a livello operativo nel dettaglio.

### 3.2 Progetto di ribilanciamento della linea

Per la gestione della programmazione del lavoro sulle linee di produzione, Stellantis ha a disposizione il software TiCon: un software di simulazione del lavoro specifico per la gestione degli Engineered Labour Standards (ELS), certificata dall'International MTM Directorate. L'utilizzo di questo programma è indicato per la gestione del bilanciamento linee, per gli abbinamenti uomo-macchina e per la valutazione del carico biomeccanico.

Ad esempio, l'implementazione di una singola postazione corrisponde, sul software, all'immissione di codici di riferimento ai quali sono assegnate le varie attività di montaggio. Le attività sono classificate in tabelle *figura 17-18-19a19b* secondo dei criteri che sono:

- Il peso dell'oggetto da maneggiare
- La lunghezza dei movimenti svolti
- La tipologia di presa sull'oggetto
- Lo spazio disponibile per operare

Piazzare		Codice	1	2	3
			TMU		
	circa	<b>PA</b>	10	20	25
	libero	<b>PB</b>	20	30	35
	stretto	<b>PC</b>	30	40	45

*Figura 17( in questo caso la tabella fa riferimento alle attività di piazzamento)*

Prendere e Piazzare			Codice	1	2	3
				TMU		
≤ 1 kg	facile	circa	<b>AA</b>	20	35	50
		libero	<b>AB</b>	30	45	60
		stretto	<b>AC</b>	40	55	70
	difficile	circa	<b>AD</b>	20	45	60
		libero	<b>AE</b>	30	55	70
		stretto	<b>AF</b>	40	65	80
manciata	circa	<b>AG</b>	40	65	80	
> 1 kg a ≤ 8 kg	circa	<b>AH</b>	25	45	55	
	libero	<b>AJ</b>	40	65	75	
	stretto	<b>AK</b>	50	75	85	
> 8 kg a ≤ 22 kg	circa	<b>AL</b>	80	105	115	
	libero	<b>AM</b>	95	120	130	
	stretto	<b>AN</b>	120	145	160	

Figura 18 (come si vede in figura sulla sinistra sono riportate le indicazioni sul peso il tipo presa e la libertà di movimento)

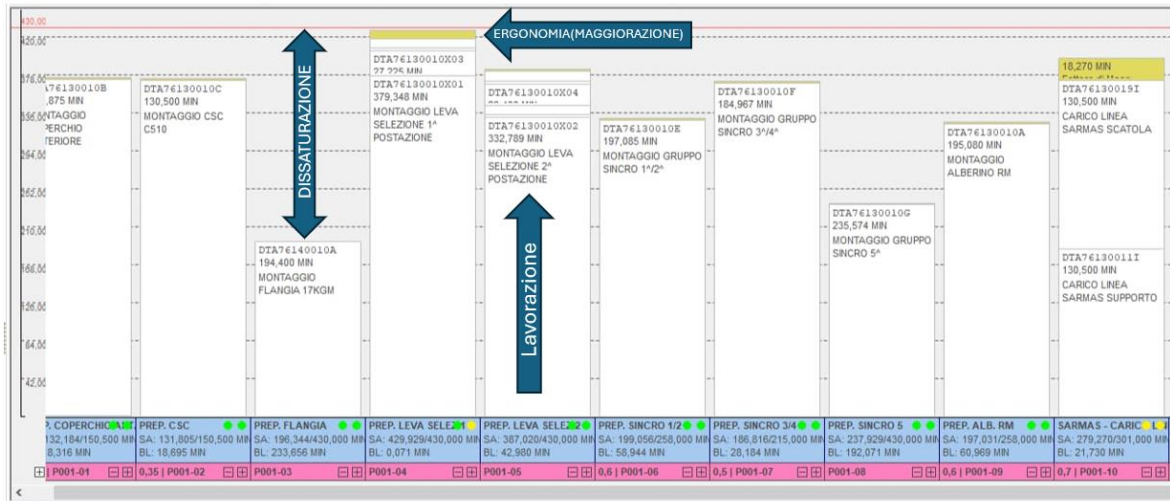
Movimenti del Corpo	Codice	TMU
camminare/ m	<b>KA</b>	25
piegarsi, abbassarsi, inginocchiarsi (incl. rialzarsi)	<b>KB</b>	60
sedersi e rialzarsi	<b>KC</b>	110

Figura 19a

lunghezza del movimento cm	≤ 20	> 20 to ≤ 50	> 50 to ≤ 80
settore di distanza	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>

Figura 19b (per tmu si intende la lunghezza del movimento)

Quindi sul software la postazione sarà caratterizzata dalla somma di più codici che compongono le lavorazioni. Ogni lavorazione viene messa in ordine di montaggio, delle attività da svolgere su di essa. *Figura 20*



*Figura 20*

Come si vede in *Figura 20* l'insieme di più postazioni posso comporre il tratto o l'intera l'linea che si vuole prendere in esame. Al suo interno si possono leggere tre valori fondamentali per la gestione del lavoro:

- La dissaturazione: ovvero il tempo di attesa che l'operatore deve aspettare prima di ripetere le operazioni
- L'ergonomia: consiste in un una maggiorazione di tempo che il software da all'operatore calcolata in base alla gravosità delle operazioni deve compiere
- Le lavorazioni assegnate alla postazione

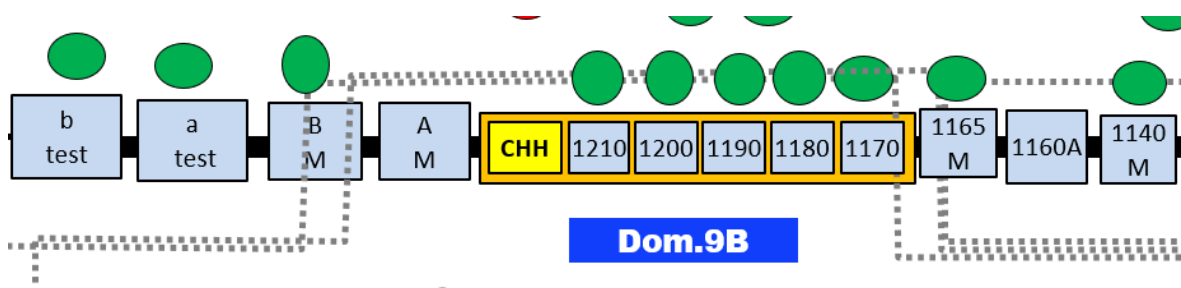
Ogni linea presente nello stabilimento ha già un layout di riferimento in TiCon. Il nostro lavoro è stato quello di applicare le modifiche approvate durante il workshop al layout del motore GSE. Successivamente abbiamo confrontato i due modelli per avere una stima del saving fatto della manodopera.

### 3.3 Risultati e discussione

Durante il mio periodo di permanenza nello stabilimento ho potuto supervisionare solo una parte dell'attuazione del progetto di ribilanciamento. Nello specifico questo riguarda un tratto di linea chiamato CHH *Figura 21a*.

La particolarità di questo tratto è che gli operai lavorano sul motore mentre questo scorre su dei carrelli senza fermarsi (continuous moving). Se si interrompe il ciclo di lavorazione su una delle postazioni, allora si bloccheranno anche le lavorazioni delle postazioni (all'interno dello stesso tratto) che la precedono.

Il vantaggio del continuous moving è di poter azzerare i tempi di trasporto persi da una postazione alla successiva. Lo svantaggio è una cumulazione del lead time sui motori presenti sul tratto in caso di interruzione del flusso.



*Figura 21a*

I punti colorati in verde della *Figura 21a* rappresentano un lavoratore generico assegnato alla sua OP (postazione di lavoro).

Il ribilanciamento sul tratto CHH nello specifico prevede la soppressione della postazione 1190, e la sostituzione di un operatore con un cobot sulla 1210.

Op	CHH PRE
Op 1170	Lettura data
	Prelievo montaggio tubo con imbocco si fuel rail e sulla pompa
	Chiusura dadi de tubo rigido
	Lettura dara matrix tubo
	Rimozione tappi e fissaggio solo estremità rotazione 90
Op 1180	Prelievo WCAf mediante
	Montaggio su motore del WCAf , previa lettura del data matrix e oleatura Chiusura con avvitatura le 2 viti della staffa
Op 1190	Lettura del wcaf
	Attesa fascette chiusura fascette
Op 1200	Prelievo da contenitore, rimozione tappo
	Posizionamento valvola motore mediante imboco 2 dadi Avvitatura mediante avvitatore dei due dadi
Op 1210	fissaggio WCAf (con attrezzo)
	Chiusura due b-viti del WCAf e vite inferiore

*Figura 22a (rappresenta lo stato delle lavorazioni sulle OP prima dell'apporto delle modifiche)*

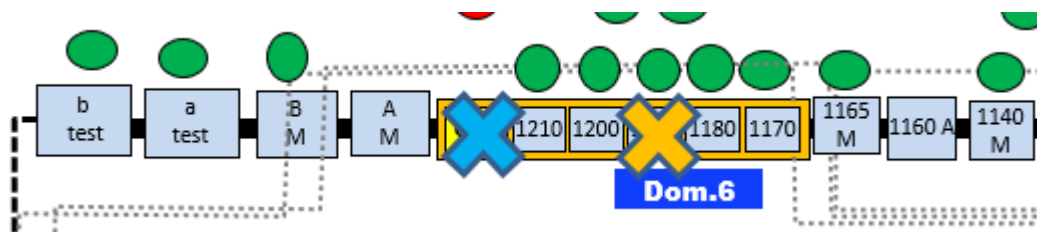
La scelta di chiudere la 1190 è stata presa perché tra le cinque presenti sul tratto è quella con il numero di attività più basso e dissaturazione maggiore. Le lavorazioni di lettura, attesa e chiusura sono state assegnate a postazioni che precedono il tratto CHH.

Le operazioni di montaggio su motore del wcaf, avvitatura e chiusura b-viti sono state assegnate al cobot installato sulla 1210, mentre le operazioni di fissaggio e chiusura vite inferiore sono state spostate sulla 1200. *Figura22b*

CHH POST	
	Letura data
Op 1170	Prelievo montaggio tubo con imbocco si fuel rail e sulla pompa
	Chiusura dadi de tubo rigido
	Lettura data matrix tubo
	Rimozione tappi e fissaggio solo estremità
Op 1180	Prelievo WCAf
	Montaggio su motore del WCAf , previa lettura del data matrix e oleatura
	Chiusura con avvitatura le 2 viti della staffa
Op 1200	Prelievo da contenitore, rimozione tappo
	Posizionamento valvola motore mediante imboco 2 dadi
	Avvitatura mediante avvitatore dei due dadi
	i fissaggio WCAf (con attrezzo)
1210	Chiusura vite inferiore del WCAf
	Chiusura due b-viti del WCAf

*Figura 22b (in rosso ci sono le operazioni assegnate al cobot, in blu quelle riallocate sulla 1200)*

In conclusione, il tratto di linea preso in esame svolgerà le stesse lavorazioni passando però da un numero di 5 operatori necessari a 3 operatori e l'aggiunta di un cobot. *Figura 21b*



*Figura 21b (la croce blu si rappresenta la sostituzione dell'operatore con il cobot, la croce in arancione la postazione che è stata chiusa)*

## CONCLUSIONI

L'obiettivo di questa tesi si concentra sullo studio di metodologie per la progettazione, dimensionamento e gestione delle linee di produzione, con l'obiettivo di minimizzare errori, guasti e rilavorazioni, migliorando così l'efficienza complessiva dei processi e riducendo i costi.

Grazie all'utilizzo del metodo strategico S.P.W. e all'ausilio di software per la simulazione del lavoro (TiCon) è stato possibile valutare le azioni da intraprendere per la diminuzione dell'incidenza della manodopera sul montaggio del motore GSE.

Dal lavoro svolto dai tecnici del mio ufficio di riferimento e dai tecnici esterni allo stabilimento, ho appreso quali sono gli aspetti fondamentali nell'analisi di un ciclo produttivo:

- Valutazione ergonomica e logistica delle lavorazioni svolte dall'operaio
- Valutazione dell'attrezzatura in dotazione per facilitare le attività di montaggio
- Rilievo cronometrico di una postazione di lavoro
- Valutazione della qualità del rilievo tramite comparazione con software di simulazione
- Valutazione della qualità del lavoro svolto dall'operaio considerando il fattore umano
- Gestione dei tempi di dissaturazione della linea
- Ri-assegnazione delle attività sulle Work Station (OP)
- Valutazione dell'inserimento di cobot in supporto alle lavorazioni più onerose

Studiare da vicino un ciclo produttivo, partecipando attivamente, al fianco di professionisti del settore, alla creazione di un layout per il ribilanciamento di una linea di grandi dimensioni è stato molto stimolante.

Il progetto mi ha dato la possibilità di approfondire delle tematiche che ho incontrato durante il mio percorso di studi, ed è stata una soddisfazione vederne i risultati ottenuti dalla sua applicazione.

Sono grato del supporto e la fiducia ottenuta dai miei, anche se per poco, collaboratori e all'esperienza che mi hanno trasmesso.