

POLITECNICO DI TORINO

Corso di Laurea in Ingegneria Gestionale



**Politecnico
di Torino**

Tesi di Laurea Magistrale

Implementazione della procedura del Continuous Risk Reduction: Il caso Olsa S.p.A.

Relatore accademico:
Prof. Maurizio Galetto

Candidato:
Valeria Talamo

Relatore aziendale:
Ing. Paolo Pagano

Anno Accademico 2021/2022

*Ai miei genitori,
per aver creduto in me
prima che riuscissi a farlo io stessa.*

INDICE

INTRODUZIONE	4
CAPITOLO 1: L'azienda	5
1.1 Storia dell'azienda	5
1.2 I prodotti	6
1.3 Il processo produttivo	9
CAPITOLO 2: Tecnica FMEA (Failure mode and effects analysis)	13
2.1 Introduzione	13
2.2 Definizioni	15
2.3 Punti di debolezza	25
2.4 Metodi alternativi alla FMEA classica	26
CAPITOLO 3: Applicazione della FMEA al Maserati M182.....	28
3.1 Introduzione del lavoro svolto	28
3.2 Realizzazione del foglio di lavoro	28
3.3 Progetto pilota: Maserati 182.....	31
3.4 FMEA	39
CAPITOLO 4: La procedura del Continuous Risk Reduction (CRR)	53
4.1 Il WCM e il Mafact.....	53
4.2 La procedura del Continuous Risk Reduction (CRR)	59
4.3 Realizzazione del CRR report.....	62
4.4 Implementazione della procedura nel plant	64
CONCLUSIONI E PROBLEMI RISCONTRATI	75
BIBLIOGRAFIA E SITOGRAFIA.....	77
RINGRAZIAMENTI	78

INTRODUZIONE

Il presente lavoro di tesi, frutto di un periodo di tirocinio presso Olsa S.p.A. (Magna International), tratta di argomenti che si collocano nell'ottica del miglioramento continuo.

Magna International è una grande multinazionale che nel 2018 ha inglobato l'azienda Olsa S.p.A., di conseguenza nasce l'esigenza per Olsa di acquisire tutti metodi e le procedure sviluppate da Magna.

Il mio compito durante il periodo di stage è stato quello di implementare all'interno del plant di Moncalieri una nuova procedura che permettesse di migliorare la qualità dei prodotti e intervenire sui problemi produttivi. Tale procedura prende il nome di: "Continuous Risk Reduction" ed è il punto di arrivo di una dettagliata analisi della FMEA.

Nel seguente lavoro verrà analizzata la metodologia FMEA, dopodiché tale metodologia verrà applicata al Maserati M182 e successivamente si passerà alla descrizione e implementazione della procedura del CRR. In sintesi, tale procedura consiste nel selezionare 5 rischi per quadrimestre che possono essere derivanti dalla FMEA o claim cliente, e implementare per queste 5 failure una possibile azione di mitigazione al fine di migliorare sempre di più la qualità del prodotto/ processo e ridurre gli scarti.

CAPITOLO 1: L'azienda

1.1 Storia dell'azienda

L'azienda Olsa S.p.A. nasce nel 1947 come un'azienda a conduzione familiare incentrata sulla produzione di pezzi metallici per il mercato dell'automotive.

Crescendo poi l'azienda ha iniziato a fornire le diverse case automobilistiche di sistemi d'illuminazione per macchine agricole, ma si può dire che sia stata poi l'introduzione dello stampaggio plastico negli anni '60 a garantire una vera e propria rivoluzione sui prodotti. Infatti, da questo momento in poi l'azienda diventa prima fornitrice di fanali posteriori per le case automobilistiche nazionali per poi nel 1976 arrivare a raggiungere anche il mercato mondiale.

Gli anni '90 diventano poi cruciali grazie agli elevati sviluppi economici di quegli anni. In questi anni l'azienda triplica i propri fatturati e questo porta a una riorganizzazione aziendale in termini di prodotto e processo: Olsa si specializza pertanto nella produzione di fanali posteriori, piccola fanaleria e luci interne.

Nel 2016 l'azienda è presente su quasi tutto il territorio mondiale con un fatturato di quasi 300 milioni l'anno.

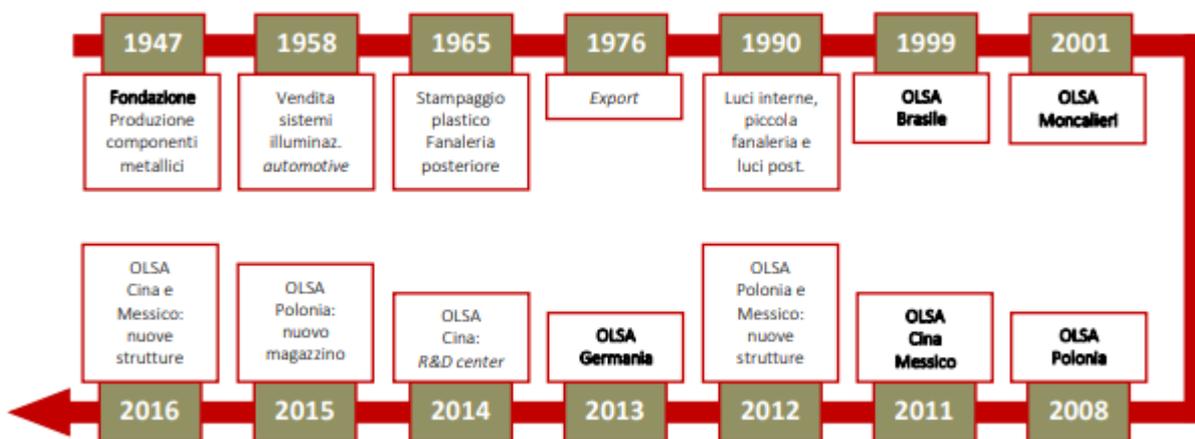


Figura 1 - Storia Olsa

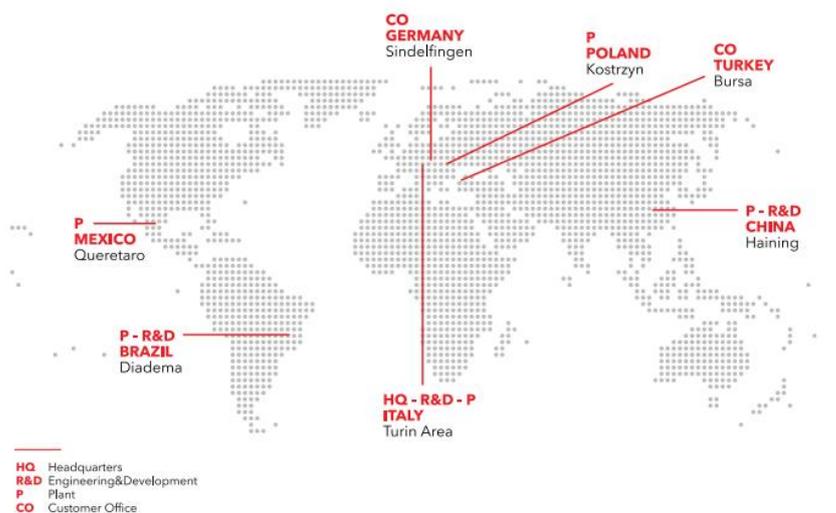


Figura 2 - Sedi Olsa

In particolare per quanto riguarda l'Italia abbiamo tre stabilimenti:

- Stabilimento di Rivoli (tutt'ora sede principale italiana). Qui vengono progettati e sviluppati tutti i componenti che verranno in seguito commercializzati e venduti alle più grandi industrie automotive del mondo. La fase di progettazione è seguita da una serie di test di validazione, grazie all'utilizzo di prototipi che vengono testati all'interno dei diversi laboratori presenti nella sede centrale.
- Stabilimento di Moncalieri che si occupa della produzione di fanali, plafoniere e piccola fanaleria.
- Stabilimento di Santena che si occupa della parte lighting

A partire da novembre 2018 Olsa S.p.A. è stata acquisita dal gruppo Magna international con sede in Ontario, Canada.

Magna International è un leader globale nello sviluppo e produzione di componenti automobilistici e sistemi di illuminazione di alta qualità.

Questa fusione, ovviamente, ha portato la società Olsa a intensificare il proprio mercato e la produzione su scala mondiale.

1.2 I prodotti

Come già detto nel capitolo precedente, a partire dagli anni '90 l'azienda incentra la propria produzione su fanali posteriori, plafoniere, piccola fanaleria (catadiottri, fendinebbia..), e luci interne.

Nella seguente figura possiamo vedere alcuni dei tanti prodotti che vengono realizzati da Olsa.

- PLAFONIERE



Figura 3 - Prodotti Olsa: Plafoniere Fiat e Iveco

- FANALI



Figura 4 - Prodotti Olsa: Fanale T1 Maserati Grecale e fanale T2 BMW X2

- PICCOLA FANALERIA (CATADIOTTRI)



Figura 5- Prodotto Olsa: T4 e T3 Porsche Macan

- SMALL LIGHTING



Figura 6 - Prodotti Olsa: Ambient light Volkswagen e Luce ingombro Iveco

Nonostante l'azienda sia attiva sul mercato come fornitore di molti componenti per auto, il suo prodotto chiave è rappresentato dal fanale posteriore. Il fanale posteriore ormai rappresenta uno degli elementi più importanti di un'auto, infatti è anche l'unico componente a non essere standard, ma viene personalizzato da ogni casa automobilistica.

OLSA lavora in stretta collaborazione con i clienti con lo scopo di creare sempre dei fanali posteriori che seguano i desideri degli ingegneri progettisti, rispettando le norme ed i requisiti.

In questi ultimi anni il trend è di avere fanali posteriori equipaggiati con LED, anche se vengono ancora prodotti i convenzionali fanali con lampada a bulbo, oltre che tecnologie miste di applicazione LED-lampada a bulbo, a seconda della richiesta del cliente.

Da un punto di vista strutturale, il fanale è anche molto complesso, per cui, per poter essere conforme ai requisiti imposti per legge e per soddisfare il cliente finale richiede un'attenzione elevata sia nella progettazione sia nel processo produttivo. Infatti, proprio per questo la maggior parte del personale che lavora all'interno del plant è impiegato in questo senso.

Contestualmente alla produzione di fanali posteriori, Olsa produce anche luci interne. Le plafoniere realizzate variano molto in funzione del tipo di cliente da servire e possono presentare illuminazioni a LED dei simboli grafici, microfoni e sistemi Bluetooth o sistemi di SOS.

Vengono anche progettati e prodotti una vastissima gamma di piccola fanaleria, generalmente detta *small lighting*, che viene montata su diversi modelli di vari clienti.

Inoltre, l'azienda è "**customer oriented**", cioè ha attenzione costante verso il cliente. Infatti il reparto della qualità è presente in tutte le fasi del ciclo produttivo, dalla fase di avviamento prodotto alla fase di assistenza post-vendita. Questa grande attenzione al cliente ha spinto l'azienda verso l'ottica del miglioramento continuo e l'ha portata nel corso degli anni a stringere accordi con le più grandi case automobilistiche al mondo.

Nella seguente figura vediamo alcune delle più grandi case automobilistiche che collaborano con Olsa.



Figura 7 - Customer portfolio

1.3 Il processo produttivo

Come già detto, in Italia abbiamo tre stabilimenti diversi, di cui solo quello di Moncalieri si occupa di produzione.

Per cui, il prodotto viene prima progettato nello stabilimento di Rivoli e dopo aver effettuato una serie di test di validazione sul prototipo, come la fotometria, l'impermeabilità, lo shock termico, viene inviato alla sede produttiva (Moncalieri).

Il plant di Moncalieri è suddiviso in reparti. In ognuno di essi abbiamo le macchine che sono riunite in base alla funzione ed operazione. In particolar modo possiamo distinguere i seguenti reparti:

- Stampaggio (Moulding department)
- Metallizzazione (Metallization department)
- Assemblaggio (Assembly lines)

A questi reparti si aggiungono Magazzino delle Materie Prime e dei Prodotti finiti ed il reparto attrezzatura.

Il processo produttivo inizia nel magazzino delle materie prime, il quale è situato fuori dal reparto. Le materie prime sono costituite da polimeri che vengono acquistati sottoforma di granuli.

Tutte le macchine del plant sono alimentate dal materiale plastico che viene inviato dal magazzino materie prime. I granuli vengono fatti scorrere attraverso dei tubi flessibili in PVC che si trovano ancorati alle travi dello stabilimento.

Una volta ricevuto il materiale esso deve essere deumidificato per prepararlo allo stampaggio. La deumidificazione consiste nel far incontrare il materiale plastico in controcorrente con aria calda, in quanto questa ha la capacità di trattenere l'umidità, e tanto maggiore sarà la temperatura, tanto maggiore sarà il volume di umidità asportato.

Il materiale a questo punto passa alla tramoggia della pressa, la quale lo preparerà a entrare nella vite di plastificazione ed essere fuso e poi compresso nello stampo.

Chiaramente, in base al componente che bisogna realizzare cambierà il materiale:

- PMMA per le lenti (è un materiale amorfo)
- PC-ABS per i fanali (è un polimero non omogeneo)

Al termine dello stampaggio, il pezzo viene estratto dallo stampo e poggia su un nastro trasportatore dal robot, munito di mano di presa a ventose, e da qui può intraprendere due possibili vie:

- Se il componente deve essere soggetto a metallizzazione viene direttamente trasportato a flusso teso dal nastro nel reparto di metallizzazione
- Se non deve essere metallizzato il nastro lo consegnerà all'operatore, il quale è incaricato di eseguirne il controllo estetico (se previsto) e di riporlo negli opportuni imballi, che saranno trasportati e stoccati in magazzino, pronti per essere assemblati in un secondo momento o direttamente spediti al compratore.

In genere i componenti che sono sottoposti a metallizzazione sono i fanali posteriori e i riflettori. La metallizzazione permette di rivestire il componente con un sottilissimo film di alluminio (circa qualche micron) in condizioni di vuoto.

La metallizzazione è un passaggio fondamentale nel sistema di produzione Olsa; questo ha un enorme impatto sull'estetica dei componenti, in particolar modo per la grossa fanaleria. Lo stabilimento è dotato di moderne e sicure camere di metallizzazione, le quali sono installate in camere in sovrappressione per evitare l'ingresso di polvere.

I componenti che devono essere metallizzati (che possono essere o componenti derivanti dallo stampaggio o direttamente dal magazzino) vengono fissati su delle bilancelle grazie ai nastri trasportatori. Le bilancelle sono poi installate all'interno di una giostra rotante contenuta nella camera di metallizzazione a cui sono applicate condizione di alto e basso vuoto. Dopodiché abbiamo il processo di solubilizzazione dell'alluminio che, per gravità, si deposita sui vari componenti che ruotano all'interno della camera.

Infine abbiamo l'assemblaggio, il quale è organizzato con diversi livelli di automazione in funzione della tipologia di prodotto e dei volumi da realizzare. In particolare, ci sono macchine di assemblaggio completamente automatiche che testano diverse funzionalità e la tenuta della saldatura; queste vengono usate per componenti che presentano pochi volumi come per esempio lo small lighting.

Per i componenti più importanti e che presentano grossi volumi (per esempio i fanali), l'assemblaggio viene fatto in maniera automatica dalle macchine e poi abbiamo un ulteriore controllo di end of line a cura dell'operatore.

Una volta terminato il processo produttivo, il componente viene spedito nel magazzino prodotti finiti.



Figura 8 - Moulding department



Figura 9 - Metallization department



Figura 11 - Da sinistra Assembly lines, postazione manodopera, macchina a elevata automazione



Figura 10 - Da sinistra Magazzino materie prime, Magazzino prodotti finiti

CAPITOLO 2: Tecnica FMEA (Failure mode and effects analysis)

2.1 Introduzione

Inizialmente, l'identificazione dei potenziali difetti/guasti su un prodotto o processo veniva fatta manualmente e senza una metodologia ben precisa. Inoltre, le informazioni sui modi di guasto spesso non erano documentate o incorporate nelle nuove varianti prodotto, portando a numerosi fallimenti nella fase di test e validazione. Questo ha portato a un incremento del time to market e ha generato elevati costi di riprogettazione, o addirittura la sostituzione della garanzia. Per ovviare a questi problemi nasce la metodologia FMEA.

FMEA è l'acronimo di Failure Mode and Effects Analysis e descrive un insieme di attività mirate a:

- ✓ Riconoscere e valutare preventivamente i potenziali difetti/guasti che possono verificarsi su un prodotto o processo.
- ✓ Analizzare le cause e gli effetti di tali guasti
- ✓ Quantificare il rischio attraverso opportuni indici al fine di stabilire una priorità di intervento.
- ✓ Identificare azioni correttive che possono eliminare o ridurre la frequenza di accadimento dei potenziali difetti/guasti.

Esistono diverse tipologie di rischio: tecnici, finanziari, temporali e strategici. La FMEA è utilizzata per analizzare i rischi tecnici e ridurre i guasti in modo da migliorare la sicurezza nei prodotti e nei processi.

L'obiettivo della FMEA è identificare le funzioni di un prodotto o le fasi di un processo e le potenziali modalità di guasto associate, effetti e cause. Inoltre, viene utilizzata per valutare se sono sufficienti i controlli di prevenzione e individuazione già previsti, ed eventualmente, raccomanda azioni supplementari.

Con particolare riferimento all'ambito automotive, la FMEA viene usata per:

- Aumentare l'affidabilità, la qualità, la producibilità e la sicurezza dei prodotti automobilistici.
- Ridurre i costi di avviamento

- Aumentare la soddisfazione del cliente in un contesto altamente competitivo
- Ridurre i cambiamenti in fase di sviluppo
- Assicurare prodotti privi di difetti in fase di lancio
- Costruire un documento che possa essere utilizzato come base di conoscenza nell'azienda, ovvero un documento di lezioni imparate

La FMEA è un lavoro che viene svolto da un team inter-funzionale, il quale fin dalle prime fasi della progettazione effettua un'analisi del design del prodotto e/o del processo di produzione al fine di evidenziare le possibili anomalie che potrebbero compromettere il prodotto finito e/o il processo produttivo.

Esistono tre tipologie di applicazione della metodologia FMEA:

1. FMEA di sistema: È un'analisi di alto livello. L'attenzione si concentra sul sistema, ci si chiede cosa può andare storto nel sistema, per effetto dell'interazione dei suoi componenti. Nella FMEA di sistema, l'attenzione si concentra su funzioni e relazioni che sono uniche per il sistema nel suo insieme, cioè non esistono a livelli più bassi.

2. FMEA di progettazione (Design FMEA- DFMEA):

utilizzata per evidenziare e correggere eventuali debolezze di progetto che possono generare guasti, problemi e malfunzionamenti in fase di impiego/applicazione del prodotto (approccio preventivo più utilizzato per prodotti complessi / beni durevoli).

La DFMEA analizza le funzioni di un sistema, sottosistema, o componente e le interfacce tra componenti adiacenti. Ciò consente di identificare possibili punti deboli della progettazione per ridurre al minimo i potenziali rischi di guasto.

La FMEA di progettazione dovrebbe concentrarsi su:

- Disegno del modello, delle forme (stampi), degli strumenti, scelta dei materiali necessari per la produzione
- Limitare, dove possibile le finiture speciali
- Rendere più agevole il montaggio
- Ottimizzare la capacità e le performance del processo
- Dove possibile, disegnare opportuni layout impiantistici per ottimizzare il flusso della produzione e ridurre il Work in Progress.

3. FMEA di processo (Process FMEA- PFMEA)

utilizzata per evidenziare e correggere eventuali debolezze del sistema logistico-produttivo, che possono inficiare la qualità del prodotto (approccio correttivo più

utilizzato per prodotti semplici /di consumo). Lo scopo è quindi quello di analizzare i processi e agire prima dell'inizio della produzione per evitare difetti indesiderati relativi alla produzione e assemblaggio.

La FMEA di processo dovrebbe:

- Identificare le potenziali anomalie, guasti, difetti nei processi
- Individuare i possibili effetti sul cliente
- Identificare i processi di produzione o assemblaggio e le variabili di processo che possono concorrere alla creazione del problema in esame
- Predisporre un controllo più efficace per individuare o ridurre le condizioni che provocano l'anomalia
- Realizzare una lista di potenziali problemi e stabilire una priorità di intervento
- Documentare il risultato del processo di produzione o assemblaggio.

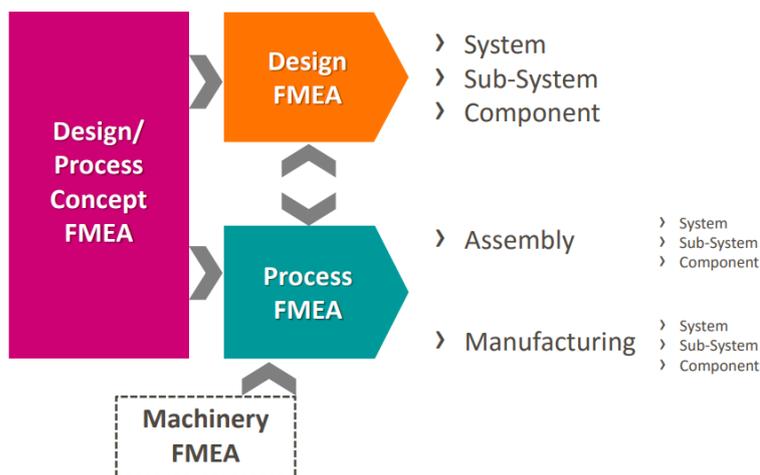


Figura 12 - Tipologie di FMEA

2.2 Definizioni

La metodologia FMEA può essere applicata a tutti i piani di studio di un nuovo prodotto/processo o ai piani di miglioramento di prodotti/processi già esistenti. La metodologia può essere suddivisa nelle seguenti fasi:

1. **Scomposizione** dell'oggetto d'analisi in fasi e sottofasi (nel caso di un processo) e in componenti (nel caso di un prodotto). I principali tool utilizzati per la scomposizione di un processo sono: la workflow analysis, value stream map e il data flow analysis. Nel caso di un prodotto, invece, occorre identificare i singoli componenti; è necessario

utilizzare uno dei seguenti strumenti: QFD (Quality Function Deployment), Alberi di guasto, Analisi del valore, VRP (Variety Reduction Program).¹

2. **Identificazione** delle persone, attrezzature, materiali, informazioni coinvolti.
3. **Identificazione** dei potenziali difetti: tale ricerca può essere fatta valutando i progetti e i prodotti simili già presenti sul mercato. A tale scopo, può essere utile effettuare un'analisi benchmark.
4. **Analisi quantitativa** dei potenziali difetti rilevati (identificazione degli indici di difettosità)
5. **Definire** per ogni potenziale difetto le cause e i possibili effetti
6. **Definire** una possibile azione correttiva e un responsabile
7. **Attuazione e verifica** delle azioni correttive
8. **Ricalcolo degli indici di criticità**: dopo aver attuato una possibile azione correttiva, gli indici di criticità saranno cambiati.

I risultati di queste attività vengono riassunti in una tabella che rappresenta il template della FMEA e che verrà aggiornato ogni qual volta che si presenterà un possibile nuovo difetto.

Phase no.	Process Station	Function	Potential Failure Mode	Potential Effect(s) of Failure	Severity	Potential Cause(s) of Failure	Occurrence	Current Process Controls	Detection	RPN	Recommended Action	Responsibility & Target Completion Date	Action Results						
													Actions taken & Effective Date	Severity	Occurrence	Detection	RPN		

Tabella 1 - Template FMEA

1. Phase/ Process Station/ Function: contiene il numero della fase, della stazione del processo e una breve descrizione della funzione associata all'oggetto in analisi.
2. Potential Failure Mode: descrive la modalità di fuoriuscita dalle specifiche; il modo in cui l'oggetto in analisi smette di assolvere la sua funzione. In questa sezione bisognerebbe elencare tutti i potenziali difetti che potrebbero accadere, ma non è necessario che poi quel difetto si manifesti realmente. Per completare questa sezione nel modo corretto, il responsabile/team di processo dovrebbe chiedersi quanto il processo/prodotto può discostarsi dalle specifiche e come questo può impattare sul cliente finale. Inoltre, sempre al fine di elencare tutte le possibili failure mode, può

¹ www.leancompany.it

essere utile riunirsi in gruppo, tramite la tecnica di brainstorming, oppure analizzare i difetti di prodotti/processi passati.

3. Potential effects of failure: descrive l'effetto (impatto) provocato dalla fuoriuscita dalle specifiche per il cliente e per il processo stesso. È possibile inserire un solo effetto per riga, qual ora ci siano più effetti, occorre inserirli in più righe. La definizione degli effetti viene fatta coinvolgendo tutte le funzioni aziendali in modo da avere un visione più ampia.
4. Severity (S): definita come indice di "gravità del danno". Esprime la gravità dell'effetto del modo di guasto, così come percepita dall'utente. È possibile attribuire alla severity un valore compreso da 1 a 10, dove 1 rappresenta un "danno" minimo e 10 il massimo. La valutazione della severity e delle successive occurrence e detection viene fatta dal team inter-funzionale in base alla loro esperienza e alle loro conoscenze. Nel settore automotive, il team svolge questa analisi con il supporto delle tabelle contenute nel manuale **AIAG & VDA FMEA HANDBOOK**, il quale costituisce un riferimento normativo nell'industria automobilistica globale.

La normativa propone il seguente criterio di valutazione:

Process General Evaluation Criteria Severity (S)					
Potential Failure Effects rated according to the criteria below.					Blank until filled in by user
S	Effect	Impact to Your Plant	Impact to Ship-to Plant (when known)	Impact to End User (when known)	Corporate or Product Line Examples
10	High	Failure may result in an acute health and/or safety risk for the manufacturing or assembly worker	Failure may result in an acute health and/or safety risk for the manufacturing or assembly worker	Affects safe operation of the vehicle and/or other vehicles, the health of driver or passenger(s) or road users or pedestrians.	
9		Failure may result in in-plant regulatory noncompliance	Failure may result in in-plant regulatory noncompliance	Noncompliance with regulations.	
8	Moderately high	100% of production run affected may have to be scrapped. Failure may result in in-plant regulatory noncompliance or may have a chronic health and/or safety risk for the manufacturing or assembly worker	Line shutdown greater than full production shift; stop shipment possible; field repair or replacement required (Assembly to End User) other than for regulatory noncompliance. Failure may result in in-plant regulatory noncompliance or may have a chronic health and/or safety risk for the manufacturing or assembly worker.	Loss of primary vehicle function necessary for normal driving during expected service life.	
7		Product may have to be sorted and a portion (less than 100%) scrapped; deviation from primary process; decreased line speed or added manpower	Line shutdown from 1 hour up to full production shift; stop shipment possible; field repair or replacement required (Assembly to End User) other than for regulatory noncompliance	Degradation of primary vehicle function necessary for normal driving during expected service life.	

Process General Evaluation Criteria Severity (S)					
Potential Failure Effects rated according to the criteria below.					Blank until filled in by user
S	Effect	Impact to Your Plant	Impact to Ship-to Plant (when known)	Impact to End User (when known)	Corporate or Product Line Examples
6	Moderately low	100% of production run may have to be reworked off line and accepted	Line shutdown up to one hour	Loss of secondary vehicle function.	
5		A portion of the production run may have to be reworked off line and accepted	Less than 100% of product affected; strong possibility for additional defective product; sort required; no line shutdown	Degradation of secondary vehicle function.	
4		100% of production run may have to be reworked in station before it is processed	Defective product triggers significant reaction plan; additional defective products not likely; sort not required	Very objectionable appearance, sound, vibration, harshness, or haptics.	
3	Low	A portion of the production run may have to be reworked in-station before it is processed	Defective product triggers minor reaction plan; additional defective products not likely; sort not required	Moderately objectionable appearance, sound, vibration, harshness, or haptics.	
2		Slight inconvenience to process, operation, or operator	Defective product triggers no reaction plan; additional defective products not likely; sort not required; requires feedback to supplier	Slightly objectionable appearance, sound, vibration, harshness, or haptics.	
1	Very low	No discernible effect	No discernible effect or no effect	No discernible effect.	

Tabella 2- Criterio di valutazione Severity secondo manuale VDA

5. Potential Causes: descrive una lista dettagliata (condotta dal team inter-funzionale) delle potenziali cause che portano al verificarsi del danno. L'identificazione della cause di guasto può essere fatto facendo riferimento a: Dati storici, progetti simili o test di laboratorio
6. Occurrence: rappresenta la frequenza/probabilità di accadimento della causa. Rappresenta quindi una stima basata sulla frequenza in cui può verificarsi un determinato difetto/guasto lungo tutto il ciclo di vita del componente. Anche in questo caso il team (dopo un accurato brainstorming) attribuisce dei valori tra 1 e 10, dove 1 indica scarsa probabilità e 10 elevata probabilità. Anche per questa assegnazione, il team utilizza come supporto la normativa VDA

La normativa propone il seguente criterio di valutazione:

Occurrence Potential (O) for the Process				
Potential Failure Causes rated according to the criteria below. Consider Prevention Controls when determining the best Occurrence estimate. Occurrence is a predictive qualitative rating made at the time of evaluation and may not reflect the actual occurrence. The occurrence rating number is a relative rating within the scope of the FMEA (process being evaluated). For Prevention Controls with multiple Occurrence Ratings, use the rating that best reflects the robustness of the control.				Blank until filled in by user
O	Prediction of Failure Cause Occurring	Type of Control	Prevention Controls	Corporate or Product Line Examples
10	Extremely high	None	No prevention controls.	
9	Very high	Behavioral	Prevention controls will have little effect in preventing failure cause.	
8				
7	High	Behavioral or Technical	Prevention controls somewhat effective in preventing failure cause.	
6				
5				
4	Moderate	Best Practices: Behavioral or Technical	Prevention controls are effective in preventing failure cause.	
3				
2	Very low		Prevention controls are highly effective in preventing failure cause.	
1	Extremely low	Technical	Prevention controls are extremely effective in preventing failure cause from occurring due to design (e.g. part geometry) or process (e.g. fixture or tooling design). Intent of prevention controls - Failure Mode cannot be physically produced due to the Failure Cause.	

Tabella 3 - Criterio di valutazione Occurrence secondo manuale VDA

7. Current Control Process: in questa sezione vengono descritti i controlli che allo stato attuale vengono implementati per misurare, controllare e prevenire i guasti. Questo controllo può essere una segnalazione di anomalia, un controllo statistico di processo (SPC), un TQC del processo successivo...

Possono esserci due tipi di controlli:

- Prevention: sono controlli che servono per prevenire i guasti o per ridurre l'occurrence
- Detection: controlli che vengono svolti per individuare istantaneamente le anomalie. Tali controlli risultano essere più costosi dei primi.

In generale, questi controlli dovrebbero essere utilizzati solo temporaneamente, in quanto generano un incremento dei costi.

8. Detection: indica la probabilità di individuare la causa in esame con i controlli/strumenti normalmente in uso dal processo.

Anche in questo caso, viene assegnato dal team un valore compreso tra 1 e 10; l'attribuzione dei punteggi è supportato dalla tabella della normativa VDA.

La normativa propone il seguente criterio di valutazione:

Detection Potential (D) for the Validation of the Process Design				
Detection Controls rated according to the Detection Method Maturity and Opportunity for Detection.				Blank until filled in by user
D	Ability to Detect	Detection Method Maturity	Opportunity for Detection	Corporate or Product Line Examples
10	Very low	No testing or inspection method has been established or is known.	The failure mode will not or cannot be detected.	
9		It is unlikely that the testing or inspection method will detect the failure mode.	The failure mode is not easily detected through random or sporadic audits.	
8	Low	Test or inspection method has not been proven to be effective and reliable (e.g. plant has little or no experience with method, gauge R&R results marginal on comparable process or this application, etc.).	Human inspection (visual, tactile, audible), or use of manual gauging (attribute or variable) that should detect the failure mode or failure cause.	
7			Machine-based detection (automated or semi-automated with notification by light, buzzer, etc.), or use of inspection equipment such as a coordinate measuring machine that should detect failure mode or failure cause.	

Detection Potential (D) for the Validation of the Process Design				
Detection Controls rated according to the Detection Method Maturity and Opportunity for Detection.				Blank until filled in by user
D	Ability to Detect	Detection Method Maturity	Opportunity for Detection	Corporate or Product Line Examples
6	Moderate	Test or inspection method has been proven to be effective and reliable (e.g. plant has experience with method; gauge R&R results are acceptable on comparable process or this application, etc.).	Human inspection (visual, tactile, audible), or use of manual gauging (attribute or variable) that will detect the failure mode or failure cause (including product sample checks).	
5			Machine-based detection (semi-automated with notification by light, buzzer, etc.), or use of inspection equipment such as a coordinate measuring machine that will detect failure mode or failure cause (including product sample checks).	
4	High	System has been proven to be effective and reliable (e.g. plant has experience with method on identical process or this application), gauge R&R results are acceptable, etc.	Machine-based automated detection method that will detect the failure mode downstream , prevent further processing or system will identify the product as discrepant and allow it to automatically move forward in the process until the designated reject unload area. Discrepant product will be controlled by a robust system that will prevent outflow of the product from the facility.	
3			Machine-based automated detection method that will detect the failure mode in-station , prevent further processing or system will identify the product as discrepant and allow it to automatically move forward in the process until the designated reject unload area. Discrepant product will be controlled by a robust system that will prevent outflow of the product from the facility.	
2			Detection method has been proven to be effective and reliable (e.g. plant has experience with method, error-proofing verifications, etc.).	Machine-based detection method that will detect the cause and prevent the failure mode (discrepant part) from being produced.
1	Very high	Failure mode cannot be physically produced as-designed or processed, or detection methods proven to always detect the failure mode or failure cause.		

Tabella 4 - Criterio di valutazione Detection secondo manuale VDA

9. Risk Premium Number (RPN): rappresenta il prodotto tra Severity, Occurrence e Detection. E' un valore variabile tra 1 e 1000 e serve per stabilire una priorità d'intervento. Un valore pari a 1 indica che l'effetto legato alla failure mode è irrilevante, così come la probabilità di accadimento, e il sistema è sicuramente in grado di rilevare la causa scatenante il guasto. Un valore pari a 1000 indica una situazione molto critica, in quanto tutti i valori di riferimento (Severity, Occurrence e Detection) sono molto alti e il sistema/processo con molta probabilità smetterà di funzionare. E' quindi evidente che dovranno essere affrontati prima i problemi con RPN elevato.
- In letteratura, sono presenti diversi metodi per definire una soglia critica di RPN, ovvero una soglia che se superata richiede un intervento immediato.

In particolare, Olsa per definire la soglia critica utilizza il seguente criterio:

SEVERITY EVALUATION CRITERIA						
Olsa Classification	Effect	Criteria: Severity of Effect on Product (Customer Effect)	Rank	Effect	Criteria: Severity of Effect on Process (Manufacturing/Assembly Effect)	Soglia / Threshold
∇ or D	Failure to meet safety and/or regulatory requirements	Potential failure mode affects safe vehicle operation and/or involves noncompliance with government regulation without warning.	10	Failure to meet safety and/or regulatory requirements	May endanger operator (machine or assembly) without warning	40
∇ or D		Potential failure mode affects safe vehicle operation and/or involves noncompliance with government regulation with warning.	9		May endanger operator (machine or assembly) with warning	40
⊗ or ⊗ SPC	Loss or degradation of primary function	Loss of primary function (vehicle inoperable, does not affect safe vehicle operation).	8	Major disruption	100% of product may have to be scrapped. Line shutdown or stop ship.	100
⊗ or ⊗ SPC			8			100
⊗ or ⊗ SPC			8			100
+		Degradation of primary function (vehicle operable, but at reduced level of performance).	7	Significant disruption	A portion of the production run may have to be scrapped. Deviation from primary process including decreased line speed or added manpower	110
+	Loss of degradation of secondary	Loss of secondary function (vehicle operable, but comfort/convenience functions inoperable).	6	Moderate disruption	100% of production run may have to be reworked off line and accepted	120
+		Degradation of secondary function (vehicle operable, but comfort / convenience functions at reduced level of performance).	5		A portion of production run may have to be reworked off line and accepted.	120
+	Annoyance	Appearance of audible noise, vehicle operable, item does not conform and noticed by most customers (>75%).	4	Moderate disruption	100% of production run may have to be reworked in station before it is processed	120
+		Appearance of audible noise, vehicle operable, item does not conform and noticed by many customers (>50%).	3		A portion of production run may have to be reworked in station before it is processed	150
+		Appearance of audible noise, vehicle operable, item does not conform and noticed by discriminating customers (<25%).	2	Minor disruption	Slight inconvenience to process, operation, or operator.	150
-	No effect	No discernible effect.	1	No effect	No discernible effect.	170

Tabella 5 - Criterio di valutazione soglia critica RPN secondo Olsa S.p.A.

Dalla seguente tabella, è possibile vedere come Olsa, per definire una soglia critica di RPN osservi solo la Severity; più quest'ultima è elevata e più la potenziale failure è dannosa, per cui il valore soglia di RPN sarà basso.

Bisogna, però considerare che l'RPN non ha significato assoluto, infatti non è ancora stato definito un modo univoco per calcolare la soglia critica di RPN. Questo accade in quanto si potrebbe ottenere per diverse failure mode lo stesso RPN, partendo da diversi parametri di S,O,D. Ad esempio una failure mode potrebbe avere $RPN_1 = 10 \times 1 \times 1 = 10$ e un altro $RPN_2 = 1 \times 1 \times 10 = 10$, ma a parità di RPN, si deve prima agire sul primo modo di guasto, in quanto se si dovesse presentare le conseguenze sarebbero le peggiori possibili (infatti la severity è pari a 10), mentre il secondo avrebbe conseguenze minime (severity pari a 1).

Proprio per il motivo appena citato sopra, il mio primo compito durante l'attività di tirocinio in Olsa, è stato quello di implementare un nuovo indice di priorità del rischio, ovvero **l'Action Priority**, il quale sarà oggetto di studio nei prossimi paragrafi.

Alternativamente, si possono ordinare i dati in ordine decrescente (senza definire una soglia di intervento) e seguire questo ordine; ciò può essere fatto in quanto la FMEA è una procedura che si colloca nell'ottica del miglioramento continuo, per cui, primo o poi, tutti gli RPN dovranno essere abbassati attraverso le azioni correttive.

10. Recommended action: riguarda le azioni correttive che devono essere intraprese dal team al fine di abbassare l'RPN. Se le cause di una o più failure mode non sono molto conosciute, l'azione raccomandata può essere determinata attraverso una DOE². Se non esistono delle azioni raccomandate, in questa colonna si indicherà "Nessuna". In tutti i casi in cui la failure mode può essere pericolosa per il personale e/o processo bisogna intervenire con opportune azioni correttive. In generale, in questa colonna dovrebbero essere considerate azioni come:

- Per ridurre l'Occurrence è necessario intervenire in fase di progettazione e/o riprogettazione del prodotto/processo. Questo viene fatto utilizzando un metodo di analisi statistico
- In generale non è possibile abbassare la Severity in quanto la gravità del danno rimane sempre la medesima.
- Per aumentare la Detection (e quindi la probabilità di individuare l'anomalia) è necessario effettuare una revisione del processo e/o prodotto. In generale, incrementare la frequenza dei controlli è molto costoso e inefficace, per cui viene fatto solo per "tamponare" una situazione temporanea.

11. Responsibility & target completion date: indica la persona incaricata di svolgere l'azione correttiva e la presunta data di completamento dell'attività.

12. Action result: include i risultati ottenuti dall'implementazione dell'attività. Comprende:

- Action taken: se l'attività è stata effettivamente implementata, bisognerà inserire in questa colonna una breve descrizione dell'attività svolta e la data effettiva di completamento.
- I nuovi valori di Severity, Occurrence, Detection e RPN in seguito all'attività correttiva.

² (Design of experiments): metodologia che prevede l'analisi dei risultati attraverso l'utilizzo di strumenti statistici.

2.3 Punti di debolezza

Nel paragrafo 2.1 sono stati citati alcuni dei vantaggi che derivano dall'utilizzo della metodologia FMEA.

Tale metodologia presenta, però, anche dei limiti (che sono stati ampiamenti discussi in letteratura).

Un primo limite, già citato nel paragrafo precedente, riguarda l'RPN. In particolare, quest'ultimo non è un indice assoluto, di conseguenza diverse combinazioni di S,O e D possono portare allo stesso RPN, ma, come visto nel paragrafo precedente, bisogna dare priorità a quelle failure che presentano valore più alto di Severity in quanto maggiormente critiche per il prodotto e/o processo.

Un secondo limite di questa metodologia riguarda il fatto che le stime sui parametri di S, O e D vengono fatte da un team di lavoro, di conseguenza occorre fare anche un lavoro di mediazione all'interno del team per raggiungere un accordo comune. Inoltre, essendo la FMEA un metodo qualitativo, risulta difficile valutare in modo corretto e coerente i tre parametri necessari per l'analisi.

Un terzo limite, riguarda invece la formula con cui viene calcolato l'RPN. In particolare, l'approccio moltiplicativo viene considerato discutibile per due motivi distinti:

- utilizzando l'RPN è possibile definire solo se una failure comporta un rischio superiore a un altro, ma non di quanto tale rischio sia superiore.
- La scala RPN non è continua, ma presenta diversi "buchi" perché attraverso la moltiplicazione vengono esclusi tutti i valori primi.

Un'altra debolezza riguarda la sensibilità ai piccoli cambiamenti: un piccolo cambiamento di un fattore ha un effetto molto più grande se anche gli altri fattori sono grandi. Per esempio:

$S=8, O=9, D=8, RPN= 8*9*8= 576$; $S=9, O=9, D=8, RPN=9*9*8=648$

Abbiamo un delta pari a 72. Se invece i valori di S,O e D sono più bassi, un piccolo cambiamento comporterà un delta minore. Infatti:

$S=3, O=3, D=2, RPN= 18$; $S=4, O=3, D=2, RPN=24$

Il delta questa volta è pari a 6.

Un'ultima problematica riguarda il fatto che la FMEA viene utilizzata come metodologia per valutare i rischi solo in ottica di sicurezza e mai in ottica economica. Infatti, attraverso la FMEA

non è possibile né fare una valutazione economica dell'azione correttiva, né definirne l'efficacia. Quest'ultimo problema sarà oggetto delle successive valutazioni.

2.4 Metodi alternativi alla FMEA classica

A causa dei numerosi limiti appena citati, nel corso del tempo in letteratura si sono sviluppate numerose tecniche derivanti dalla FMEA classica che propongono dei metodi alternativi per il calcolo dell'RPN.

Hu-Chen Liu in un suo articolo suddivide i metodi maggiormente utilizzati in letteratura in cinque gruppi fondamentali:

1. Multi Criteria Decision Making (MCDM)
2. Programmazione matematica
3. Intelligenza artificiale
4. Approcci ibridi
5. Altri approcci

Dalla consultazione di numerosi articoli, il metodo più utilizzato risulta essere quello basato sull'intelligenza artificiale. Qui troviamo due approcci diversi: il Rule-based system e il Fuzzy rule-based system. Il primo suggerisce l'introduzione dell'RPR (Risk Priority Ranks); i ranks vengono utilizzati per rappresentare le diverse combinazioni di Severity, Occurrence e Detection attraverso un punteggio finale che sarà compreso tra 1 e 1000. Le failure mode con un punteggio più alto avranno una gravità maggiore e una priorità di intervento maggiore. Ciò che differenzia questo metodo è che viene utilizzata una logica if-then, per cui la classificazione di S,O e D è basata puramente sul giudizio e esperienza degli esperti.

Il secondo metodo si basa sull'utilizzo della logica fuzzy; in particolare per poter classificare le diverse failure e valutare i pesi delle variabili di rischio vengono utilizzate delle variabili linguistiche. Termini come "probabile", "importante", "molto alto", vengono convertiti in numeri tangibili. Ogni termine linguistico può essere modellato da una corrispondente funzione di appartenenza trapezoidale o triangolare.

Anche in questo approccio, la relazione tra rischiosità e i parametri S,O e D è caratterizzata da una logica if-then con regole che vengono stabilite dalle competenze e conoscenze degli esperti.

Il secondo approccio più utilizzato riguarda i Multi Criteria Decision Making (MCDM). Qui troviamo il metodo MAFMA, sviluppato da Marcello Braglia nel 2001 che combina AHP e FMEA. Il modello si basa sull'AHP, infatti vengono considerate 4 variabili come criteri

decisionali (Severity, Occurrence, Detection e costo atteso), le possibili cause di fallimento come i criteri e la scelta del meccanismo di fallimento come obiettivo. Criteri, alternative e obiettivo costituiscono una struttura gerarchica a tre livelli. A questo punto si applica la tecnica AHP andando a svolgere le seguenti fasi:

- Confronto a coppie tra gli elementi considerati
- Sintesi delle priorità
- Valutazione della consistenza o meno delle priorità

Tale metodo, cerca quindi di superare la debolezza più grande della FMEA, e cioè la mancanza di considerazioni economiche.

Tale metodologia nel corso del tempo subisce degli “aggiustamenti”. In particolare, Carmignani nel 2009 rielabora lo studio di Braglia aggiungendo un nuovo criterio, la Profitability in cui si tiene conto anche del costo dell’azione correttiva.

Infine, in letteratura troviamo anche altri approcci, meno utilizzati, quali: Fuzzy Topsis, Dematel, Vikor, Fuzzy DEA, Cost- based, Simulazione Monte Carlo, Modello di Kano e altri.

CAPITOLO 3: Applicazione della FMEA al Maserati M182

3.1 Introduzione del lavoro svolto

Il mio primo compito durante l'attività di tirocinio è stato quello di predisporre da un punto di vista reportistico il documento della FMEA, in quanto quelli presenti in azienda erano molto datati e non consideravano un fattore molto importante, l'**Action Priority**.

Dopo aver realizzato un foglio Excel standard che includeva l'Action Priority (e dopo che esso è stato approvato dal coordinatore della qualità), ho aggiornato tutte le FMEA presenti nello stabilimento, rendendole coerenti con il documento da me creato.

Dopodiché, insieme al team del Plant si è deciso di concentrarsi sul Maserati M182 in quanto la sua FMEA risultava più vecchia di altre e inoltre tale prodotto per l'azienda è molto importante perché uno dei più profittevoli.

3.2 Realizzazione del foglio di lavoro

Uno dei grandi limiti dell'RPN è che viene data stessa importanza alla Severity, Occurrence e Detection, di conseguenza possiamo avere stessi RPN ma le distribuzioni di severity, occurrence e detection sono molto diverse. Dovendo dare priorità alle failure che presentano Severity maggiore, l'RPN viene affiancato da un nuovo indice, l'Action Priority (AP) il quale dà più importanza alla Severity, poi all'Occurrence e infine alla Detection.

Sul manuale della VDA fornitomi in azienda è presente la seguente matrice, che permette di individuare tutte le possibili combinazioni di S,O e D.

SEVERITY	OCCURENCE	DETECTION			
		1	2-4	5-6	7-10
1	1-10	L	L	L	L
2-4	1	L	L	L	L
	2-3	L	L	L	M
	4-5	L	L	M	H
	6-7	M	M	H	H
	8-10	M	H	H	H
5-8	1	L	L	L	L
	2-3	L	L	M	H
	4-5	M	M	H	H
	6-7	M	M	H	H
	8-10	M	H	H	H
9-10	1	L	L	L	L
	2-3	L	L	M	H
	4-5	M	M	H	H
	6-10	M	H	H	H

Tabella 6 - Action Priority per PFMEA e DFMEA

Sono presenti tre livelli di rischio differenti:

- HIGH: il livello di rischio è molto alto. Devono essere riviste le azioni correttive già previste e/o prevederne di nuove nel più breve tempo possibile.
- MEDIUM: il livello di rischio è medio. Occorre rivedere e/o migliorare le azioni correttive.
- LOW: il livello di rischio è basso. I controlli presenti sono abbastanza adeguati, ma potrebbero, a discrezione del team essere rivisti e/o migliorati.

L'obiettivo era inserire una nuova colonna (AP) all'interno del foglio Excel in modo che una volta inseriti i valori di severity, occurrence e detection, automaticamente la casella dell'action priority indicasse il livello di rischio corrispondente.

Per fare questo, ho dapprima "espanso" la matrice indicando tutte le possibili correlazioni tra severity, occurrence e detection, dopodiché ho utilizzato due funzioni Excel: "SE.NON.DISP" e "CERCA.VERT".

Per semplicità in questo elaborato è stata inserita solo una parte della matrice espansa. La stessa cosa è stata fatta per tutte le possibili combinazioni di S,O e D.

correla	AP	s	o	d
101010	H	10	10	10
10109	H	10	10	9
10108	H	10	10	8
10107	H	10	10	7
10106	H	10	10	6
10105	H	10	10	5
10104	H	10	10	4
10103	H	10	10	3
10102	H	10	10	2
10101	H	10	10	1
10910	H	10	9	10
1099	H	10	9	9
1098	H	10	9	8
1097	H	10	9	7
1096	H	10	9	6
1095	H	10	9	5
1094	H	10	9	4
1093	H	10	9	3
1092	H	10	9	2
1091	H	10	9	1
10810	H	10	8	10
1089	H	10	8	9
1088	H	10	8	8
1087	H	10	8	7
1086	H	10	8	6
1085	H	10	8	5
1085	H	10	8	5
1084	H	10	8	4
1083	H	10	8	3
1082	H	10	8	2
1081	H	10	8	1
10710	H	10	7	10
1079	H	10	7	9
1078	H	10	7	8
1077	H	10	7	7
1076	H	10	7	6
1075	H	10	7	5
1074	H	10	7	4
1073	H	10	7	3
1072	H	10	7	2
1071	H	10	7	1
10610	H	10	6	10
1069	H	10	6	9
1068	H	10	6	8
1067	H	10	6	7
1066	H	10	6	6
1065	H	10	6	5
1064	H	10	6	4
1063	H	10	6	3
1062	H	10	6	2
1061	H	10	6	1
10510	H	10	5	10
1059	H	10	5	9
1058	H	10	5	8

Tabella 7 - Frammento della matrice espansa Action Priority

E' stata utilizzata la funzione "SE.NON.DISP" in quanto permette di definire un messaggio personalizzato qual ora una formula dovesse restituire il codice di errore #N/D; in caso

contrario, restituisce il risultato della formula, e la funzione “CERCA.VERT” in quanto tale funzione permette di cercare valori in una tabella o un intervallo per riga.

La funzione si presenta nel seguente modo:



Figura 13 - Formula di riferimento per il calcolo dell'Action Priority

Dove:

- Q14 rappresenta la correlazione tra severity, occurrence e detection. Per esempio, per un rischio con S=5, O=6 e D=6 avremo 566.
- Table16 rappresenta la matrice espansa
- 2 è il numero di colonna della matrice da cui viene restituito il valore corrispondente. In questo caso il valore che deve essere restituito è nella colonna 2 della matrice espansa
- Falso indica che deve essere restituito un valore esatto.

Di conseguenza il nuovo foglio di lavoro della PFMEA si presenta nel seguente modo:

Phase no.	Process Station	Function	Potential Failure Mode	Potential Effect(s) of Failure	Severity (S)	Potential Cause(s) of Failure	Occurrence (O)	Current Process Controls	Detection (D)	RPN	AP - Original	Recommended Action	Responsibilities & Target Completion Date	Action Results								
														Actions taken & Effective Date	S	O	D	RPN - Action taken	AP - Action taken	RPN Target		
					5		3		6	90	L	NA			5				0			120

Come già detto, questo lavoro è stato fatto in quanto molte della FMEA presenti in stabilimento erano datate. Per cui, una volta realizzato il nuovo foglio della FMEA ho analizzato insieme al team tutte le FMEA presenti in modo da capire su quale concentrarci. Dopo un’attenta analisi sono emersi tre possibili progetti:

- Macan 240
- Maserati 182
- Maserati 189

Il primo è stato poi scartato in quanto vengono prodotti pochissimi pezzi l'anno (circa 25), il terzo invece è stato scartato in quanto un progetto relativamente nuovo e con troppi problemi.

Si è deciso, pertanto di concentrarci sul Maserati M182.

3.3 Progetto pilota: Maserati 182

Il Maserati M182 è il codice di progetto del Maserati Grecale, un'autovettura di lusso di tipo SUV prodotta a partire dal 2022 dalla casa automobilistica Maserati. Olsa si occupa della realizzazione dei suoi due fanali, che identificheremo come T1 e T2.

Il processo di funzionamento è lo stesso descritto nel capitolo 1 e può essere sintetizzato nelle seguente fasi:

- Acquisto componenti e materie prime
- Accettazione arrivi
- Essiccazione del materiale
- Stampaggio
- Metallizzazione
- Assemblaggio

Alcuni componenti, invece, vanno direttamente all'assemblaggio. La fase più delicata e complessa è l'assemblaggio che è costituita da più fasi; al termine di ogni fase sono previsti opportuni controlli che, se superati, permettono di andare alla fase successiva. Una volta realizzato il prodotto finito, prima di essere stoccato e inviato al cliente, viene effettuato il GP12, ovvero dei controlli aggiuntivi per verificare che il prodotto funziona. I test inclusi nel GP12 sono:

- Prova di tenuta
- Test elettrico
- Test di visione

La lista dei componenti per la realizzazione dei fanali T1 e T2 del Maserati M182 è la seguente:

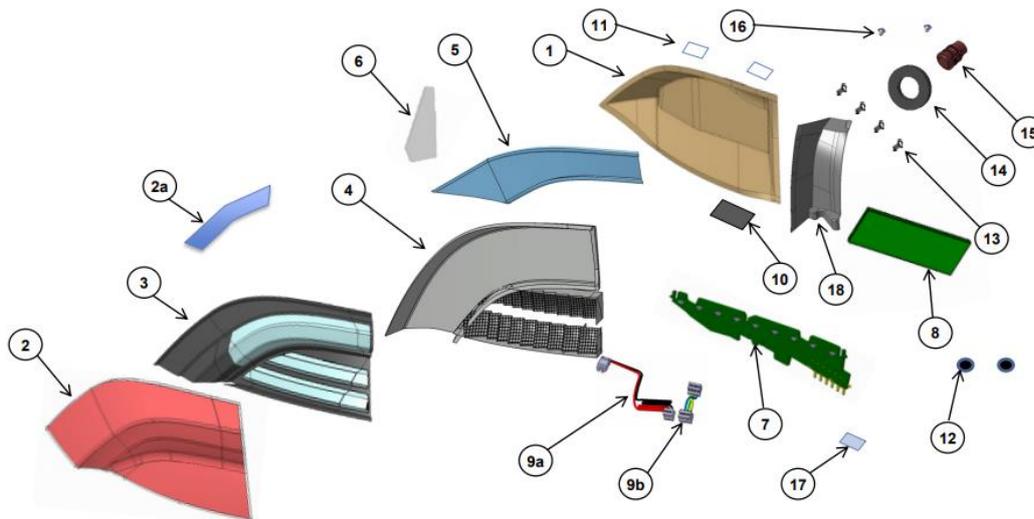


Figura 14 - Componenti M182

REF	NAME	Q.	MATERIAL	SURFACE FINISH
1	Housing	1	PC + ABS	-
2	Outer Lens 2K	1	PMMA red/clear	skin moulding
2a	Reflex	1	PMMA	
3	Bezel 2K	1	PMMA/ABS	No metallized
4	Reflector partial Metalized	1	PC	Metallized
5	Light guide	1	PMMA	
6	PCB Tail / Stop	1	ALU	
7	PCB Stop/Turn	1	FR4	
8	PCB Motherboard + PIN Header	1	FR4	
9a/b	Internal HARNESS	1+1		
10	Pad Z	1	EPDM+SBR	
11	Protective Film	2	PVC	
12	Ventilation element	2	Gore	
13	Inner screws	4	Steel	
14	Gasket	1	EPDM+SBR	
15	Bushing	1	FE P01	
16	Rubber tacks	2		
17	Label	2		
18	Cover 2K	1	ASA/TPS-SEBS	

Tabella 8 - Lista componenti M182

Come già detto, la fase più complessa e delicata è l'assemblaggio. Infatti, come vedremo in seguito, la maggior parte dei problemi si riscontra in tale fase. Essa è costituita da sei fasi distinte.

OP10: Assemblaggio manuale PCB e BRIGLIE; Avvitatura riflettore fanale T1 e fanale T2.

L'operazione OP10 deve processare un fanale alla volta: fanale dx o sx sia T1 che T2 dopo apposito setup automatico dei posaggi e dei codici di produzione. La macchina deve avere un magazzino per lo stoccaggio dei posaggi non utilizzati. Quando si effettua un cambio versione, la macchina deve cambiare autonomamente i posaggi e riportarli nel magazzino.

In totale abbiamo 4 fanali da lavorare: 2 T1 dx e sx, 2 T2 dx e sx. Nel fanale T1 si avvita solo una vite che assembla il gruppo riflettore nel corpo. Nel fanale T2 abbiamo 2 viti che assemblano il gruppo riflettore nel corpo.

La macchina deve essere dotata di robot antropomorfo con avvitatura autoalimentata guidata da apposita telecamera. L'attrezzatura deve avere, oltre ai posaggi macchina, anche dei posaggi esterni al funzionamento automatico, per l'assemblaggio manuale dei pezzi (Bezel e PCB) che verranno poi avvitati in automatico. Anche questi, sono concepiti con un set-up veloce e non faticoso per l'uomo.

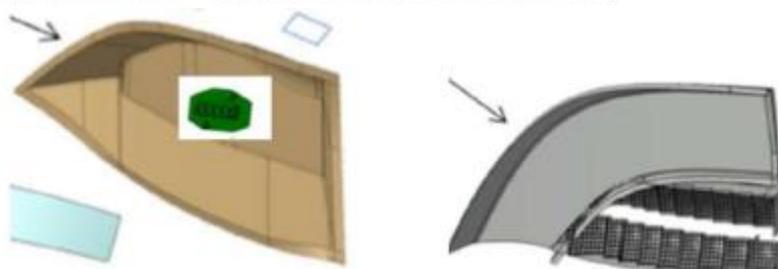


Figura 15 - Fase OP10

Attività persona:

- Prendere corpo (lavorato dopo lo stampaggio) dal contenitore e appoggiare sul posaggio macchina per la lettura etichetta (generata e applicata dopo lo stampaggio).
- Fare pre-inserimento manuale della guida luce nel riflettore, poi poggiare l'insieme sul posaggio per inserire il gancio definitivo e al termine posizionare il riflettore nel posaggio inferiore della macchina.
- Prendere PCB turn/stop e fare lettura data matrix, agganciare nel riflettore
- Prendere PCB tail e fare lettura data matrix e agganciare sul riflettore lato guida luce. In questa fase bisogna prestare attenzione all'inserimento del PCB tail perché se quest'ultimo entra storto, i led rischiano di urtare la guida luce staccandosi dal PCB.
- Prendere PCB side marker e fare lettura data matrix e agganciare nel riflettore
- Prendere la prima briglia e collegarla con PCB turn/stop e PCB tail
- Prendere la seconda briglia e collegarla tra PCB side marker e PCB turn/stop
- Prendere gruppo riflettore, avvicinarlo al corpo e agganciare briglia connettore al PCB turn/stop e poggiare riflettore su corpo
- Avvio ciclo a pulsante

In questa fase le attività di lavoro tra T1 e T2 sono le medesime, cambiano solo i componenti da assemblare.

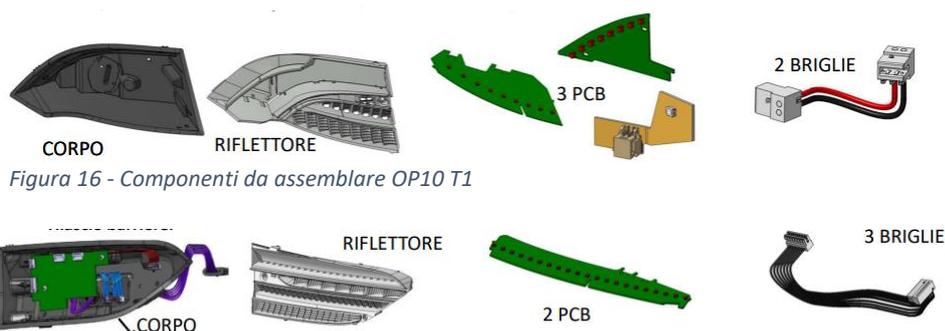


Figura 16 - Componenti da assemblare OP10 T1

Figura 17 - Componenti da assemblare OP10 T2

Attività macchina (l'attrezzatura deve rispettare un tempo ciclo di 30s):

- Avvio avvitatura che assembla il gruppo riflettore con il gruppo corpo.
- Ritorno fanale verso l'operatore

Se la fase va a buon fine, viene generata un'etichetta e si passa alla fase successiva.

OP20: Assemblaggio finale corpo/bezel

In questa fase, per entrambi i fanali avviene una parte di lavoro manuale in concomitanza con l'attività macchina. Per questo, viene usata una tavola rotante.

Anche in questa fase le attività di lavoro tra T1 e T2 sono le medesime, cambiano i componenti da assemblare.

La prima cosa da fare è saldare il bezel con il tail filter, questo viene fatto impostando in macchina il ciclo "Solo saldatura". Dopodiché, l'operatore deve:

- Impostare in macchina "ciclo normale"
- scaricare il gruppo corpo lavorato in OP10 e metterlo sul posaggio
- Inserire il bezel appena saldato sul posaggio vuoto
- Chiudere la leva e premere "Avvio ciclo"

E' importante inserire tutti gli elementi negli opportuni spazi altrimenti potrebbe generarsi uno scarto per saldatura.



Figura 18 – Posaggio con bezel saldato e gruppo corpo fase OP20

Se la fase viene conclusa nel modo corretto, viene generata un'etichetta e si prosegue con la fase successiva

OP30: Pre-collaudo e pulizia fanale

Questa fase prevede la pulizia del fanale in concomitanza al pre-collaudo elettrico. Il banco per il pre-collaudo presenta posaggi per lente e corpo intercambiabili per T1 e T2 dx e sx. Il pre-collaudo elettrico viene fatto per rilevare l'assorbimento di tutte le funzioni del fanale e il colore del led. Oltre alle funzioni elettriche vengono controllate anche le scritte di omologazione nel

bezel. La pulizia del fanale avviene in più fasi: aria ad alta pressione, aria ionizzata, aspirazione sporizia. I tempi di pulizia vengono gestiti a pannello dall'operatore.

Attività persona:

- Prendere il prodotto dal banco della fase OP20, fare lettura etichetta e poggiare il corpo sul posaggio interno con la parte estetica rivolta verso il basso: prendere la lente e poggiarla sul posaggio. Questa operazione serve appunto per testare elettricamente i fanali prima di essere saldati. La pulizia del fanale invece viene fatta con un getto di aria ionizzata per evitare di attirare polveri sul bezel prima della saldatura
- Avvio ciclo. Al termine del ciclo, apparirà sullo schermo della macchina l'esito del pre-collauda



Figura 19 - Attrezzatura pre-collauda fase OP30

OP35: Saldatura

In questa fase avviene l'accoppiamento corpo- lente

Attività persona:

- Prendere il corpo, fare un controllo visivo e posizionarlo nel posaggio
- Prendere la lente e poggiarla sul corpo
- Avvio ciclo

La saldatura viene fatto pezzo per pezzo e lo scarico avviene in automatico. Inoltre, questa fase è molto delicata, infatti, è necessario controllare bene la centratura della lente sul corpo al fine di avere una qualità della saldatura corretta. Dopo la saldatura a vibrazione, il fanale viene

prelevato dal posaggio e depositato sulla bilancella per stabilizzarlo. Il fanale stabilizzato, verrà poi prelevato dalla bilancella, e posto sul nastro trasportatore (una volta inserita l'etichetta di tracciabilità) per convogliarlo all'operazione successiva.

OP 40:

Dopo aver prelevato il fanale dal nastro trasportatore e aver fatto la lettura etichetta, poggiarlo sul posaggio per effettuare il pre-aggancio manuale della paratia. Per questa operazione è molto importante seguire il tassello guida fino al completo aggancio, altrimenti, se la paratia non è agganciata correttamente, potrebbe essere difficoltoso eseguire le operazioni successive di assemblaggio, in più si genera uno scarto per visione scritte di omologazione.

Dopo aver agganciato la paratia, spostare il fanale sul banco di prelievo per incollaggio guarnizione. Prendere quindi la guarnizione, appoggiarla sul posaggio di aspirazione e premere avvio ciclo. Rimuovere la pellicola dalla guarnizione senza lasciare tracce (questo potrebbe essere motivo di fallimento del test di tenuta), e applicare manualmente 2 pads e il goretex. Premere nuovamente il tasto di avvio ciclo; la macchina a questo punto controllerà la conformità del fanale; se viene rilevato uno scarto si cerca di capire se è possibile una rilavorazione, in caso contrario il pezzo viene scartato definitivamente. Se il pezzo viene ritenuto conforme, viene depositato sul banco di prelievo per l'operazione successiva.

In questa fase di lavoro, si controlla la presenza e la correttezza di tutti i componenti e non lo si farà nel collaudo finale. I dati di controllo sono registrati nella tracciabilità del processo tramite etichetta.

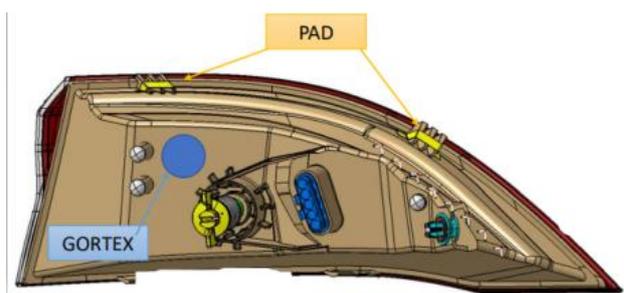


Figura 20 - Applicazione manuale di 2 pads e goretex OP40

Il questa fase l'attività di lavoro tra fanale T1 e fanale T2 non coincidono. In particolare, nel fanale T2 non è previsto l'aggancio della paratia, per cui immediatamente dopo la OP35 si procede con l'incollaggio della guarnizione, l'applicazione dei due pads e del goretex. Dopodiché, si procede con l'avvitatura della staffa di fissaggio: occorre prendere la staffa da rulliera di asservimento, inserire il dado flangiato e posizionarla sul tirante; prendere avvitatore,

posizionarlo in corrispondenza della staffa e premere avvio ciclo. Infine, viene controllata la conformità del fanale come nel caso del T1.



Figura 21 - Avvitatura staffa OP40 fanale T2



Figura 22 - Controllo conformità fanale OP40

OP50: EOL (End of line)

In questa fase viene fatto il collaudo finale del fanale, detto “End of line”. Il collaudo finale comprende:

- Test di lettura conformità etichetta in tracciabilità
- Test presenza bollino termostatico
- Test presenza pad e goretex
- Test di tenuta stagna
- Test elettrico di tutte le singole funzioni e in parallelo test di visione

Questi test sono comuni ai due fanali, ma vi è una differenza tra le due versioni. Il fanale T1 è fisso, per cui presenta il connettore integrato al fanale, posto nella parte posteriore e circoscritto dalla guarnizione. Il fanale T2 è mobile (è posto sul portellone vettura), per cui ha il connettore

che fuoriesce dal fanale, di conseguenza bisogna prevedere in questa fase l'inserimento del connettore.

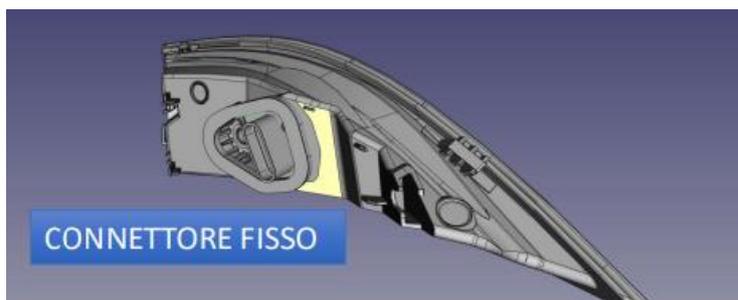


Figura 23 - Fanale T1 con connettore fisso



Figura 24 - Fanale T2 con connettore mobile

Al termine, se tutti i controlli di End of line hanno esito positivo, viene generata l'etichetta cliente, che viene applicata all'etichetta di processo già esistente e fatti gli ultimi ulteriori controlli inclusi nel GP12.

3.4 FMEA

Una volta studiato il processo di funzionamento del Maserati M182, insieme al team di lavoro, è stata aggiornata la FMEA già esistente. In particolare, è stata osservata ogni fase di lavoro 15 volte e, insieme al team di lavoro, sono stati stimati i valori di Severity, Occurrence e Detection. Secondo il team di lavoro, considerare un campione di 15 elementi permette di stimare in maniera abbastanza efficiente i valori di interesse; ma, sarà comunque compito di ogni industrializzatore modificare i parametri qual ora dovesse notare nel corso del tempo un miglioramento o peggioramento di uno dei parametri della failure. Dopodiché, si sono osservate e analizzate le failure più ricorrenti e inserite in FMEA.

Durante il funzionamento della linea, sono emerse numerose problematiche, alcune più rilevanti di altre e alcune di esse già presenti nella vecchia FMEA.

Le failure emerse maggiormente e a cui è stata assegnata una severity elevata sono le seguenti:

1. Cablaggio danneggiato dal riflettore in fase di aggancio nel corpo

Un connettore presenta 5 pin, nell'inserimento del riflettore sul corpo, il cablaggio del connettore è rimasto pizzicato mandando in cortocircuito due pin. Di conseguenza, quando veniva accesa una funzione, essendo i due fili cortocircuitati, si accendeva anche un'altra funzione contemporaneamente. (per esempio: si voleva accendere lo stop, ma si accendeva anche la freccia)

La FMEA è stata compilata nel seguente modo:

- Potential Effects of Failure: Errata accensione delle funzioni
- Severity: essa è stata stimata sia utilizzando la Tabella 2, sia affidandosi all'esperienza del team (il quale era costituito da un Project Manager e da 3 Process Engineer). E' stato quindi assegnato un valore pari a 8. Tale valore sarà sempre lo stesso anche dopo l'azione di mitigazione, in quanto un miglioramento può incidere solo sull'occurrence e/o detection, ma la gravità del danno rimarrà sempre la stessa. Se la severity è pari a 8, è possibile notare dalla Tabella 5 come l'RPN target sia 100.
- Potential Causes of Failure: la causa è dovuta al non corretto montaggio del riflettore
- Occurrence: essa è stata stimata pari a 5. Nello specifico, su circa 15 pezzi il difetto si è manifestato 7 volte, per cui la probabilità di accadimento è stata calcolata come:

$$\text{(Numero di difetti/totale pz prodotti)*10 (numero dei possibili criteri di Occurrence)} = (7/15)*10 = 4,7$$

- Current Process Controls: attualmente non sono previsti accurati controlli, infatti la failure è stata rilevata solo nell'ultimo controllo di End of Line, quindi in una stadio già avanzato.
- Detection: essa è stata stimata pari a 3 in quanto la probabilità di individuare la failure con i controlli attuali è alta, tale failure è stata sempre efficacemente rilevata all'ultimo controllo di End of Line, ovvero il GP12, quindi poco prima di spedire il prodotto al cliente.
- RPN pari a: $8*5*3=120$ che supera il valore target di 100. L'Action Priority sarà invece "Medium". E' opportuno intervenire su questa failure in quanto presenta sia severity elevata, sia RPN fuori target

- Recommended Action: sicuramente è opportuno formare maggiormente gli operatori al montaggio, in più potrebbero essere inseriti dei tool aggiuntivi che scattano più foto e controllano che quando una funzione viene accesa l'altra sia effettivamente spenta. Questo sistema potrebbe non solo risolvere il problema, ma anche avere un costo irrisorio in quanto il montaggio dei tool verrebbe fatto dai Process Engineer (quindi durante il loro normale turno lavorativo), i tool invece hanno un costo di circa 3-4 euro.

2. Gasket non spellicolata correttamente

In fase OP40 si procede con l'incollaggio della guarnizione. Per fare questo occorre eliminare la pellicola senza lasciare tracce, altrimenti c'è il rischio che la guarnizione non incollino bene e questo potrebbe portare al fallimento della prova di tenuta e quindi a scarto.

In FMEA troviamo le seguenti voci:

- Potential Effects of Failure: rischio di tenuta non conforme
- Severity: stimata pari a 8 insieme al team, di conseguenza l'RPN target sarà pari a 100
- Potential Causes of Failure: la causa è dovuta a un errore dovuto da parte dell'operatore
- Occurrence: stimata pari a 4 in quanto su 15 pezzi prodotti al mese, tale failure si è manifestata 6 volte. Di conseguenza abbiamo:

$$(6/15)*10=4$$
- Current Process Controls: anche in questo caso non sono previsti controlli accurati, ma solo un controllo visivo da parte dell'addetto macchina
- Detection: pari a 3. Anche in questo caso viene assegnato un valore alto, tale failure si manifesta durante la prova tenuta, e quindi nell'ultimo controllo che viene fatto prima di spedire il prodotto al cliente.
- RPN pari a: $8*4*3=96$. L'Action Priority sarà invece "Medium". In questo caso l'RPN non supera il valore target, ma è comunque opportuno intervenire su questa failure in quanto presenta severity elevata.
- Recommended Actions: predisporre un piano di addestramento del personale più accurato e inserire una telecamera che controlli la corretta eliminazione della carta di sacrificio. Anche in questo caso il costo è irrisorio

3. Pad non inseriti correttamente

In fase OP40, oltre alla guarnizione è previsto l'inserimento dei pad che sono una linguetta adesiva che evitano il rumore in carrozzeria. Il problema dei pads è che devono essere inseriti manualmente, e sul fanale non è presente una guida (come nel caso del goretex) per inserirli nella posizione corretta. Di conseguenza, spesso capita, a causa di distrazione da parte dell'operatore o di mancanza di adeguata formazione, che il pad venga inserito nel posto sbagliato. Questo è motivo di scarto per scorretta posizione pads.

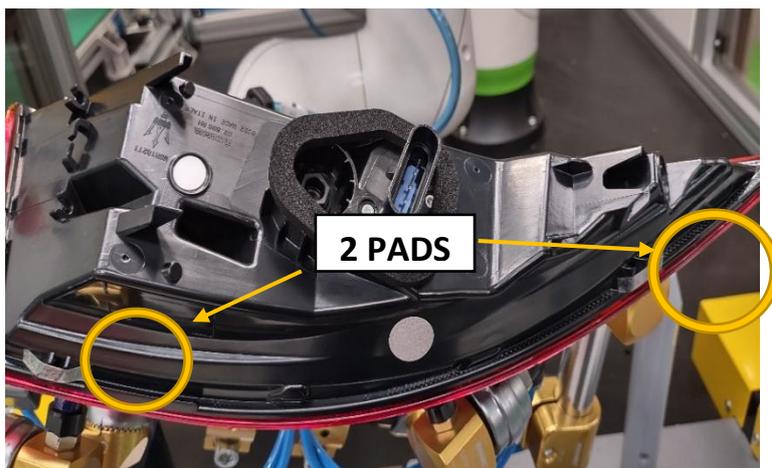


Figura 25 - Posizione pads

La FMEA è stata compilata come segue:

- Potential Effects of Failure: Rumorosità o difficoltà di montaggio in vettura
- Severity: è stato quindi assegnato un valore pari a 8. Se la severity è pari a 8, è possibile notare dalla Tabella 5 come l'RPN target sia 100.
- Potential Causes of Failure: errore di assemblaggio
- Occurrence: essa è stata stimata pari a 4; su 15 pezzi il difetto si è manifestato 6 volte, per cui la probabilità di accadimento è:

$$(6/15)*10=4$$

- Current Process Controls: attualmente non sono previsti controlli
- Detection: stimata pari a 4 in quanto la probabilità di individuare la failure con i controlli attuali è abbastanza alta, infatti tale failure (se presente) è quasi sempre stata rilevata in fase OP40 durante il controllo della conformità del fanale
- RPN pari a: $8*4*4=128$. In questo caso l'RPN supera il valore target, occorre intervenire sia perché la severity è alta e sia perché l'RPN ha un valore critico.

- Recommended Action: formare maggiormente gli operatori al montaggio e inserire telecamere aggiuntive per controllare il corretto posizionamento dei pads.

4. Goretex non inserita o mal posizionata

Il goretex è una valvola con tessuto unidirezionale che permette all'aria di uscire e non di entrare. Vengono applicate in quanto spesso i fanali presentano umidità internamente. Il goretex è costituito da un adesivo radiale nella cui parte centrale c'è il passaggio di aria. Vengono applicate manualmente dall'operatore in fase OP 40, e diversamente dai pad, non c'è possibilità che vengano inserite in modo scorretto perché è presente una guida (un cerchietto) nel quale inserirla.

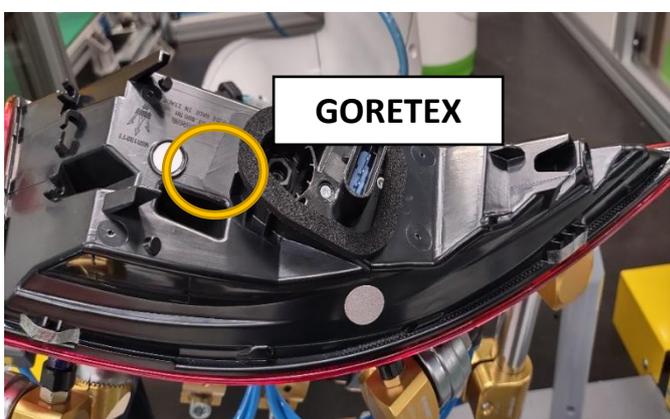


Figura 26 - Inserimento Goretex

Durante il funzionamento della linea, in alcuni casi, l'inserimento del goretex è stato motivo di scarto perché nonostante gli operatori indossassero i guanti durante l'incollaggio della valvola, sulla parte adesiva della valvola potevano comunque capitare dei corpi estranei.

Per ovviare a questo problema si è immediatamente inserito un sistema automatico, in quanto tale sistema automatico era già presente sul Porche Macan, per cui è stato facile estenderlo anche al Maserati M182. Tale sistema prevede la presenza di un cilindro che applica automaticamente la valvola al componente. Il cilindro era già presente in stabilimento in quanto tale sistema viene già utilizzato per un'altra linea; il montaggio, invece, è stato fatto dall'industrializzatore durante il suo normale turno lavorativo.



Figura 27 - Nuovo sistema automatico per incollaggio goretex

- Potential Effects of Failure: Tenuta non conforme
- Severity: è stato assegnato un valore pari a 8. Se la severity è pari a 8 l'RPN target è 100.
- Potential Causes of Failure: errore di assemblaggio
- Occurrence: essa è stata stimata pari a 3; su 15 pezzi il difetto si è manifestato 5 volte, per cui la probabilità di accadimento è:

$$(5/15)*10=3.33$$

- Current Process Controls: controllo manuale
- Detection: stimata pari a 4 in quanto anche in questo caso la failure (se presente) è quasi sempre rilevata sempre in fase OP40 durante il controllo della conformità del fanale
- RPN pari a: $8*3*4=96$. In questo caso abbiamo una severity alta, un RPN entro la soglia critica e anche l'Action Priority è "Low". Si è deciso comunque di intervenire in quanto l'introduzione di tale sistema non porta un elevato dispendio in termini di costi e personale. Inoltre, essendo un sistema già previsto in stabilimento, si è certi della sua efficacia.
- Recommended Action: inserimento sistema automatico

Dopo aver inserito questo sistema, sono stati fatti altri 15 ulteriori controlli (solo sull'inserimento del goretex, e non di tutta la linea), e la failure è quasi del tutto

scomparsa in quanto su 15 prove, lo scarto è stato solo di un pezzo. Di conseguenza i nuovi valori di Severity, Occurrence e Detection diventano:

- S: rimane 8 in quanto un'azione correttiva può migliorare solo occurrence e detection
- O: diventa $(1/15)*10= 0.66 \sim 1$
- Detection: diventa 2 in quanto i controlli attuali sono efficientemente in grado di rilevare la failure

Pertanto, avremo un RPN pari a 16 e un Action Priority pari a "Low"

Durante la realizzazione della PFMEA è arrivato alla qualità un claim cliente molto importante, il quale è stato subito analizzato e inserito in PFMEA per evitare che tale problema si ripresentasse successivamente. Tale failure riguardava la formazione di condensa e infiltrazione di acqua nel fanale.

5. Formazione condensa

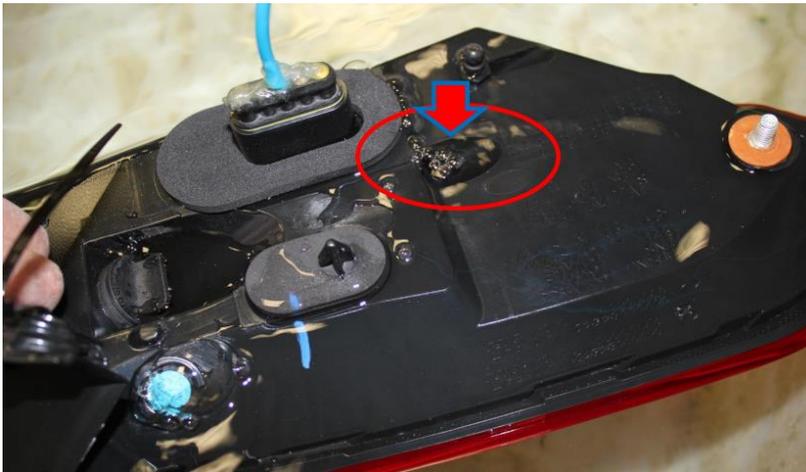


Figura 28 - Infiltrazione di acqua su fanale

Sono state osservate perdite dalla sede vite, sul corpo. Di conseguenza, è stata eseguita una sezione del canotto del corpo fanale, ed si è notato che la sede oring risultava non conforme e risucchiata, tale condizione impediva all'oring di garantire la tenuta all'acqua.

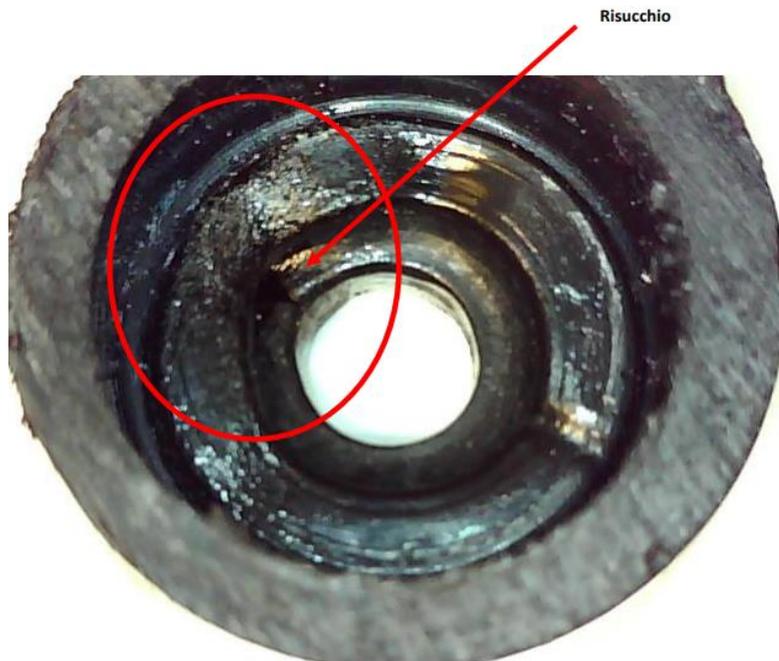


Figura 29 - Presenza di risucchio in sede oring

A questo punto si è tentato di serrare la vite per eliminare la perdita, ma la vite incominciava a girare a vuoto, segno che la torretta di fissaggio sul bezel si era rotta. Eseguendo la prova, bagnando le viti con il lubrificante impiegato dal fornitore delle viti e messo in forno per 4 ore a + 90° C, la torretta di fissaggio del bezel si è rotta. In questa condizione, se la torretta si rompe, la vite non è più in tiro e l'oring non è compresso, pertanto viene a mancare la tenuta stagna e si verifica l'ingresso di acqua. La stessa prova è stata eseguita sul fanale posteriore PORSCHE e ha dato lo stesso esito. Si ritiene che per eliminare una buona percentuale di claim, per infiltrazione acqua e/o formazione di condensa, sia opportuno che allo stampaggio dei corpi si eliminino difetti geometrici di forma sulle sedi viti di fissaggio bezel e che le viti impiegate siano esenti da olii, lubrificanti...che possano essere deleteri per il PC, materiale del bezel.

La FMEA è stata compilata nel seguente modo:

- Potential Effects of Failure: Formazione condensa sul fanale
- Severity: è stato assegnato un valore pari a 9, in quanto essendo un claim cliente, la severità della failure è maggiore. Con severity pari a 9, avremo come RPN target un valore uguale a 40
- Potential Causes of Failure: utilizzo di olii e lubrificanti
- Occurrence: stimata pari a 1 perché era la prima volta che si manifestava questa failure
- Current Process Controls: attualmente non sono previsti controlli per lo stesso motivo per cui abbiamo un'occurrence pari a 1.

- Detection: stimata pari a 1 per lo stesso motivo citato sopra
- RPN pari a: $9*1*1=9$ e l'Action Priority sarà invece "Low". Ovviamente, non abbiamo dati a sufficienza per capire se occurrence e detection sono stati stimati nel modo corretto, per cui anche se RPN e Action Priority non sono critici, avendo Severity alta, si cerca di mitigare tale failure.
- Recommended Action: allo stampaggio dei corpi si devono eliminare i difetti geometrici di forma sulle sedi viti di fissaggio bezel e le viti impiegate devono essere esenti da olii, lubrificanti...

6. Presenza di falsi contatti

In fase OP10 occorre connettere correttamente le schede elettroniche PCB alla scheda madre. Questo collegamento avviene mediante i connettori. Il montaggio del connettore con la scheda madre viene effettuato manualmente dall'operatore. Durante l'assemblaggio è successo che il connettore fosse stato agganciato in maniera scorretta, ossia non esattamente perpendicolare con la scheda madre. Questo ha comportato la creazione di falsi contatti tra il connettore e la scheda madre.

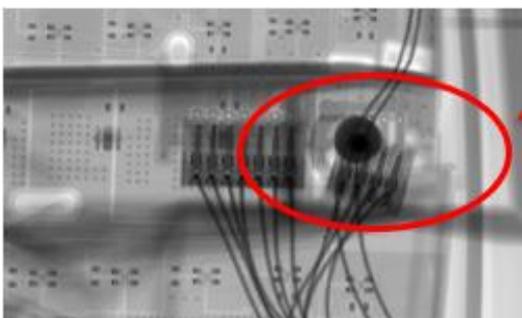


Figura 30 - Montaggio scorretto del connettore

La FMEA è stata compilata nel seguente modo:

- Potential Effects of Failure: Falso contatto
- Severity: è stato assegnato un valore pari a 8. Con severity pari a 8, avremo come RPN target un valore uguale a 100
- Potential Causes of Failure: errore di assemblaggio
- Occurrence: su 15 campioni, la failure si è manifestata solo 2 volte, ma essa era già presente nel foglio PFMEA precedente con un Occurrence pari a 4, per cui la fissiamo pari a tale valore immaginando che tale failure non sia così rara.
- Current Process Controls: Controllo elettrico in fase pre-collaudo
- Detection: la fissiamo pari a 4 in accordo con quanto già scritto in PFMEA

- RPN pari a: $8*4*4=128$ che supera l'RPN target e Action Priority pari a "Medium". Occorre agire su questa failure immediatamente in quanto ha sia severity elevata, sia RPN fuori target.
- Recommended Action: si sono pensate due opzioni possibili. La prima prevede un irrobustimento dei connettori, passando da una configurazione attuale LUMBER a una nuova INARCA. Oppure si è pensato di implementare una serie di nervature che hanno il compito di assicurare che il connettore venga assemblato sul PCB nella posizione corretta. Se l'operatore dovesse montare i connettori in maniera scorretta sul componente, la nervatura viene progettata in maniera tale da indirizzare correttamente l'aggancio del connettore.

7. Presenza di sfiammature

La sfiammatura è un difetto estetico che si manifesta come un graffiatura interna sulla lente.



Figura 31 - Presenza di sfiammatura

Essa è costituita dallo stesso materiale della lente, il PMMA e si forma durante la fase di riempimento dello stampo. In fase di riempimento dello stampo si forma (per cause ancora da capire) un punto di freddo, che porta al raffreddamento del materiale intorno, che causa la presenza di queste righe.

Tale failure era già presente in PMEA, con una probabilità di accadimento (Occurrence) abbastanza alta (6). Questo valore così alto è stato poi confermato in quanto su 15 prove che sono state effettuate, la failure si è manifestata ben 8 volte. Si è quindi cercato di capire se tale difetto era presente anche su altre linee, e, con grande sorpresa del team di lavoro, era presente su tutte le PFMEA con valori di occurrence che oscillavano tra 3 e 7. A questo punto, ho parlato

con tutti i Process Engineer del plant per cercare di capire quali potevano essere le possibili cause e soluzioni. In generale, dopo un accurato brainstorming, si sono definite le possibili cause:

- Elevata percentuale di polveri: questo comporta la presenza di materiale inquinato.
- Elevata fluidità del materiale
- Elevata percentuale di umidità: elevata umidità porta a un raffreddamento del materiale, e quindi alla nascita del punto freddo che è la causa della sfiammatura

Per quanto riguarda le soluzioni, l'unica di facile realizzazione e che comporta costi non troppo elevati riguarda la modifica dello stampo. In particolare, si potrebbe pensare di realizzare uno stampo con 2 camere, una più calda e semplice e valutare un doppio punto di iniezione per ridurre la velocità del flusso. In futuro, si può pensare anche di sostituire l'impianto di deumidificazione per ridurre la percentuale di umidità, tale soluzione però attualmente risulta impensabile in quanto troppo costosa.

La PFMEA è stata quindi aggiornata nel seguente modo (alcuni dati erano già presenti e sono stati considerati validi):

- Potential Effects of Failure: Difetto estetico, reclamo da parte del cliente
- Severity: è stato assegnato un valore pari a 9. Se la severity è pari a 9 l'RPN target è 40.
- Potential Causes of Failure: Elevata percentuale di umidità e/o polveri, elevata fluidità del materiale
- Occurrence: assegnata pari a 6. Questo valore era già presente in PFMEA ed è stato considerato come affidabile in quanto lo stesso difetto era ricorrente anche su altre linee
- Current Process Controls: gli operatori effettuano un controllo visivo
- Detection: stimata pari a 3 in quanto con la sola osservazione dell'occhio umano, il difetto viene rilevato
- RPN pari a: $9 \cdot 6 \cdot 3 = 162$. In questo caso abbiamo una severity alta, un RPN oltre la soglia critica e anche l'Action Priority è "High". Occorre agire su questa failure nel più breve tempo possibile perché critica su tutti i fronti.
- Recommended Action: possibile modifica dello stampo e/o inserimento di un nuovo sistema di deumidificazione

8. Presenza di aloni sulla lente

Anche in questo caso abbiamo a che fare con un difetto estetico. All'interno del fanale c'è un componente che si chiama Inner Lens che è un particolare componente che viene sottoposto a metallizzazione. Quando i volumi sono più bassi, di solito, si decide di fare i fanali non in linea.

Tutti i fanali dopo la saldatura sono sottoposti a stabilizzazione termica all'interno di un forno dinamico e rimangono nel forno per 2/2.30h a $80^{\circ} \pm 5^{\circ}$. Quando i volumi sono bassi, si decide di non mettere il fanale all'interno del forno dinamico, ma nel forno statico. Facendo questo si è notato che circa 1 su 5 aveva dei problemi estetici.

Come già detto, il fanale viene stampato in materiale PMMA. Si è notato che esso può essere metallizzato, ma quando viene sottoposto ad alte temperature le catene polimeriche possono muoversi nel componente metallizzato. Di conseguenza, questo causa una distorsione della metallizzazione che porta alla presenza di aloni



Figura 32 - Presenza di aloni sulla lente

Le possibili soluzioni che sono state pensate sono due:

- Sostituire il materiale e utilizzare il PC
- Realizzare sempre il processo in serie, quindi sempre forno dinamico

Attualmente, per dare maggior importanza ad altri problemi più urgenti, si è deciso di optare per questa seconda opzione perché più conveniente nel breve termine.

La PFMEA è stata compilata nel seguente modo:

- Potential Effects of Failure: Difetto estetico, reclamo da parte del cliente
- Severity: è stato assegnato un valore pari a 9. Se la severity è pari a 9 l'RPN target è 40.
- Potential Causes of Failure: Utilizzo del forno statico

- Occurrence: assegnata pari a 8 (solo se i fanali vengono realizzati non in linea, e quindi con forno statico.)
- Current Process Controls: gli operatori effettuano un controllo visivo
- Detection: stimata pari a 2 in quanto il difetto viene sempre rilevato dall'operatore
- RPN pari a: $9*5*2=90$. In questo caso abbiamo una severity alta, un RPN oltre la soglia critica e anche l'Action Priority è "High". Su tale failure si è agito nell'immediato decidendo di realizzare sempre i fanali in linea. In questo caso i valori di interesse diventano:
 - Severity=9
 - Occurrence= 2
 - Detection 2
 - RPN: 36 (entro soglia critica)
- Recommended Action: utilizzare sempre il forno dinamico

9. Fanale con PCB non agganciato in modo corretto nel riflettore

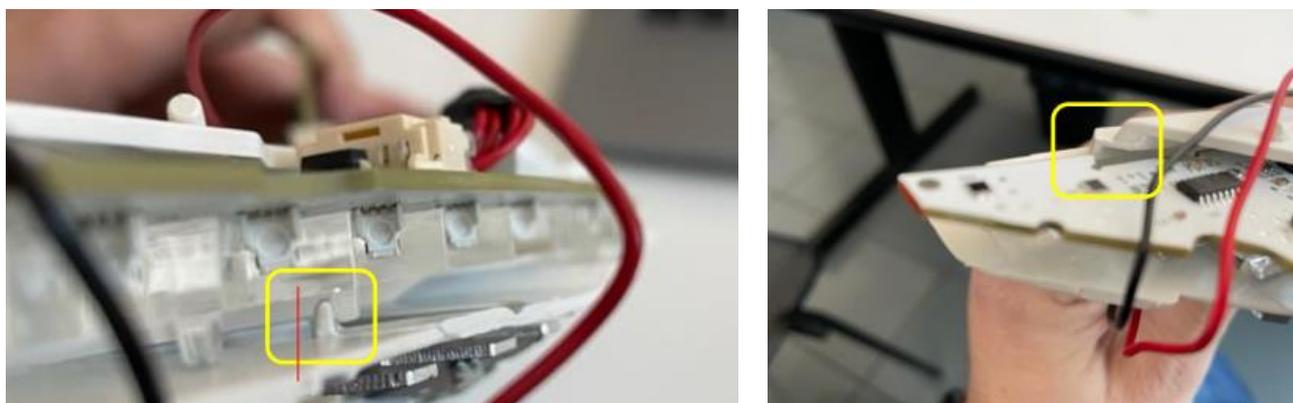


Figura 33 - Guida luce non agganciata nel modo corretto

Il PCB non è completamente agganciato con il riflettore, la guida ottica risulta essere a contatto con il led, e questo provoca una luce ridotta tra guida luce e led.

La PFMEA è stata completata nel seguente modo:

- Potential Effects of Failure: luce ridotta tra guida luce e led
- Severity: è stato assegnato un valore pari a 8, di conseguenza l'RPN target sarà pari a 100
- Potential Causes of Failure: errore di assemblaggio
- Occurrence: essa è stata stimata pari a 4; su 15 pezzi il difetto si è manifestato 6 volte, per cui la probabilità di accadimento è:

$$(6/15)*10=4$$

- Current Process Controls: controllo da parte del personale
- Detection: stimata dal team pari a 3, il personale è sempre in grado di rilevare la failure.
- RPN pari a: $8*4*3=96$. In questo caso abbiamo una severity alta, un RPN entro la soglia critica e Action Priority “Medium”. E’ necessario intervenire in quanto la severity presenta un valore alto
- Recommended Action: modifica corpo e guida luce (aggiunta di una nervatura) per evitare rotazione nel piano Z e traslazione in asse Y. Aumentare interferenza tra guida luca e corpo per evitare lo sbandieramento laterale del PCB.

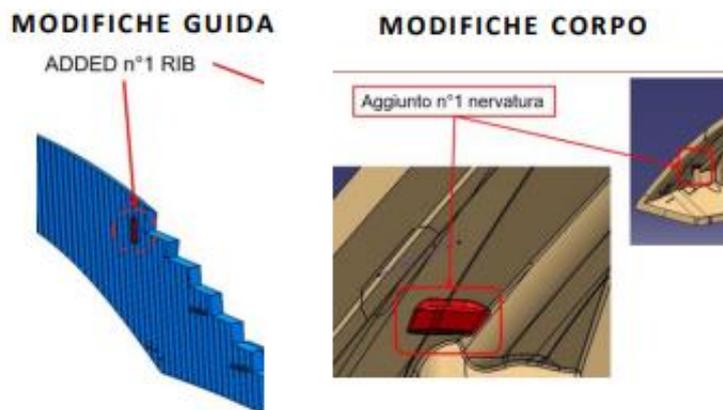


Figura 34 - Inserimento nervatura

Le failure appena citate sono tutte quelle che si sono presentate durante la produzione della linea, alcune erano già presenti nella PFMEA e altre invece erano nuove. Da questo momento in poi, (essendo tutte le PFMEA del plant aggiornate con il nuovo formato), sarà compito dei Process Engineer aggiornarle con le nuove failure che si presenteranno in futuro.

CAPITOLO 4: La procedura del Continuous Risk Reduction (CRR)

In parallelo all'aggiornamento della PFMEA è stata implementata la procedura del Continuous Risk Reduction.

Tale procedura nasce dall'esigenza dell'azienda di avere una procedura che permettesse di migliorare continuamente la produttività della linea ed evitare incidenti ripetitivi.

Al fine di avere un quadro più completo possibile della procedura, occorre capire come venivano gestiti i rischi prima della fusione Magna/Olsa e come vengono gestiti dopo la fusione.

4.1 Il WCM e il Mafact

Prima della fusione Magna/Olsa veniva applicato su tutto il plant il Word Class Manufacturing. Il WCM nasce in Giappone nel primo dopoguerra e nei decenni successivi venne progressivamente adottato anche dall'Occidente. In Italia, nasce con FIAT nel 2005 e viene implementato per superare la crisi economica che caratterizzò quegli anni. Fiat riuscì a sviluppare un sistema basato sul WCM, inizialmente chiamato FAPS (Fiat Automotive Production System), che sperimentò prima negli stabilimenti della Polonia e Melfi per poi estenderlo a tutti gli altri stabilimenti.

“Il WCM è una filosofia aziendale che focalizza il suo orientamento esclusivamente al cliente producendo solo con una logica pull, creando una produzione a flusso continuo e lead time brevi. Il suo obiettivo è ottimizzare le performance del processo produttivo, migliorando la qualità ed eliminando gli sprechi. Lo scopo è quindi un miglioramento continuo.”³ Inoltre, al fine di rendere duraturi i miglioramenti conseguiti, occorre puntare alla standardizzazione.

L'obiettivo del WCM riguarda il raggiungimento degli “Zeri”, ovvero far sì che si abbiano:

- Zero infortuni
- Zero guasti
- Zero stock
- Zero difetti

Chiaramente questo concetto di “Zeri” non è un concetto assoluto. Infatti, se pensiamo al concetto di “zero difetti”, è facile rendersi conto come sia statisticamente impossibile non avere

³ FONTE: [Che cos'è il World Class Manufacturing: WCM? - Gruppo Ingegneria | Società di Ingegneria a Bologna](#)

nessun imprevisto in tutto l'intero ciclo produttivo. Vien da sé che il raggiungimento degli "Zeri" è un concetto relativo, ovvero deve essere considerato come uno stimolo verso l'efficienza del sistema produttivo e aziendale più alta possibile.

Il WCM è costituito da 10 pilastri tecnici e 10 pilastri manageriali, ciascuno dei quali è adibito a una particolare funzione. All'interno del WCM ogni pilastro è trasversale, nel senso che ogni persona non si occupa solo della sua area di competenza, ma viene coinvolta anche in altri campi, al fine di incrementare il bagaglio di competenze e conoscenze di ciascuna persona.

I 10 pilastri tecnici sono:

- Safety (SAF)
- Cost Deployment (CD)
- Focus Improvement (FI)
- Autonomous Activities
- Professional Maintenance (PM)
- Quality Control (QC)
- Logistics and Customer Service (LOG)
- Early Equipment/Product Management (EEM/EPM)
- People Development (PD)
- Environment (ENV)

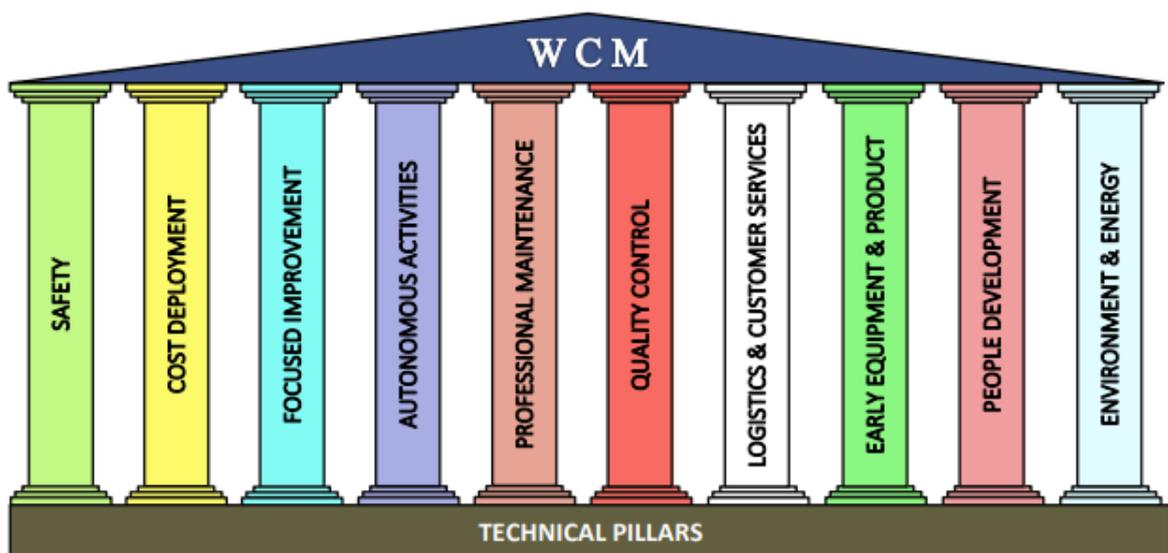


Figura 35 - Pilastri tecnici WCM

I 10 pilastri manageriali sono:

- **Management Commitment:** il commitment del management rappresenta l'inizio del cambiamento culturale e quindi fattore indispensabile affinché il programma venga accettato dall'intera organizzazione;
- **Chiarezza degli obiettivi:** bisogna avere obiettivi chiari, quantificati e diffusi a tutti;
- **Route map al WCM:** deve essere chiaro il percorso che si intende perseguire;
- **Assegnazione di persone altamente qualificate:** fondamentale nel WCM è l'addestramento del personale e la sua adesione ai progetti di miglioramento;
- **Commitment dell'Organizzazione:** per far in modo che il WCM raggiunga i risultati attesi, occorre che sia l'organizzazione in generale a fornire gli input per le attività di avanzamento;
- **Competenza dell'organizzazione:** affinché venga eliminata la perdita individuata è necessario utilizzare i metodi e gli strumenti di volta in volta più idonei;
- **Tempi e Budget:** spiegare quanto sia importante essere a conoscenza di tempi e costi, utilizzando specifici programmi e pianificazioni;
- **Livello di dettaglio:** raggiungere il massimo livello di specificità;
- **Livello di espansione:** per ottenere il massimo beneficio, occorre che ciò che si è acquisito in una determinata area venga esteso anche ad altre aree, seguendo una logica di espansione che deve riguardare l'intero stabilimento per poter ottenere risultati eccellenti;
- **Persone motivate:** affinché il WCM si sviluppi nel migliore dei modi occorre che vi sia un completo coinvolgimento degli operatori, in quanto comprendono maggiormente i processi produttivi e i problemi ad essi connessi.⁴

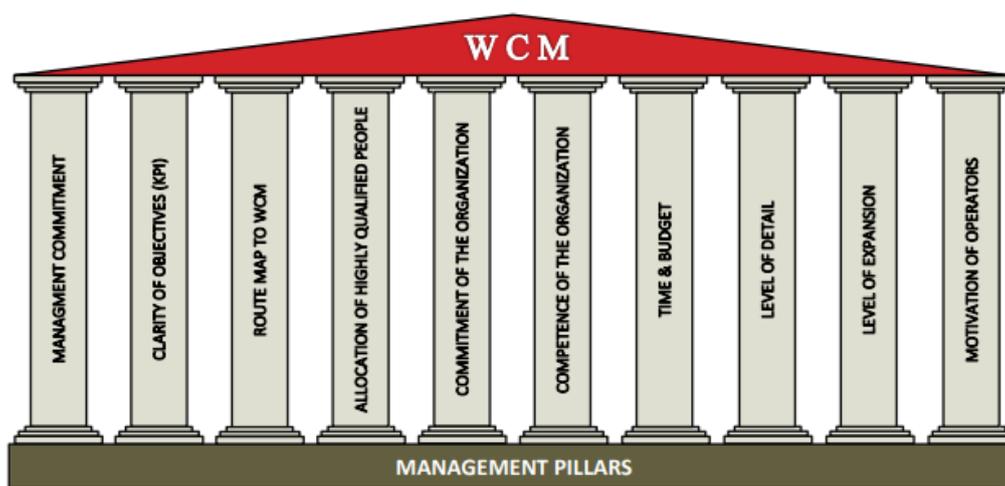


Figura 36 - Pilastri manageriali WCM

⁴ FONTE: [WCM World Class Manufacturing: Pilastri Metodologia - Bonfiglioli Consulting \(bcsa.it\)](http://www.bcsa.it)

Pilastrini manageriali e tecnici hanno lo stesso peso, cambia solo l'area di applicazione.

Ogni pilastro è costituito da 7 passi che portano l'azienda da uno stato **Reattivo** in cui si reagisce al problema, a uno stato **Preventivo** in cui si valutano eventuali problemi passati simili, a uno stato **Proattivo** in cui si attuano azioni correttive per prevenire il problema.

Questi 7 passi sono i seguenti:

- **Verificare**, sulla base del deployment dei costi di trasformazione, le aree di intervento prioritarie
- **Definire** obiettivi di riduzione dei costi
- **Standardizzare** le modalità operative
- **Implementare** soluzioni per migliorare la situazione corrente
- **Verificare** i risultati ottenuti
- **Sviluppare** nuove modalità operative
- **Eccellere** puntando al miglioramento continuo⁵

Fino al 2018 Olsa applicava scupolosamente il WCM al fine di migliorare sempre più il processo produttivo. Dopo l'acquisizione da parte di Magna, quest'ultima ha introdotto il **Mafact**.

Il Mafact prende il nome da “**Magna Factory Concept**” ed è una metodologia adottata da Magna al fine di diventare un'eccellenza a livello mondiale. Questo sistema ha lo scopo di permettere a tutte le divisioni di svolgere il proprio lavoro in modo standardizzato, partendo dallo sviluppo prodotto fino al manufacturing.

Il Mafact è un manuale nel quale vengono utilizzati i concetti del WCM e vengono rivisti in base alle esigenze degli stabilimenti Magna. L'obiettivo di Magna è quello di realizzare delle procedure standard che possano essere utilizzate in tutte le divisioni. I 20 pilastri previsti nel WCM vengono nel Mafact sostituiti con i seguenti 8 pilastri:

⁵ FONTE: [WCM World Class Manufacturing: Pilastri Metodologia - Bonfiglioli Consulting \(bcsa.it\)](http://www.bcsa.it)

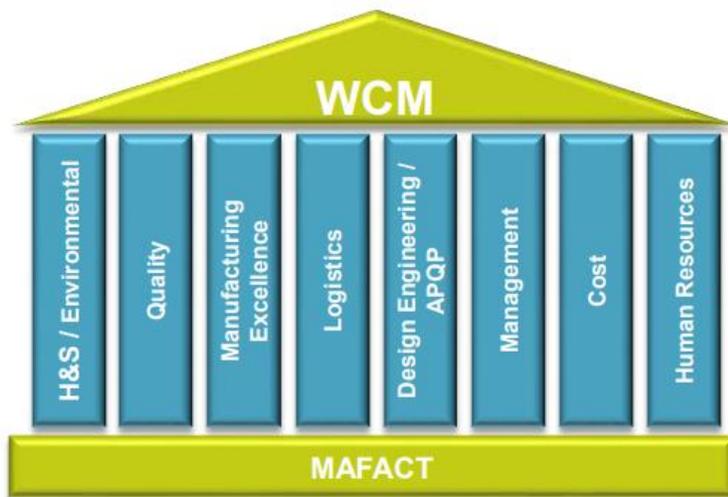


Figura 37 - Pilastri Mafact

Ogni pilastro ha degli obiettivi e utilizza determinati tools e/o metodi per raggiungere un risultato. Tali obiettivi e metodi sono riassunti nella seguente tabella:

Expectations	MAFACT Pillars	Objectives	Tools and Methods	Results
<ul style="list-style-type: none"> Customer Satisfaction Quality Efficiency On-Time-Delivery Simultaneous Engineering People Development Sensible Investments Reliability 	Health & Safety / Environmental	<ul style="list-style-type: none"> • Safe Workplace • Cleanliness and Organization • Ergonomics • Environmental Awareness & Compliance 	<ul style="list-style-type: none"> • Safety Minimized • Personal Protective Equipment • 5S Methods • Visualization and Identification • Ergo Risk Assessments and Actions 	Safety
	Quality	<ul style="list-style-type: none"> • Preventive Quality Management • Effective Problem Solving 	<ul style="list-style-type: none"> • Incident / PPM Tracking (KPI) • Zero Defect / Fast Response Board • A3 Problem Solving Methodology, Quality Tools and Six Sigma • Scrap Monitoring (KPI) • Supplier Incident / PPM Tracking (KPI) 	Quality
	Manufacturing Excellence	<ul style="list-style-type: none"> • Scrap Reduction • Supplier Management 	<ul style="list-style-type: none"> • 7 Types Of Waste • Standardized Work Recording / Combination Table and Chart • Line Leveling • On the Job Training in Production Processes & Problem Solving • TPM • OEE • Creating Continuous Improvement & Problem Solving 	Timing
	Logistics	<ul style="list-style-type: none"> • Reduction of Waste • Standardized Work / Consistent Set-Ups • Line Balancing • Qualified Employees • Efficient Processes • Effective Maintenance 	<ul style="list-style-type: none"> • Material Movement – Quantities and Frequencies • Labeling and FIFO • Min/Max Inventory Levels / Supermarkets • Line Supply • Pull System / Kanban 	Cost
	Design Engineering / APQP	<ul style="list-style-type: none"> • Good Material Flow • Material Identification • Optimal Stock Rotation • Optimized Inventory Management • Production Scheduling 	<ul style="list-style-type: none"> • UPS • FMEA • Effective Project Management • Lessons Learned / Benchmarking • Effective Change Management 	Motivation
	Management	<ul style="list-style-type: none"> • Controlling Changes • Keeping Records Up-to-Date • Planning for Product & Process Design 	<ul style="list-style-type: none"> • Business Planning • KPI Monitoring & Actions • Cones & Information Boards • Daily Operations Meetings • Process Audits 	
	Cost	<ul style="list-style-type: none"> • Meet Business Plan Targets • Controlling Critical KPI • Establish Communications & Reporting • Top Management Involvement • Openness to Ideas and Suggestions 	<ul style="list-style-type: none"> • Controlling Cost • Tracking Cost Savings 	
	Human Resources	<ul style="list-style-type: none"> • Efficient Processes • Effective Maintenance 	<ul style="list-style-type: none"> • Bill Of Material Reviews • MCRP • Cost Of Quality KPI Monitoring • Purchasing / Engineering / Continuous Improvement Cost Savings KPI 	
		<ul style="list-style-type: none"> • Qualified Employees • Motivated Employees • Good Communication & Information • Employee Leadership Balance • Employee Involvement 	<ul style="list-style-type: none"> • Recruiting Process • Training for all Employees • Employee Performance Appraisals / Employee Opinion Surveys • Employee Information Systems • Leadership Methods • Employee Involvement / Reward and Recognition 	

- Health & Safety/ Environmental: si occupa della salute e sicurezza dell'ambiente lavorativo. Per fare questo vengono utilizzati tools come il metodo delle 5s il quale prevede 5 step standard per organizzare e ottimizzare lo spazio di lavoro al fine di migliorare la sicurezza, la qualità e i tempi di fermo.
- Quality: riguarda la qualità. Ha come obiettivo principale la riduzione degli scarti.
- Manufacturing excellent: alcuni degli obiettivi principali sono: l'efficienza dei processi, la standardizzazione dei processi, operatori qualificati e soprattutto la riduzione degli sprechi. In particolare, negli ambienti produttivi sono stati rilevati maggiormente 7 tipi diversi di sprechi: di stock, di sovrapproduzione, di trasporto, di scarto, di gestione, di

eccessiva elaborazione e di eccessivi tempi di attesa. L'obiettivo maggiore di questo pilastro è appunto ridurre e/o eliminare tali sprechi.

- **Logistics:** riguarda la logistica. Di conseguenza alcuni degli obiettivi sono: assicurare un corretto flusso dei materiali (cercando di ridurre il più possibile la movimentazione di materiali in quanto così facendo i lavoratori possono concentrarsi sul lavoro da svolgere), assicurare una corretta pianificazione della produzione (scheduling), ottimizzare la gestione delle scorte... Per fare queste attività alcuni dei tools che vengono utilizzati sono: metodologia FIFO e LIFO, filosofia Kanban, Supermarkets (sistema che permette la visualizzazione della domanda di materiali e/o componenti. Vedere quanto è stato consumato permette di capire in modo rapido cosa deve essere reintegrato).
- **Design Engineering:** questo è il pilastro all'interno del quale si trova l'attività di CRR. Si concentra infatti sulla riduzione costante dei rischi individuati in FMEA (CRR), sull'utilizzo del sistema PDP Scorecard per tenere traccia dell'avanzamento e dello stato dei progetti, sull'utilizzo delle Lesson Learned (strumento utilizzato per raccogliere le conoscenze e le esperienze che l'organizzazione genera nel corso delle proprie attività). Infine, si concentra sull'analisi Benchmarking al fine di definire le best practice e si occupa del Change Management (processo che viene utilizzato per gestire qualunque modifica di progetto del prodotto e/o processo).
- **Management:** alcuni degli obiettivi di questo pilastro sono: controllo dei KPI, definizione in modo efficace delle riunioni quotidiane con tutto il personale coinvolto, gestione delle attività di reporting.
- **Cost:** include tutte le attività volte al controllo e tracciamento dei costi. Alcuni dei tools utilizzati sono: la Bill of Material e l'MCRP (acronimo di Magna Cost Reduction Process, è un metodo che aiuta le divisioni Magna a implementare efficacemente i risparmi sui costi nelle aree di prodotto, processo, acquisto e confezionamento).
- **Human Resources:** riguarda i dipendenti. Di conseguenza, alcuni degli obiettivi sono: dipendenti qualificati, buona comunicazione e informazione, dipendenti motivati, coinvolgimento dei dipendenti. Tutto questo viene fatto attraverso un buon processo di recruiting, permettendo ai dipendenti di aggiornarsi costantemente attraverso dei training, chiedendo ai dipendenti di compilare dei sondaggi di gradimento in modo da rendere sempre più confortevole l'ambiente lavorativo.

Questi appena descritti rappresentano gli 8 pilastri del Mafact. Secondo Magna se questi pilastri vengono applicati nel modo corretto, la possibilità di avere un fallimento è molto bassa.

Uno degli obiettivi più importanti per Magna è la standardizzazione, in quanto se i processi vengono standardizzati è più difficile avere degli inconvenienti. Proprio per raggiungere questo scopo, Magna utilizza gli MQS. Esse sono delle linee guida molto dettagliate per redigere una procedura e nascono in quanto ogni stabilimento Magna ha delle peculiarità e non sarebbe possibile avere un procedura unica per qualsiasi processo. Di conseguenza, per ogni procedura c'è un MQS, da queste linee guida, poi ogni stabilimento realizzerà una sua procedura. Gli MQS sono i seguenti:

- MQS01: Continuous Risk Reduction
- MQS02: Layered Process Audits
- MQS03: Control of non-conforming Material
- MQS04: Quality Gates
- MQS05: Fast Response
- MQS06: Process Control Plan Management
- MQS07: Customer interface characteristics
- MQS08: Incoming Inspection and Material Receiving
- MQS09: Error Proofing and Detection Device Verification
- MQS10: Change Management
- MQS11: Warranty Management
- MQS12: Avoidance of wrong Deliveries

Il mio compito durante l'attività di tirocinio è stata quella di implementare la procedura del Continuous Risk Reduction partendo dalle linee guida Magna (contenute nell'MQS01).

4.2 La procedura del Continuous Risk Reduction (CRR)

Lo scopo di questa procedura è implementare una serie di miglioramenti nel tempo che permettono di ottimizzare i processi produttivi e di conseguenza la qualità del prodotto.

Serve a:

- Intervenire su problemi produttivi
- Migliorare la produttività delle linee
- Intervenire sui claim cliente per evitare incidenti ripetitivi
- Rafforzare i processi produttivi

Dopo aver osservato il processo produttivo (quest'ultimo è stato capito nei minimi dettagli anche grazie alla realizzazione della FMEA descritta nel capitolo precedente) e aver letto

l'MQS01 relativo alle linee guida, ho realizzato la procedura del CRR da utilizzare negli stabilimenti Magna Italia.

Essa prevede le seguenti fasi:

1. **Definizione del team di progetto:**

Per fare questo il mio compito è stato quello di parlare con tutte le funzioni aziendali coinvolte nell'azienda al fine di capire quelle che potessero essere le migliori figure da coinvolgere per questa procedura e i compiti che ogni persona doveva avere.

2. **Identificare i rischi di progetto:**

I rischi di progetto vengono identificati attraverso la tecnica FMEA e attraverso i claim cliente (questi in generale sono i primi che devono essere risolti perché essendo guasti che derivano dal cliente, causano una perdita economica maggiore).

Come visto nel capitolo precedente, in FMEA abbiamo come indice di rischio l'RPN (dato dal rapporto tra severity, occurrence e detection) e l'Action Priority. La selezione del rischio deve dare priorità alle questioni significative sulla base del seguente criterio (come indicato nell'MQS01):

“Tutti i rischi con Action Priority “alto” come minimo. Se non esistono action priority con rating alto, occorre proseguire con i livelli successivi.”

Quindi l'ordine di selezione è: Alto-Medio-Basso. Questo qual ora il cliente non faccia richieste specifiche, in tal caso si darà priorità a quelle.

Secondo l'MQS01, sulla base delle precedenti considerazioni, occorre selezionare 5 rischi per quadrimestre sui quali operare.

3. **Classificazione del rischio**

In questa terza fase occorre classificare il rischio che può essere:

- Specifico: se il rischio e l'azione correttiva sono collegati ad un prodotto/processo specifico. Es: modifica su attrezzature e/o stampi
- Sistemico: se il rischio e l'azione correttiva sono applicabili a gruppi di prodotti/processi. Es: errori nei controlli estetici

4. Pre-studio di fattibilità

In questa fase è necessario analizzare la fattibilità dell'azione correttiva in modo che quest'ultima possa essere presentata al management. Per fare questo bisogna fare un'analisi costi- benefici. Tale analisi consiste nel confrontare in termini monetari i benefici che si otterrebbero realizzando quell'attività con il relativo costo. Se il rapporto benefici/costi è maggiore di 1 vuol dire che prevalgono i benefici e quindi è conveniente intraprendere l'attività; se il rapporto è minore di 1 non conviene realizzare quell'attività. Analizzando i costi dell'azienda ho potuto notare che mentre i benefici erano più facilmente stimabili, la stessa cosa non si poteva dire per i costi. Questo perché, in alcuni casi l'azione di mitigazione consiste nell'introdurre una nuova macchina, e chiaramente risulta più complesso stimare il costo di acquisto di una macchina perché esso dipende anche dal tipo di fornitore che la fornisce. Per questo, in questi casi ci si rivolge a 3 fornitori differenti che elaboreranno una loro proposta di prezzo, e l'azienda poi deciderà da quale fornitore rifornirsi. L'output di questa fase sarà costituita dai rischi che hanno superato il pre-studio di fattibilità.

5. Compilazione del CRR report e validazione dei risultati

Il CRR report è un documento che sintetizza le informazioni rilevanti dei rischi che sono stati selezionati e ne monitora l'esecuzione. Tale documento (che vedremo nel dettaglio nel paragrafo successivo) è stato realizzato da me e poi approvato dalla qualità.

6. Risultati raggiunti

Una volta eseguite tutte le attività e validati i risultati ottenuti, è necessario redigere una relazione di sintesi del CRR nel quale viene documentato cosa e come è stato fatto e quali benefici si sono ottenuti. Tali risultati devono poi essere comunicati nella riunione di riesame della direzione e con cadenza quadrimestrale il report deve essere condiviso nella riunione con i dipendenti.

Al termine della validazione dei risultati è possibile redigere una Lesson Learned. Esse rappresentano un'evidenza delle azioni migliorative intraprese e permettono di costruire un patrimonio di conoscenze per tutti i membri dell'organizzazione da utilizzare per progetti futuri.

4.3 Realizzazione del CRR report

Il CRR report è un documento che traccia l’action plan su gli elementi di rischio selezionati. E’ importante che questo documento contenga tutte le informazioni necessarie in quanto, una volta selezionati i rischi, è l’unico documento che verrà utilizzato e quello che dovrà essere presentato al management per l’approvazione della attività.

Il CRR report si presenta nel seguente modo:


Continuous Risk Reduction Report

New Entry
Update the Summary Report
\$ 0 invested for risk reduction

Date	Nr.	Affected Area(s)	Type of Risk	Failure mode / Description of Risk	Source	Claim number	Action(s)		Due Date	Action owner	Risk ORIGINAL				
											S	O	D	RPN	AP
Date of entry DD.MM.YY	CRR-R Nr.	Manufacturing area / Project / Work station / Process step	Drop down	Description of problem and risk	Drop down		Description of defined action(s)	Feasibility	DD.MM.YY	Only one responsible per action	According to local FMEA process				

Reduced occurrence

Improved detection

- No action taken
- Decision Open
- Implementation pending
- Under verification
- Completed
- Rejected

Risk NEW					Costs of Implementation	Benefit of Implementation in 1 year	B/C	Status	RPN Target	Verification effectiveness			Reason(s) for the Rejection	Summary Report
S	O	D	RPN	AP						Date of verification	Owner	Result		
According to local FMEA process					Local Currency			Drop down				If rejected, reason(s) have to be filled in	Relevant for report	
			0		40.000 €	50.000 €	1,25					Approved		
			0											

Tabella 9 - CRR report Template

Troviamo le seguenti colonne:

- Date: Data di entrata nel CRR report
- Number: è un progressivo che indica il numero della failure nel CRR report
- Affected Area: prodotto e/o linea su cui si è manifestata la failure
- Type of risk: sistemico o specifico
- Failure mode/ Description of risk: descrizione del problema
- Source: origine della failure che può essere: Problema produttivo, PFMEA, DFMEA o claim cliente
- Claim number: se la failure è un claim cliente, occorre inserire il suo numero identificativo

- Action: azione intrapresa per intervenire sulla failure
- Due date: data di scadenza per terminare l'azione
- Owner: responsabile dell'azione correttiva
- Risk Original: vengono indicati i valori di Severity, Occurrence, Detection, RPN e Action Priority prima dell'azione correttiva
- Risk New: vengono indicati i valori di Severity, Occurrence, Detection, RPN e Action Priority stimati dopo l'azione correttiva
- Cost of implementation: costo per realizzare l'azione correttiva
- Benefit of implementation in 1 year: benefici stimati in un anno qualora si realizzasse l'azione correttiva
- B/C: rapporto Benefici su Costi
- Status: stato dell'attività. Lo stato dell'attività può essere:
 - No action taken: nessuna azione è stata intrapresa per ridurre il rischio evidenziato
 - Decision open: la decisione è ancora aperta per due possibili motivi:
 - sono già stati definiti action plan e costi ma si sta valutando se effettuare o meno l'attività
 - l'action plan non è stato accettato e deve essere rivisto entro 2 settimane
 - Implementation pending: le attività di implementazione sono in corso
 - Under verification: le attività sono state intraprese e si sta valutando la loro efficacia
 - Completed: attività completata
 - Rejected: si è deciso di non intraprendere alcuna attività riguardo al rischio in oggetto. Occorre inserire la motivazione della scelta all'interno del report
- RPN target: indicato anche in PFMEA
- Verification effectiveness: data di verifica, responsabile della verifica e risultato ottenuto dall'azione
- Reason for the rejection: se l'attività non è stata intrapresa, occorre indicare in questa sezione la motivazione.

Osservando le colonne presenti in questo documento è possibile osservare come questo venga compilato in momenti diversi. Per cui, ogni volta che è disponibile una nuova informazione, viene aggiornato il CRR report.

4.4 Implementazione della procedura nel plant

L'obiettivo iniziale era quello di applicare la procedura a un unico progetto, detto Progetto Pilota. Tale progetto doveva essere il Maserati M182 di cui nel capitolo precedente è stata fatta la FMEA. Dopo una approfondita riunione con tutto il personale del plant, si è deciso di estendere la procedura a tutto il plant in quanto applicarla solo a un unico prodotto risultava troppo riduttivo. Di conseguenza, dovendo secondo la procedura selezionare solo 5 rischi per quadrimestre, è stata fatta successivamente un'altra riunione con i Program Manager di ogni progetto al fine di selezionare i 5 rischi più urgenti e/o dannosi da portare avanti nel quadrimestre successivo.

Nel paragrafo precedente, si è visto come la procedura del CRR sia costituita dalle seguenti fasi:

1. **Definizione del team di progetto:**

Dopo aver fatto delle brevi interviste a tutto il personale del plant, ho definito il team di lavoro, il quale sarà costituito dalle seguenti figure:

Attività	Responsabile	Supporto
Fornire sufficienti risorse e infrastrutture per implementare lo standard all'interno del plant	General Manager	
Definizione del metodo e requisiti del processo CRR	Production Process Engineering Manager	Cross Functional team
Standardizzare il processo di CRR	Production Process Engineering Manager	Cross Functional team
Assicurare la partecipazione di tutti i membri del team al fine di rispettare le attività programmate	Production Process Engineer	Cross Functional team
Guidare il processo del CRR all'interno del plant	Production Process Engineer	General Manager/Assistent general manager
Aggiornare il report CRR con: attività, costi, owner e date di implementazione	Production Process Engineer	Cross Functional team
Approvare le spese per completare le attività	General Manager/Assistent general manager	
Assicurare il rispetto delle tempistiche e il completamento delle attività approvate	Production Process Engineering	General manager
Verificare l'efficacia delle attività	Production Process Engineer	Cross Functional team

Tabella 10 - Figure coinvolte nella procedura del CRR

Il Cross Functional team è costituito dalle seguenti figure:

- Process Engineer (PE)
- Quality Engineer (QE)
- CRR coordinator
- Program Process Engineer (PPE)

Una volta definite le persone da coinvolgere, ho organizzato personalmente una riunione con le figure appena citate al fine di illustrare la procedura e il lavoro che dovranno svolgere.

2. **Identificare i rischi di progetto**

Devono essere selezionati 5 rischi da portare avanti per ogni quadrimestre. Per fare questo, ho selezionato insieme al Process Engineer e al Program Manager di ogni progetto, 2 possibili rischi; dopodiché, è stata fatta una riunione con tutto il team di lavoro e sono emersi i 5 rischi più urgenti e/o significativi del plant:

- **Allarme non funzionante correttamente:**

Il problema era che al cliente arrivavano antifurti non funzionanti, nonostante al collaudo l'antifurto risultava conforme. Questo accadeva perché nel collaudo si controllavano solo i sensori volumetrici (i quali emettono e ricevono ultrasuoni), ma il problema riguardava la comunicazione con la macchina.

La soluzione ipotizzata prevede di simulare la comunicazione tra antifurto e body computer della vettura direttamente sul collaudo di end of line. Questo ha portato a dover fare una modifica software al collaudo in modo da permettergli di eseguire un self test dell'antifurto.

Tale problema risulta essere molto urgente sia perché è un claim cliente e sia perché oltre ad essersi manifestato sulla linea 111 (plafoniera anteriore Maserati M157), si è manifestato anche sulla linea 118 (plafoniera anteriore Alfa Romeo). Le due linee devono essere trattate separatamente perché il problema è lo stesso ma il costruttore dell'antifurto no, in quanto quest'ultimo è imposto dal costruttore della macchina. Di conseguenza, la soluzione trovata è la stessa, ma la modifica software da fare sarà diversa. Per questo primo quadrimestre, si è deciso di occuparsi solo della linea 118.

- **Gasket non spellicolata correttamente**

Tale failure si è manifestata sul Maserati M182 ed è stata già descritta nel paragrafo 3.4

- **Lampada non funzionante**

Questa failure riguarda la linea 1 (plafoniera anteriore FIAT) ed è un customer claim. La lampadina era non funzionante a causa di una cricca/fessurazione creatasi durante la lavorazione. Questa cricca fa entrare ossigeno nella lampadina e si innesca una reazione di ossidazione; tale ossidazione porta la lampadina a diventare di colore bianco e a non funzionare più. Per risolvere

questo problema è stata implementata una nuova stazione di End of Line che verifica il decadimento di tensione ed effettua una foto per intercettare lo sbiancamento della lampadina.



Figura 38 - A sx lampadina KO, a dx lampadina conforme

- **Microfono non funzionante**

Anche questa failure riguarda la plafoniera anteriore FIAT e nello specifico il microfono che serve per il bluetooth della macchina. Inizialmente questo tipo di controllo non veniva fatto in quanto la plafoniera è molto datata e il microfono per il bluetooth non era previsto. Di conseguenza, per controllare la funzionalità del microfono è stato aggiunto un nuovo banco di collaudo (quest'ultimo sarà lo stesso utilizzato per la failure precedente)

- **Flickering**

Il flickering viene comunemente chiamato “sfarfallio” e rappresenta una situazione in cui la luce tende a non rimanere costante nel tempo, ma “sfarfalla”. Esso viene definito nel seguente modo:

“ il fenomeno del flickering è definito come la percezione di instabilità visiva indotta da uno stimolo luminoso la cui luminanza, o distribuzione spettrale, fluttua nel tempo, per un osservatore statico in un ambiente statico. (Pubblicazione CIE TN 006:2016).⁶

⁶ FONTE: [LED, l'importanza dei fenomeni Flicker ed effetto stroboscopico nella progettazione \(commercioelettrico.com\)](http://LED, l'importanza dei fenomeni Flicker ed effetto stroboscopico nella progettazione (commercioelettrico.com))

Ad oggi, non è possibile risolvere totalmente il problema del flickering. Di conseguenza, quello che si fa è cercare di raffinare la misurazione della corrente, in modo da poter rilevare la failure con più facilità (cercare quindi di abbassare la detection). In generale, è noto che la corrente ha un andamento di questo tipo:

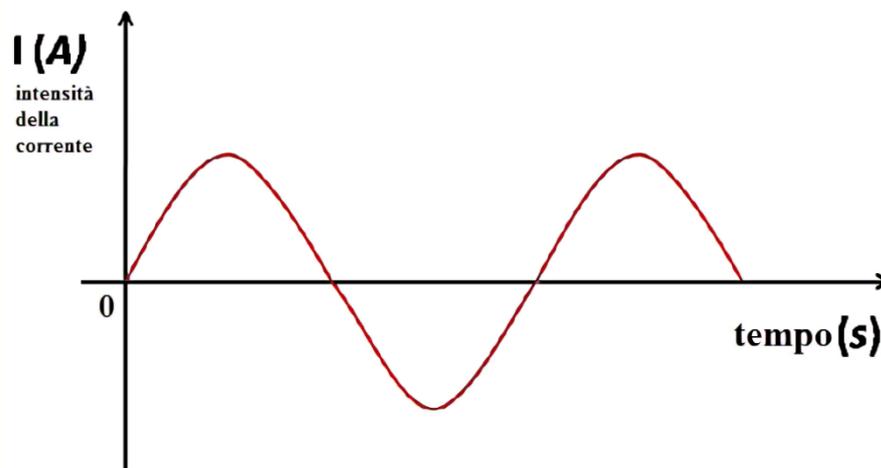


Figura 39 - Andamento della corrente alternata

Per misurare la corrente vengono fatti dei campionamenti, più l'intervallo è piccolo maggiore è la precisione. Il problema è che normalmente vengono fatti pochi campionamenti, di conseguenza potrebbe capitare che in quel momento il fanale non “sfarfalla” e viene definito conforme. Per risolvere questo problema e cercare di identificare in maniera più efficace il flickering occorre migliorare la tecnologia sul banco di collaudo. Tale problema si è verificato dapprima sul Maserati M240 e poi successivamente c'è stato un reclamo cliente anche da parte di Rolls Royce. L'idea è quindi quella di utilizzare un banco di collaudo comune, sul Maserati M240 verranno fatte modifiche sostanziali di hardware/software (essendo una linea più datata), mentre sul Rolls Royce 25 verrà fatta solo un'integrazione. Per completezza, l'integrazione fatta sul RR 25 verrà fatta anche sulla linea del Maserati M189.

3. Classificazione del rischio

Allarme non funzionante correttamente: sistemico in quanto richiede una modifica che è applicabile a gruppi di prodotti/processi.

Gasket non spellicolata correttamente: di prodotto e/o processo in quanto può essere applicato soltanto su quella linea

Lampada non funzionante: di prodotto e/o processo

Microfono non funzionante: di prodotto e/o processo

Flickering: sistemico

4. Pre-studio di fattibilità

Per valutare la fattibilità dell'azione correttiva sono stati analizzati i benefici e i costi. Nello specifico, la stima dei benefici è stata demandata al lato Project Management ed essi sono stati calcolati su un anno. Per ogni singola attività è stata dedotta la tipologia di vantaggio che ne può derivare, ovvero risparmio tempi, risparmio costi, e miglioramento della qualità del prodotto.

In generale l'approccio utilizzato è stato: per quanto riguarda il risparmio dei tempi, si è partiti stimando il risparmio in secondi sulla singola attività e moltiplicando tale risparmio per il numero di volte annuo in cui tale operazione viene eseguita. A questo punto, stimando un costo lordo di un dipendente di circa 25€/h, è stato calcolato il risparmio medio, ipotizzando dunque una riduzione del personale necessario, conseguente a una maggior efficienza lato tempi. Per quanto riguarda il risparmio dei costi, sono stati considerati gli scarti, e quindi il risparmio di materiali e attrezzature che avremmo qual ora quel prodotto fosse conforme. Il miglioramento in termini di qualità invece non è stato considerato come un vantaggio in termini monetari, ma come un miglioramento della credibilità dell'azienda in quanto se migliora la qualità ci saranno meno claim cliente.

Come già detto, tale attività è stata demandata lato Project Management ed, essendo questi dati sensibili per l'azienda, è possibile presentare in questo elaborato solo il valore finale dei benefici .

I benefici/anno stimati per ogni attività sono i seguenti:

Allarme non funzionante correttamente: 5.300 €

Gasket non spellicolata correttamente: 100 €

Lampada non funzionante: 58.000 €

Microfono non funzionante: 58.000 €

Flickering: 35.000 €

Per quanto riguarda i costi, per ogni singola attività ci si è rivolti a 3 fornitori diversi, i quali hanno elaborato una proposta e sulla base della convenienza economica se n'è scelta una.

Qui di seguito la proposta vincente per ogni singola attività:

Allarme non funzionante correttamente:

E.C.B. S.r.l.

[REDACTED]	
TIPO DI DOCUMENTO OFFERTA COMMERCIALE	CLIENTE
NUMERO 117/2022	MAGNA LIGHTING S.p.A. Via Ettore Bugatti, 2 10124 Moncalieri (TO)
VALIDITÀ E DATA Rivoli, 29/04/2022	
DESTINATARIO Alla cortese attenzione del Sig. [REDACTED]	

RingraziandoVi per averci interpellati, Vi sottoponiamo la nostra migliore offerta relativa alla fornitura sottoelencata:

MODIFICA STRUMENTO SU STAZIONE DI COLLAUDO PLAFONIERA ALFA 952

La modifica consiste in

- Prelievo strumento presso Vs. sede
- Installazione scheda di I/O aggiuntiva
- Installazione scheda relè aggiuntiva
- Installazione alimentatore 12 V DC di servizio per interfaccia LIN
- Installazione interfaccia LIN NI USB-8506 o equivalente
- Modifica cablaggio elettrico interno allo strumento
- Modifica software per implementare un passo di collaudo aggiuntivo nel quale si replica il funzionamento della plafoniera in vettura per rilevare eventuali anomalie che si manifestano solo armando l'antifurto
- Riconsegna strumento presso Vs. sede
- Prove ed assistenza all'avviamento in produzione presso Vs. sede

L'unica specifica al momento disponibile sulla base della quale è stata stimata l'entità della modifica software è il seguente screenshot estrapolato dall'ultima conference call con MetaSystem. Qualsiasi eventuale implementazione aggiuntiva è da considerarsi ESCLUSA dalla presente offerta.

39	LIN - Diagnostica Self-Test	Valgono le stesse premesse dello step 34.	Inviare il comando LIN "Go-To-Sleep" tramite un LIN Master 55 3C 00 FF EE EE EE EE EE EE 00 Inviare un Wake-Up LIN (impulso basso min 250ms - max 50ms) Inviare un messaggio di richiesta diagnosi (req_diagn con diagnosi) via LIN 55 C1 FF 00 01 00 12 34 EF Verificare la corretta risposta del DUT inviando il messaggio di richiesta di stato LIN a AM via LIN in polling, attendendo non più di 5s. 55 E2 55 01	Verificare la risposta del DUT: 8yn2: bit1=0 bit3=1 8yn2: bit1=0 bit3=1
----	--------------------------------	---	--	---

COMPLESSIVI € 4.500

Gasket non spellicolata correttamente:

Tale failure è stata risolta internamente. I tools hanno un costo di circa 3,50 € al pezzo, mentre il costo della manodopera non è stimabile in quanto i tools sono stati montati dal personale durante la loro normale attività lavorativa. Sono stati inseriti 7 tools, per cui il costo complessivo è di 24,50 €.

Lampada non funzionante:

E.C.B. S.r.l.

[REDACTED]
o Dichiarazione di conformità CE in lingua italiana in formato PDF
• Trasporto e consegna presso il Vs. stabilimento di Moncalieri
• Installazione e assistenza alla messa in funzione presso il Vs. stabilimento di Moncalieri (allacciamenti agli impianti esclusi)
La presente offerta è stata formulata con riferimento ai seguenti documenti
• "DESCRIZIONE Nuovo Banco Stand Alone.docx"
• "FCD-0755 Rev.Y - Magna Lighting Equipment S.p.A. data 16/04/2021"
• "ME 64 EOL functional test at customer.pdf" ricevuta [REDACTED]
Qualsiasi modifica e/o implementazione aggiuntiva non esplicitamente menzionata nella presente offerta è da considerarsi escluso dalla fornitura.

COMPLESSIVI € 46.000

OPZIONE 1 - COLLAUDO PLAFONIERE VERSIONE NIGHT PANEL

L'opzione consiste in

- 1 slitta pneumatica per movimentazione contattazione elettrica
- 1 contattazione con contatti a molla INGUN e placchetta ceramica frontale
- 1 circuito di misura interfacciato con il PLC per il controllo dell'assorbimento dei LED comprensivo di
 - o Alimentatore a tensione fissa
 - o Interruttore a stato solido
 - o Voltmetro
 - o Amperometro

Microfono non funzionante: Stessa offerta della precedente in quanto il banco di collaudo è in comune

Flickering:

EL-SY s.r.l. capitale sociale 99.000 € int. vers.
elettronica industriale • automazioni

GLOBE
SISTEMI

DESCRIZIONE FORNITURA:

Integrazione posaggio M240 su banco EOL RR25

M240
Gestione ciclo automatico per processare nuovo modello con integrazione sw PLC per interfaccio con pannello operatore
Modifica sw test elettrico ECB per :

- Collaudo M240
- Gestione controllo flickering
- Gestione controllo assorbimento leds
- Integrazione interlocking con tracciabilità

Aggiunta di N° 2 telecamere Keyence CWX + espansione controllore
Integrazione staffe di fissaggio telecamere con pattini di regolazione
Integrazione programma di tracciabilità su modello 240

Integrazione M 189
Modifica sw test elettrico ECB per :

- Gestione controllo flickering
- Gestione controllo assorbimento leds
- Integrazione interlocking con tracciabilità

Integrazione RR 25
Modifica sw test elettrico ECB per :

- Gestione controllo flickering
- Gestione controllo assorbimento led
- Integrazione interlocking con tracciabilità

Non incluse modifiche meccaniche ed elettriche sui carrelli di M240.
Non è stato considerato il lavoro di realizzazione dei nuovi programmi telecamere, si prevede di prendere gli attuali programmi e trasferirli sulle nuove telecamere.

DESCRIZIONE COSTI

Totale costo	38.450 €
Prezzo a voi riservato	27.000 €

CONDIZIONI DI VENDITA

- 1 - Prezzi: I.V.A. esclusa
- 2 - I.V.A. : 22%
- 3 - Trasporto: incluso
- 4 - Collaudo: incluso
- 5 - Installazione: inclusa
- 6 - Garanzia : 12 mesi dalla consegna
- 7 - Consegna: consegna in 6 settimane da ricevimento ordine
- 8 - Pagamenti: 100% 60 gg.

Una volta stimati i benefici e definiti i costi di realizzazione, è possibile calcolare il B/C. E' possibile osservare che in tutti e cinque i casi tale rapporto è sempre maggiore di 1, di conseguenza tutte le attività risultano essere fattibili.

Avendo a disposizione tutti i dati necessari, è stata fatta una riunione con me, il CRR coordinator, il General Manager e il Production Process Engineer Manager per l'approvazione delle attività. Una volta accertata la fattibilità delle azioni, tutte le attività sono state accettate: è quindi possibile procedere con la loro implementazione.

5. Compilazione del CRR report e validazione dei risultati

A questo punto si può procedere con la compilazione del CRR report, il quale verrà compilato dal CRR coordinator e, al termine della compilazione, assegnerà ogni attività a un Process Engineer. Il CRR report è stato compilato nel seguente modo:

Date	Nr.	Affected Area(s)	Type of Risk	Failure mode / Description of Risk	Source	Claim number	2			Due Date	Action owner
Date of entry DD.MM.YY	CRR - R.Nr.	Manufacturing area / Project / Work station / Process step	Drop down	Description of problem and risk	Drop down		Description of defined action(s)	Feasibility	DD.MM.YY	Only one responsible per action	
12/04/22	1	Linea 118	Systemic	Allarme non funzionante correttamente	Customer Claim	5894509	implementazione di un nuovo software di EOL che testa la funzionalità del microfono tramite connessione LIN	si	22/08/2022	Process Engineer 1	
12/04/22	2	Maserati M182	Product/ process specific	Gasket non spellicolata correttamente	PFMEA		Inserimento di tools che permettono di controllare la corretta spellicolatura	si	22/08/2022	Process Engineer 1	
12/04/22	3	Linea 1	Product/ process specific	Lampada non funzionante a causa di una crepa che può portare alla combustione del filamento dopo EOL	Customer Claim	6000349	Implementare una nuova macchina di test dopo EOL che testa il decadimento della lampada in un periodo di tempo	si	22/08/2022	Process Engineer 2	
12/04/22	4	Linea 1	Product/ process specific	Mancata funzionalità del microfono	Customer Claim	6000390	Implementare una nuova macchina di test dopo EOL che testa il funzionamento del microfono	si	22/08/2022	Process Engineer 2	
12/04/22	5	Maserati M240	Systemic	Flickering della lampada mentre sono attivate più funzioni	Customer Claim	617176768	Modifica del software/hardware per rilevare questo difetto	si	28/08/2022	Process Engineer 3	

Risk ORIGINAL					Risk NEW					Costs of Implementation	Benefit of Implementation in 1 year	B/C	Status	RPN Target	Verification effectiveness		
S	O	D	RPN	AP	S	O	D	RPN	AP						Date of verification	Owner	Result
According to local FMEA process					According to local FMEA process					Local Currency			Drop down				
8	3	6	144	M	8	3	2	48	L	4.500 €	5.300 €	1,1778	Completed	100	31/08/2022	CRR coordinator	OK
8	4	3	96	M	8	3	1	24	L	24,5 €	100 €	4,0816	Completed	100	31/08/2022	CRR coordinator	OK
8	4	6	192	M	8	4	2	64	M	46.000 €	58.000 €	1,2609	Completed	100	31/08/2022	CRR coordinator	OK
8	4	7	224	H	8	4	2	64	M	46.000 €	58.000 €	1,2609	Completed	100	31/08/2022	CRR coordinator	OK
8	3	6	144	M	8	3	2	48	L	27.000 €	35.000 €	1,2963	Implementation pending	100			

Tabella 11- CRR compilato

Dalla tabella del CRR report è possibile notare come alcune attività siano state completate e altre invece no. Nel dettaglio:

Allarme non funzionante correttamente:

L'azione di mitigazione ha richiesto l'implementazione di un nuovo software di EOL. Avendo a che fare con dati sensibili non mi è stato concesso di documentare la modifica tramite una foto.

Gasket non spellicolata correttamente:

L'azione di mitigazione richiedeva l'inserimento di tools aggiuntivi per controllare la corretta eliminazione della carta di sacrificio.



Figura 40 - Attività 2 implementata

Lampada non funzionante e Microfono non funzionante:

L'azione di mitigazione richiedeva per il primo caso l'introduzione di una nuova macchina che testa il decadimento della macchina in un certo periodo. Il secondo caso richiedeva un nuovo banco di collaudo (lo stesso del primo caso) per controllare la funzionalità del microfono. Entrambe le attività sono state implementate nel modo corretto.

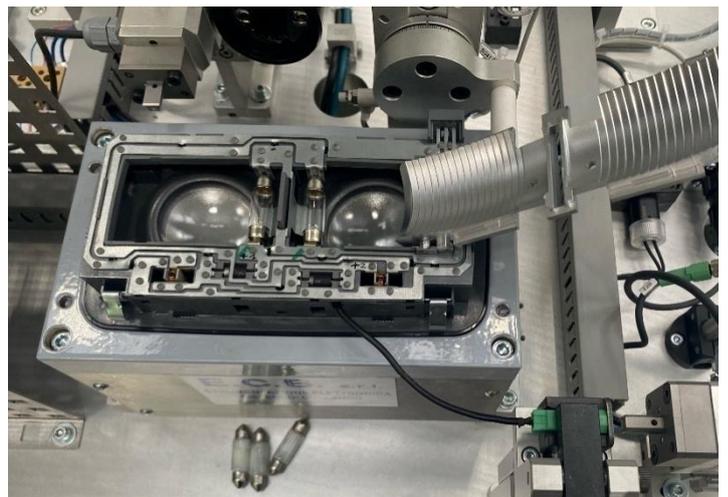


Figura 41 - Attività 3 e 4 implementate

Flickering:

Quest'ultima attività è ancora in fase di implementazione. L'attività non è stata portata a termine in quanto vi sono stati inizialmente problemi burocratici per quanto riguarda l'accettazione dell'offerta. Inoltre, il fornitore aveva garantito la consegna entro fine luglio, ma, a causa di problemi nella realizzazione del software, essa è slittata a fine agosto.

Infine, nel mese di luglio il cliente Rolls Royce ha chiesto delle significative modifiche del fanale le quali richiedono una sostanziale modifica delle operazioni e delle attrezzature. Essendo che il banco di collaudo è comune tra Maserati e Rolls Royce, si è deciso di rinviare questa attività al 20/12. Verrà quindi fatta prima la modifica di tutte le operazioni e attrezzature del RR e dopodiché si passerà a implementare l'attività.

6. Risultati raggiunti

Come già detto nei paragrafi precedenti, l'attività del CRR ha valenza quadrimestrale. Infatti, per ogni quadrimestre devono essere selezionati 5 nuovi rischi da implementare al fine di migliorare sempre più la qualità dei prodotti e ridurre gli sprechi e incidenti ripetitivi. Al termine di questo primo quadrimestre (12/08), si sono analizzate tutte le linee in esame per verificare se tali attività hanno avuto esito positivo.

Nello specifico, si sono osservate tutte le linee produrre per circa 20 giorni, e in tutti i casi si è notato un'effettiva riduzione sia dell'occurrence che della detection.

Tali risultati sono stati in seguito condivisi con tutto il personale del plant.

Infine, avendo ottenuto risultati positivi, per ogni failure è stata redatta, utilizzando il seguente template, una Lesson Learned:

Lessons Learned Review FCD-3866
Rev.B

+

Date:	Time:
Program:	Location:
Gate:	
Attendees: (Magne)	

Lessons Learned / Best Practices Review – PAST PROGRAMS

Incorporate a review of past CAR's, PAR's, Customer Incidents, and Best Practice Updates

Item:	Lesson Learned / Best Practice:	Incorporate By:	Responsible:
1			
2			
3			
4			
5			

All open items to be captured in program open issues list

Lessons Learned / Best Practices Review – CURRENT PROGRAM

What was learned during the phase of this project that needs to be captured in a Lesson Learned / Best Practice

Item:	Lesson Learned / Best Practice:	Incorporate By:	Responsible:
1			
2			
3			
4			
5			

All open items to be captured in program open issues list

SIGN OFF OF EVENT COMPLETE Y/N

	Name:	Signature:	Date:
Program Manager			
Quality Engineer			
Product Engineer			
Tooling Engineer			
Manufacturing Engineer			
Other			

Tabella 12 - Template Lesson Learned

Le Lesson Learned vengono definite quando vengono trovate e implementate una o più contromisure a problematiche e criticità emerse durante lo sviluppo di un processo.

Inoltre, vengono realizzate al fine di congelare le soluzioni e contromisure trovate in modo da farle entrare nel patrimonio conoscitivo dell'organizzazione che potrà utilizzarle per futuri progetti

CONCLUSIONI E PROBLEMI RISCONTRATI

Uno dei problemi maggiormente riscontrati riguardava la mancanza di un database correttamente aggiornato. In particolare, molte linee presentavano FMEA datate e, in alcuni casi, si è fatto ricorso alla memoria del personale per identificare i problemi maggiormente ricorrenti all'interno del plant. Di conseguenza, in alcuni casi, le varie analisi non avevano un fondamento statistico in quanto il personale non era in grado di definire precisamente un valore di occurrence.

Un altro problema riscontrato è stato quello di far partecipare attivamente il personale del plant alle riunioni settimanali di aggiornamento, questo perché essendo Magna una realtà internazionale e non avendo mai realizzato un'attività di questo tipo, il personale spesso dava priorità alla normale routine lavorativa. Infatti, inizialmente il personale partecipava attivamente alle riunioni settimanali, dopodiché alcune persone si sono presentate sempre meno. Per cercare di risolvere questo inconveniente, ho cercato il più possibile di interagire con loro singolarmente, al di fuori della riunione settimanale.

Il 31/08 sono state validate tutte le attività che si era deciso di implementare (a eccezione del flickering) e, dopo aver condiviso i risultati dell'attività con tutto il personale, gli stessi si sono ricreduti sull'attività e sui vantaggi che è possibile trarre. Proprio per questo si sono impegnati sia a continuare l'attività anche nel prossimo quadrimestre, sia a tenere aggiornate il più possibile le FMEA. Infatti, sono stati già selezionati i 5 rischi da portare avanti nel prossimo quadrimestre:

07/09/22	6	Linea 118	Product/ process specific	Reclamo cliente per malfunzionamento del sistema di allarme nella plafoniera	Customer Claim		Implementazione di un modulo in EOL, che consente all'EOL di comunicare con il sistema di allarme e verificarne la funzionalità mediante autodiagnosi eseguita anche nel veicolo	07/01/2023	Process Engineer 2
07/09/22	7	Maserati M182	Product/ process specific	PCB danneggiato/ non posizionato correttamente durante il montaggio con il gruppo guida luce + riflettore	Customer Claim		Modifica del corpo e guida luce che permette di guidare il posizionamento del PCB	07/01/2023	Process Engineer 1
07/09/22	8	Maserati M182	Product/ process specific	Impurità non eliminate dalla stazione di pulizia prima della saldatura	Production Issue		Modifica del sistema di pulizia, si passerà da barra singola con ugelli multipli a ugello singolo ionizzato attivabile singolarmente. Ciò consente di avere più pressione dell'aria per la pulizia	07/01/2023	Process Engineer 1
07/09/22	9	Linea 14	Product/ process specific	Etichetta cliente stampata senza una lettera	Customer Claim		Implementazione di una nuova telecamera con sistema OCV che rileva e verifica la completezza dell'etichetta del cliente	07/01/2023	Process Engineer 3
07/09/22	10	Linea 19	Product/ process specific	A causa del tempo ciclo della saldatrice non c'è tempo per controllare l'estetica dei pezzi	Production Issue		Installazione di un nuovo PLC nella saldatrice con un miglior tempo di reazione che permette di ridurre il tempo ciclo e controllare i pezzi	07/01/2023	Process Engineer 1

8	3	7	168	M	8	3	2	48	L	/	/	Implementation pending	100			
8	4	3	96	M	8	2	3	48	L	/	/	Implementation pending	100			
8	4	3	96	M	8	2	3	48	L	/	/	Implementation pending	100			
8	3	6	144	M	8	3	2	48	L	/	/	Implementation pending	100			
8	4	6	192	M	8	3	2	48	L	/	/	Implementation pending	100			

Tabella 13 - CRR aggiornato al 7/09

BIBLIOGRAFIA E SITOGRAFIA

- Hu-Chen Liu, Jian-Xin You, Xue-Feng Ding, Qiang Su: A Multi-Criteria Approach for FMEA in Product Development in Industry 4.0
- Braglia, M. (2000). MAFMA: multi-attribute failure mode analysis. *International Journal of Quality & Reliability Management*, 17, 1017–1033.
- Braglia, M., & Bevilacqua, M. (2000). Fuzzy modelling and analytical hierarchy processing as a means of quantifying risk levels associated with failure modes in production systems. *Technology, Law and Insurance*, 5, 125–134.
- Materiale fornito da Olsa
- Materiale fornito da Magna
- VDA FMEA Handbook, edition 2019
- Failure Mode and Effects Analysis: FMEA from Theory to Execution
- FMEA - Applicazione all'Analisi dei Rischi di Progetto, Tesi di Matteo Maria Vanoli
- www.mitconsulting.it
- www.sixsigmaperformance.it
- www.leancompany.it
- www.rivistaitalianadipublicmanagement.it
- [Che cos'è il World Class Manufacturing: WCM? - Gruppo Ingegneria | Società di Ingegneria a Bologna](#)
- [WCM World Class Manufacturing: Pilastri Metodologia - Bonfiglioli Consulting \(bcsoa.it\)](#)
- [Atti9°SEMINARIO_2014 \(puntosicuro.it\)](#)
- commercioelettrico.com

RINGRAZIAMENTI

Sono finalmente arrivata al capolinea di questa bellissima e faticosa esperienza. Questi 5 anni di università mi hanno permesso di crescere molto, di conoscere tante persone diverse e di vivere due città bellissime.

Quando sono arrivata a Torino non è stato tutto facile, mi sono dovuta scontrare con una pandemia mondiale e con la Dad che non mi hanno permesso di vivere il primo anno come avrei voluto. A questo poi si sono aggiunte le innumerevoli difficoltà dovute a una nuova università e una nuova città. Tutto questo mi ha portato più volte a pensare: “Ma chi me l’ha fatta fare di trasferirmi a Torino”. Ma poi, bastava semplicemente uscire a fare una passeggiata e la bellezza di Torino faceva passare in secondo piano tutte le difficoltà.

Ringrazio quindi innanzitutto questa splendida città che mi ha stupito dal primo giorno e ogni giorno continua a farlo sempre di più.

Ringrazio mio padre, per essere da sempre la colonna portante della mia vita, per avere sempre il consiglio giusto che mi tranquillizza.

Ringrazio mia madre, perché si è sempre presa cura di me in tutti i miei alti e bassi di questi anni, assecondandomi e mai con giudizio.

Ringrazio mia sorella, che con le sue frasi: “Vabbè a mali estremi puoi fare la mia segretaria”, mi ha involontariamente spinto a fare sempre meglio e a laurearmi il prima possibile. Non smetterò comunque in futuro di considerare l’ipotesi di farle da segretaria.

Ringrazio i miei amici, presenti e non presenti. Nella mia vita ho sempre pensato che fosse meglio avere pochi amici ma buoni. Infatti, tutte le persone che ad oggi mi circondano sono ormai da anni delle costanti nella mia vita.

Grazie Simona per essere mia sorella dal giorno zero, grazie perché gli anni continuano a passare e la vita a evolversi, ma noi non cambieremo mai.

Grazie Giulia, per essere la mia migliore amica. Per essere per certi versi così simile a me e per altri così diversa. Grazie di assecondare e non giudicare mai tutte le mie ansie e di essere l’unica persona con cui posso andare a un concerto di Gazzelle. Avrei tanto voluto dedicarti una sua frase, ma fanno tutte piangere.

Grazie alle mie due comari Francesco e Michela che anche se oggi non sono presenti, sono sempre nel mio cuore.

Grazie Luca perché nonostante i tuoi mille difetti sei la persona migliore che potesse capitarmi. Sono stata così fortunata ad incontrarti.

E infine, grazie a tutte le altre persone che in questo giorno così importante sono con me.

Vi voglio bene.