

POLITECNICO DI TORINO

CORSO DI LAUREA MAGISTRALE IN INGEGNERIA MECCANICA

TESI DI LAUREA MAGISTRALE

Continuous Improvement in OLSA SpA

Il World Class Manufacturing tra Focused
Improvement e Quality Control



Relatore:

Maurizio Schenone

Candidato:

Andrea Audisio 222164

Anno accademico 2017/2018



**POLITECNICO
DI TORINO**



Sommario

Introduzione	1
1. L'azienda	2
1.1. Storia	2
1.2. Il prodotto	5
1.3. Il processo	8
1.3.1. Progettazione	8
1.3.2. Stampaggio	9
1.3.3. Metallizzazione	11
1.3.4. Assemblaggio	13
1.3.5. Magazzino	14
2. WCM - World Class Manufacturing	16
2.1. Origini e sviluppo	16
2.2. L'eredità di Ohno	19
2.2.1. Muri (無理) – Mura (斑) – Muda (無駄)	19
2.2.2. Kaizen (改善) o Continuous Improvement	21
2.2.3. Altri	24
2.3. Le fondamenta del WCM	25
2.3.1. Gli Zerì	25
2.3.2. PDCA Wheel	29
2.4. I pilastri del WCM	31
2.4.1. Safety (SAF)	33
2.4.2. Cost Deployment (CD)	35
2.4.3. Focused Improvement (FI)	37
2.4.4. Autonomous Activities (AM/PM)	38
2.4.5. Professional Maintenance (PM)	43
2.4.6. Quality Control (QC)	45
2.4.7. Logistics & Customer Service (LCS)	46
2.4.8. Early Equipment/Product Management (EEM/EPM)	47
2.4.9. People Development (PD)	50
2.4.10. Environment (EN)	52



3. Tra Focused Improvement e Quality Control: il kaizen	54
3.1. Focused Improvement	54
3.1.1. Principi base	54
3.1.2. 7 step	56
3.2. Quality Control	63
3.2.1. Principi base	63
3.2.2. QA – Matrix	65
3.2.3. Capability	68
3.3. Problem solving: Il kaizen	71
3.3.1. Quick kaizen	72
3.3.2. Standard kaizen	75
3.3.3. Major kaizen	79
3.3.4. Advanced kaizen	85
4. Major Kaizen: fanale posteriore Porsche 991	87
4.1. Fase preliminare	88
4.1.1. Scelta dell'argomento	88
4.1.2. Formazione del team	89
4.1.3. 7 step planning	91
4.2. PLAN	91
4.2.1. 3G	91
4.2.2. 5W+1H	93
4.2.3. 4M – Ishigawa	98
4.2.4. 5Whys	103
4.3. DO	107
4.3.1. Incompatibilità tra PMMA e antiurto	107
4.3.2. Percentuale di umidità troppo alta	108
4.3.3. Materiale con alta percentuale di polveri di trasporto	111
4.4. CHECK	112
4.4.1. Raggiungimento del target	112
4.4.2. Benefici/costi	113
4.5. ACT	114
4.5.1. Aggiornamento tempo di deumidificazione materiale	114
4.5.2. Creazione checklist pressa	114
4.5.3. SOP pulizia tramoggia e ciclo cambio stampo	115



5. Conclusioni	118
6. Bibliografia	120
7. Ringraziamenti	122



Introduzione

In questo nuovo mondo, giunto ormai alla rivoluzione industriale 4.0, sempre più veloce e dinamico, in cui stare al passo con i tempi non è una scelta, ma una vera e propria necessità, per garantire la propria sopravvivenza su questo treno veloce diretto verso il futuro che è la società contemporanea, ogni individuo deve sapersi aggiornare continuamente, per non essere lasciato indietro e per essere in qualche modo sempre concorrente in questa sfida per l'evoluzione.

Allo stesso modo, come l'individuo, la singola impresa è costretta a subire questo **miglioramento continuo**, dettato dalle stesse necessità di non essere colpita dall'obsolescenza dei propri metodi, oltre che dei propri mezzi, in un presente in cui il cliente è sempre più esigente, e in un futuro prossimo in cui sempre maggiormente lo sarà.

Per siffatti bisogni è stata partorita la filosofia del World Class Manufacturing, sinonimo di efficienza e organizzazione, ma soprattutto paradigma di Continuous Improvement, o **miglioramento continuo**.

La mia esperienza aziendale mi ha visto coinvolto nell'implementazione, all'interno di quello che era un quadro di fabbrica di vecchio stampo, di questo nuovo tipo di mentalità, assistendo al raggiungimento di concreti e positivi risultati, apice di un lungo e impegnato processo di cambiamento aziendale durato anni.

In particolar modo, la presente tesi illustra le mie esperienze concrete di *World Class* e di miglioramento continuo applicate alla divisione di **Qualità** in **OLSA Spa**, all'interno del reparto **stampaggio** nello stabilimento produttivo di **Moncalieri (TO)**.

E' stato un percorso importante e ricco di soddisfazioni, e non privo di risultati economicamente e strategicamente decisivi per l'azienda, ai quali sono dedicati gli ultimi capitoli dell'elaborato, come la conclusione di *Major Kaizen* di qualità o il primo audit WCM.

Nella prima parte della presente tesi invece è presentata la società che mi ha permesso di intraprendere questo percorso, e sono inoltre analizzati in maniera puntuale e approfondita i dettami della disciplina del *World Class Manufacturing*.



1. L'azienda

1.1. Storia

O.L.S.A., agli albori acronimo di “Officina Lavorazione Stampaggio Accessori”, vede la sua nascita nel lontano 1947 a **Rivoli (TO)**, nella veste di azienda, a conduzione familiare, dedita ad attività manifatturiere e fabbricazione di prodotti in metallo¹ per l'industria *automotive*.

Nel 1958 l'azienda si trasforma in società in nome collettivo (Snc) con oggetto sociale la “Costruzione di accessori per veicoli di ogni specie e per macchine in genere, e la lavorazione economica di articoli e materiali simili e affini¹” iniziando, di fatto, a commercializzare sistemi d'illuminazione interni ed esterni per veicoli industriali e agricoli in Italia. L'anno successivo, nel 1959, diverrà una società per azioni (S.p.A.) e rimarrà tale, con qualche piccola variazione in itinere, fino ai giorni nostri.

Dopo quasi dieci anni, nel 1965, OLSA implementa la produzione attraverso lo stampaggio plastico, e può così diventare fornitore di fanali posteriori per le case automobilistiche nazionali. In tale occasione si ha la costruzione di un nuovo stabilimento a Rivoli (TO), in cui è spostata la sede centrale della società, dove ivi rimane fino a oggi.

Passata un'altra decina di anni, nel 1976 l'azienda comincia a esportare i propri prodotti all'estero, incrementando notevolmente il suo fatturato e il suo potere d'investimento. Ciò porterà la società a una crescita notevole nel ventennio successivo, andando ad accrescere il proprio capitale sociale di oltre dieci volte.

Questo successo economico impone perciò nel 1990 una riorganizzazione aziendale, in termini di prodotto e processo: OLSA si specializza pertanto nella produzione di luci interne, piccola fanaleria e fanali posteriori per autoveicoli, e cambia l'acronimo, per motivi di marketing, in “**Optical Lighting System Automotive**”, il quale tuttora è utilizzato come nome commerciale.

¹ (ISMEL - Istituto per la memoria e la cultura del lavoro dell'impresa e dei diritti sociali)



L'evoluzione della società non si arresta, anzi è rafforzata nelle politiche di export dalla creazione di un nuovo stabilimento nel 1999 in **Brasile**, nella città di Diadema, accompagnato due anni più tardi, nel 2001, dalla costruzione dell'impianto di produzione a **Moncalieri**.

Seguendo un programma d'inarrestabile espansione, sempre più alimentata dal processo d'internazionalizzazione del gruppo Fiat, OLSA "conquista" anche la **Polonia** con un nuovo stabile nel 2008 a Kostrzyn.

In seguito, nel 2011, s'insedia anche in **Messico**, nello stabilimento di Querétaro, la cui missione sarà la fornitura di sistemi d'illuminazione in tutta l'area NAFTA (*North American Free Trade Agreement*). Nello stesso anno inoltre sbarca in **Cina** in *joint venture* con il gruppo giapponese Murakami, costituendo a JiaXing, presso Shanghai, la JiaXing OLSA Murakami Corporation (JOMC).² L'obiettivo di JOMC è la produzione di sistemi d'illuminazione per autoveicoli per il mercato cinese, giapponese, coreano e, in generale, per tutto il mercato asiatico.²

Seguono negli anni successivi, fino ai giorni nostri, la nascita di un ufficio acquisti a Sindelfingen, in **Germania**, nel 2013 e la costruzione di nuovi stabilimenti in Cina e Messico, assieme allo sviluppo di un *R&D Center* in Cina e un nuovo magazzino in Polonia.

Arrivata a contare nel 2017 più di 1800 dipendenti in tutto il mondo, di cui più di 500 in Italia, e a fatturare circa 250 milioni di euro l'anno, OLSA insiste a porre come proprio obiettivo il primato nel settore dell'*automotive lighting*, alimentando sempre più la propria politica di espansione nel mondo, in virtù del medesimo sviluppo dei clienti che essa fornisce, dei quali si fa riferimento nel prossimo capitolo.



Figura 1.1 - Logo OLSA S.p.A.

² (Mal., 2011)

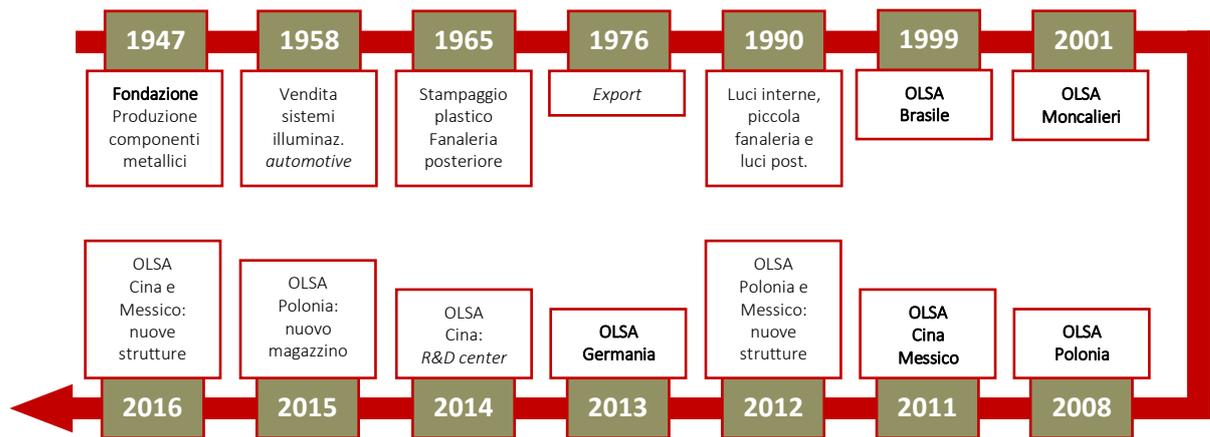


Figura 1.2 - Cronologia OLSA S.p.A.



Figura 1.3 - Geografia OLSA S.p.A. Immagini tratte da olsagroup.com.

1.2. Il prodotto

Come già accennato in precedenza, OLSA è stata alle origini una piccola azienda di stampo familiare, la cui produzione era incentrata su pezzi metallici di ridotte dimensioni per il mercato *automotive*.

Crescendo essa ha poi iniziato a fornire le 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 sul prodotto; rivoluzione che le ha garantito il successo nel corso degli anni.

Da allora fino ad oggi, l'azienda torinese s'impegna a mettere sul mercato queste tipologie di articoli:

- Fanali posteriori
- Plafoniere
- Piccola fanaleria (luce targa, fendinebbia, luce porta, ecc.)

La figura 1.4 fornisce un esempio su alcuni dei moltissimi prodotti della gamma OLSA.



Figura 1.4 - Prodotti OLSA S.p.A. Immagini tratte da cars.automotive.com.



Su tutto il ventaglio di prodotti che OLSA può vantare però, quello che detiene un peso maggiore per l'azienda in termini economici, tecnologici e d'immagine è sicuramente il **fanale posteriore**.

Di complessità maggiore rispetto al semplice catadiottro o alla luce targa, il fanale posteriore richiede uno studio tecnologico e un processo di lavorazione più avanzati rispetto agli altri prodotti OLSA, ed è per questo motivo che gran parte delle risorse sono utilizzate in questo senso. Esso è anche il prodotto d'eccellenza, che contraddistingue l'azienda nel settore *automotive* e le permette di essere tra i primi fornitori delle più importanti case automobilistiche di oggi, come Volkswagen, BMW e FCA.

Anche nel campo delle plafoniere OLSA si rivela un fornitore d'avanguardia, asservendo anche in questo caso grandi case automobilistiche, sempre più esigenti in termini di **qualità**. Proprio quest'ultimo aspetto ha contribuito a creare negli anni un'azienda molto attenta sul prodotto che offre. La ricerca continua della qualità percepita dal cliente, infatti, è il cavallo di battaglia di OLSA, che le ha permesso di guadagnarsi negli anni quella buona fetta di mercato che oggi detiene nel settore dell'illuminazione per *automotive*. L'azienda, infatti, investe molte risorse nel rapporto diretto con il cliente, cercando di garantire in ogni modo un prodotto esente da difetti o imperfezioni, e limitare al minimo il numero di reclami da parte delle case che fornisce. Questa filosofia è comunemente chiamata "**Customer satisfaction**", e costituisce uno dei cardini principali attorno al quale ruota la politica aziendale.

Per questo suo diretto confronto con il cliente, e per questa sua funzione di "filtro", attraverso le cui maglie solamente i prodotti soddisfacenti possono fare breccia, il reparto di qualità, all'interno del quale ho potuto vivere la mia esperienza di stage, si può dire detenga una responsabilità e un'importanza strategica notevoli.

Scendendo nel dettaglio, all'interno dello stabilimento di Moncalieri, oltre a diversi articoli minori quali catadiottri e *small lighting*, i prodotti di punta sono identificabili nei fanali posteriori di Mini Countryman, Porsche 911, Fiat 500x, Lamborghini Huracán, Maserati Ghibli, Audi Q3, Renault Alpine e BMW X2. Per quanto riguarda le plafoniere invece, OLSA Moncalieri fornisce Maserati Ghibli e Quattroporte, Alfa Romeo Giulia, Mito e Giulietta; si possono infine citare le produzioni di catadiottri, terzi stop, luci targa e luci porta per le case automobilistiche di cui sopra.



Figura 1.5 - Clienti OLSA S.p.A. Immagine tratta da olsagroup.com.

OLSA tuttavia non è solamente fornitore di grandi case automobilistiche, ma si occupa bensì anche di prodotti *aftermarket*, la cui distribuzione è appannaggio della consociata **OLSA Parts**. Quest'ultima si occupa della rivendita a terzi e privati di articoli di *automotive lighting*; in particolare, oltre ovviamente ai corrispettivi ricambi delle auto delle case costruttrici cui OLSA è fornitore, come i fanali posteriori, *side marker* o catadiottri, OLSA Parts vanta nel suo catalogo anche ricambi di auto datate ormai non più in commercio, e di prodotti universali come lampade rotanti, fari da lavoro o segnalatori d'ingombri.

In questo modo, il ventaglio d'offerta dell'azienda torinese si estende in maniera indicativa, e garantisce una presenza importante nel settore in cui compete.

La figura 1.6 illustra qualche esempio di prodotto da catalogo di OLSA Parts.



Figura 1.6 - Prodotti OLSA Parts. Immagini tratte da Catalogo Generale (OLSA Parts S.r.l.)

1.3. Il processo

Si è già fatto riferimento allo stampaggio plastico a iniezione come chiave di volta della produzione aziendale; non è però solamente attraverso l'iniezione di polimeri allo stato fluido all'interno di stampi ad alta pressione che è possibile ricavare il prodotto finito. Esso segue, infatti, un percorso lungo e raffinato, dalla fase di progettazione allo stoccaggio in magazzino, oltre che il trasporto al cliente finale.

1.3.1. Progettazione

Il fanale è originariamente concepito nella sede centrale di Rivoli, nel quale i tecnici OLSA, in collaborazione con le case clienti che definiscono le linee guida in termini di design, matematizzano in CAD e modellano i primi prototipi, i quali sono poi sottoposti a una serie di test, come lo shock termico, la fotometria, l'impermeabilità o l'assenza di malfunzionamenti elettrici, al cui superamento corrisponde il benessere per la realizzazione in serie.

Una volta validata la fattibilità dell'articolo, è possibile implementarne la produzione presso lo stabilimento scelto, incaricando il fornitore dello stampo (es. l'astigiana Onni-stamp) della sua manifattura.

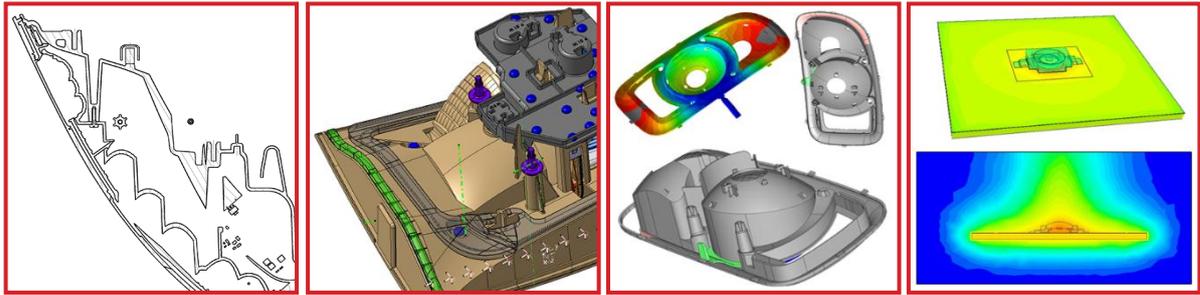


Figura 1.7 - CAD di progettazione OLSA S.p.A. Immagini tratte da olsagroup.com.

La produzione all'interno dello stabilimento di Moncalieri, non dissimile tuttavia dalle altre realtà extranazionali di OLSA, consta di 3 fasi distinte, ad ognuna delle quali è predisposto un reparto dedicato e fisicamente separato dagli altri due:

- **Stampaggio**
- **Metallizzazione**
- **Assemblaggio**

In ausilio a tali reparti sono adibite inoltre due aree di stoccaggio, che andranno progressivamente a ridursi, e idealmente a scomparire, con l'implementazione progressiva di una politica di *just in time* prevista nello sviluppo aziendale di *World Class Manufacturing*:

- Magazzino materie prime
- **Magazzino componenti e prodotti finiti**

1.3.2. Stampaggio

Attraverso questo reparto passano obbligatoriamente quasi la totalità degli elementi che compongono il prodotto finito, se non il prodotto finito stesso, come nel caso dei catadiottri; fanno eccezione, però, gli articoli acquisiti da fornitori esterni e non fabbricabili dall'azienda, come per esempio le schede elettroniche per le plafoniere, o le luci, a bulbo o a led, fornite da terzi (quali tra gli altri la multinazionale OSRAM).

Gli elementi cardine del reparto stampaggio sono sicuramente le **presse a iniezione per materiale plastico**; esse sono classificate in base al loro peso, e nello stabilimento di Moncalieri se ne conta un totale di 33, dalle **90** alle **1500 tonnellate**. Le prime, di ridotte dimensioni, sono predisposte per la

produzione di pezzi minuti e di semplicità elevata; passano attraverso queste presse per esempio i catadiottri o piccoli elementi di ridotto interesse estetico, come il corpo della luce targa. La complessità e le dimensioni dei pezzi prodotti aumentano via via che si sale di tonnellaggio, fino ad arrivare alla punta di diamante del reparto, le presse da 1500 tonnellate, alle quali è affidata la produzione degli articoli che richiedono una qualità, e un livello di processo, superiori, come il trasparente esterno di fanale posteriore e plafoniera.



Figura 1.8- Sinistra: Reparto stampaggio. Destra: pressa 1500 t Engel con forno Moretto a bordo macchina.

Tutte le macchine sono alimentate dal materiale plastico che è loro inviato direttamente dal magazzino materie prime, situato fuori dal reparto, facendo scorrere i granuli dei quali è composto attraverso tubi flessibili in PVC, ancorati alle travi dello stabile. Il materiale passa, così, dai forni essiccatori presenti nel magazzino materie prime, che hanno la funzione di mantenere la plastica pronta per l'esercizio, cioè a un certo grado di temperatura e umidità, alla tramoggia della pressa, la quale lo preparerà a entrare nella vite di plastificazione ed essere così processato.

Una volta stampato, il pezzo è estratto dallo stampo e poggato sul nastro trasportatore dal robot KUKA, munito di mano di presa a ventose, e da qui può intraprendere due strade: nel caso esso debba essere metallizzato, è direttamente trasportato a **flusso teso** dal nastro nel reparto di metallizzazione; nel caso non debba subire tale processo, invece, il nastro lo consegnerà all'addetto macchina, il quale è incaricato di eseguirne il controllo estetico, ove 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.



Figura 1.9 - Sinistra: forni Moretto magazzino materie prime. Destra: nastro trasportatore collegante la metallizzazione.

1.3.3. Metallizzazione

Come accennato, solo alcuni pezzi devono subire, da progetto, un processo denominato “metallizzazione”. Esso prevede il rivestimento delle superfici del pezzo con un sottilissimo film di alluminio, dell’ordine di alcuni micrometri, in grado di creare un effetto, appunto, metallizzato, con conseguente amplificazione del potere di riflessione della luce.

Tale pratica ha una funzione sì estetica, ma soprattutto funzionale; infatti, oggetto di essa sono perlopiù gli elementi interni al fanale posteriore adibiti al controllo dell’illuminamento, e in particolare i riflettori, i quali sono incaricati di disperdere in maniera omogenea i raggi luminosi provenienti dalla lampada e generare un effetto di luce diffusa.

In questo modo, è possibile rispettare i valori fotometrici previsti da progetto, garantendo un fanale dalla luce intensa ma non abbagliante, come si otterrebbe invece nel caso di mancanza di tali accorgimenti.



Figura 1.10 – Particolari metallizzati. Da sinistra: riflettore Mini Countryman, riflettore Fiat 500x, bezel Mini Countryman

Il macchinario utilizzato in metallizzazione è denominato in gergo tecnico “campana”. I pezzi grezzi, provenienti dal magazzino, o direttamente dal reparto stampaggio tramite i nastri trasportatori, sono fissati su delle bilancelle predisposte per il loro alloggiamento, le quali sono poi installate all’interno di una giostra rotante contenuta nella campana, una struttura stagna in cui sono applicate condizioni di basso e alto vuoto (10^{-5} Pa).

Queste sono necessarie affinché sia possibile indurre all’interno dell’ambiente uno stato di plasma all’alluminio introdotto, il quale, ruotando la giostra e le bilancelle al suo interno, si deposita sulla superficie dei pezzi in maniera omogenea e definitiva, donando l’effetto brillante e pulito desiderato.

Per garantire lo stato di plasma al metallo, inoltre, è applicata a inizio processo una scarica ionica, in modo da ionizzare le particelle di alluminio nel vuoto ed elettrostaticizzare la superficie dei pezzi, i quali sono preventivamente immersi in atmosfera di alusiv, materiale fissativo disperso anch’esso in forma plasmatica.

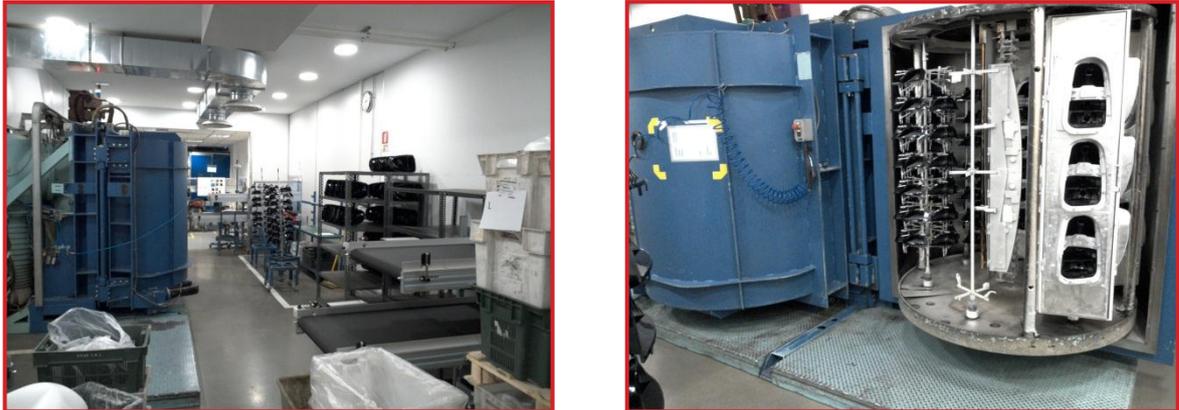


Figura 1.11 - Sinistra: reparto metallizzazione. Destra: campana con giostra e bilancelle

I reparti di stampaggio e metallizzazione formano assieme la **pre-produzione**, ed è in questo settore che la mia attività ha visto nella quasi totalità il proprio decorso. I componenti che ivi sono processati, siano essi solamente stampati o anche metallizzati, sono, come già detto in precedenza, imballati e collocati nel magazzino, in attesa del loro assemblaggio, che avviene in un secondo momento all'interno del reparto dedicato.

1.3.4. Assemblaggio

L'area dedicata al montaggio è suddivisa in sottozone, ognuna delle quali è dedicata a un particolare prodotto finito: si hanno perciò all'interno del reparto la linea per il montaggio del fanale di Fiat 500x, oppure la linea adibita alla plafoniera di Maserati Ghibli; ogni cliente detiene l'esclusiva per una determinata linea di montaggio, ed è proprio questo il reparto tenuto maggiormente sotto controllo dallo stesso, il quale non manca di disporre periodicamente *audit* di sistema, di processo o di prodotto, oggetto dei quali l'assemblaggio si dimostra essere il più tenuto sotto controllo.



Figura 1.12 - Da sinistra: reparto Assemblaggio, postazioni a manodopera necessaria, macchina a elevata automazione.

Ciascuna linea del reparto è equipaggiata di macchinari interamente dedicati, che presentano un grado di automazione più o meno spinto, coerentemente con l'entità o la complessità degli assemblati. La manodopera rimane perlopiù necessaria, soprattutto per la movimentazione dei pezzi da una postazione automatica all'altra. Gli imballi, infatti, sono depositati dal carrellista nel *buffer* situato in prossimità della linea; a tal proposito sono state studiate delle rastrelliere a rulli, per permettere l'accatastamento controllato delle cassette, e favorire così l'operazione di smaltimento non solo in termini di tempo, ma anche di confort per gli operatori. Questi ultimi provvedono a montare ciascun componente nelle postazioni di lavoro ergonomicamente studiate, e, di passaggio in passaggio, completano il prodotto finito, il quale è sottoposto a controllo funzionale ed estetico alla **End of line**, l'ultima postazione prima che esso venga riposto nell'imballo definitivo e stoccato in magazzino.

1.3.5. Magazzino

In questo reparto sono raccolti sia i prodotti finiti destinati a essere spediti al cliente, sia i componenti intermedi che devono essere assemblati. Sono previsti, naturalmente, per queste due categorie, imballi differenti, dalle scatole di cartone alle cassette di plastica, dal rivestimento in *foam* dei singoli pezzi ai termoformati costruiti a misura di riflettore; tutti gli imballi sono in ogni modo pallettizzati, e disposti all'interno del magazzino seguendo una precisa mappatura.

L'area di stoccaggio è di stampo classico, con scaffalatura di tipo tradizionale a 4 ripiani, con ogni fronte affacciato sul corridoio di servizio. Non è prevista un'automazione ragguardevole, pertanto la movimentazione è affidata ai carrellisti, muniti di carrello elevatore a forche ricoprenti con operatore

a bordo, per la disposizione dei pallet sugli scaffali, e di transpallet elettrici con manovratore a bordo per l'asservimento degli altri reparti.

E' prevista inoltre un'area di controllo arrivi per i prodotti in entrata provenienti da fornitori esterni, e ovviamente un'area di spedizione del prodotto finito al cliente.



Figura 1.13 – Magazzino componenti e prodotti finiti. Da notare scaffalature tradizionali e diverse tipologie d'imballi.

Come già accennato, scopo della *lean manufacturing*, è anche la minimizzazione delle scorte, ed è per questo motivo che il magazzino è costretto a subire importanti modifiche in un prossimo futuro, in cui l'azienda ha in previsione di alimentare sempre con maggior vigore la strategia di WCM.



2. WCM - World Class Manufacturing

2.1. Origini e sviluppo

“The Toyota production system, however, is not just a production system. I am confident it will reveal its strength as a management system adapted to today’s era of global markets and high-level computerized information systems.”

Taiichi Ohno (Ohno, 1988)

Ciò che oggi conosciamo come WCM, può definirsi come il risultato di una progressiva evoluzione di una filosofia sviluppatasi originariamente nel primo dopoguerra in Giappone, e in seguito evoluto nei decenni successivi. Esso può dirsi, infatti, l’erede dell’antenato **TPS**, acronimo per **Toyota Production System**, che come si può dedurre, fu implementato per la prima volta nell’universo Toyota, dall’allora direttore **Taiichi Ohno**, assieme a **Shigeo Shingo** ed **Eiji Toyoda**, nel 1948, e progressivamente aggiornato fino al 1975, sconvolgendo, di fatto, il mondo dell’industria automobilistica, la quale, figlia primogenita di Ford e Taylor, si è vista rinascere con una nuova e autentica **rivoluzione industriale**.

Alla fine degli anni 40 la *Toyota Motor Company* era un’entità assolutamente marginale nel già affollato mercato dell’auto dominato dai giganti americani: il numero di vetture prodotte complessivamente nei trent’anni della sua attività industriale non raggiungeva neppure la metà di quella di un solo giorno dallo stabilimento Ford di Rouge (2685 contro 7000).³

Era perciò impensabile all’epoca poter rivaleggiare ad armi pari con colossi di questo calibro, anche vista la particolare situazione economico-politica mondiale di quegli anni che vedeva le industrie giapponesi costrette a svolgere il ruolo di spettatrici, con un’economia devastata dalla guerra che impediva l’afflusso di capitale in nuove tecnologie occidentali, e con una concorrenza estera più che mai inamovibile a concedere terreno sul suolo di casa, e anzi ben disposta alla “conquista” del Giappone.

³ (Ca., 2013)



E' in questa situazione che la casa del Sol Levante partorì il concetto di **Just in Time Production (JIT)** prima, e di **Total Quality Control (TQC)** e **Total Productive Maintenance (TPM)** poi, con l'obiettivo di innalzare il rendimento della fabbrica a livelli mai visti prima, riducendo al minimo tutto ciò che non creasse reale valore aggiunto e, simultaneamente, non solo mantenere la qualità del prodotto inalterata, ma addirittura migliorarla. Questo sembra essere un obiettivo perlomeno ambizioso, ma è stato proprio il genio di Taiichi Ohno a far sì che grazie a questa nuova cultura la Toyota diventasse, dagli anni 70 fino ad oggi, il produttore automobilistico che tutti gli osservatori economici considerano come il più efficiente e di maggior livello qualitativo del mondo.

Sulla scia del successo giapponese, l'occidente non poteva sicuramente restare a guardare. Fu così che, alimentati dalla crisi economica degli anni 70-80 che contagiò, tra tutti, soprattutto il settore industriale del trentennio post-bellico, progressivamente le idee e i dettami del TPS iniziarono a destare un certo interesse ai capitani d'industria europei e americani, tanto da portarli lentamente a studiarne in maniera metodica le peculiarità e le differenze rispetto ai propri sistemi (è interessante notare che la cosiddetta **lean manufacturing**, o "produzione snella" sia la concettualizzazione americana di un fenomeno giapponese che i giapponesi non hanno mai concettualizzato⁴.) In questo modo prese piede negli anni 80 un movimento da tutti chiamato *World Class Manufacturing*, e ben portato sotto i riflettori dal lavoro di **Richard J. Schonberger**, professore di *Management* all'università del Nebraska e presidente della *Schonberger & Associates*, una delle più note società di consulenza americane, il quale, attraverso la pubblicazione di diversi libri tra cui l'esemplare "*World Class Manufacturing: the lessons of simplicity applied*", e anche attraverso le sue personali attività di consulente alle più grandi imprese del mondo su suolo americano, tra cui Hewlett-Packard e Intel, ha contribuito in maniera significativa a gettare le basi per un modello di riferimento occidentalmente alternativo al sistema di gestione di Ohno.

Naturalmente Schonberger non può dirsi il solo ad aver contribuito a ciò che oggi possiamo chiamare WCM. Da rimarcare è anche il lavoro di **James P. Womack** e **Daniel T. Jones**, che con i loro libri "*The machine that changed the world*" e "*Lean thinking*" hanno affinato negli anni successivi, siamo al 1990, ancor più il concetto di impresa "snella", sempre volgendo uno sguardo di non celata ammirazione verso i loro antesignani giapponesi.

⁴ (Womack, et al., 1993)

L'ultima svolta definitiva per l'implementazione della moderna *World Class Manufacturing* si ha con l'avvento del nuovo millennio, per opera di Fiat, la quale, per riuscire a dare un colpo definitivo ad una crisi che la vedeva nei primissimi anni del 2000 navigare in acque decisamente non buone, è riuscita a costruire un sistema di ricrescita fondato proprio sulla ricerca dell'eccellenza del sistema di gestione WCM, inizialmente denominato **FAPS**, acronimo per **Fiat Automotive Production System**; dapprima sperimentandolo sui due stabilimenti pilota di Tychy, in Polonia, e Melfi, ed estendendolo successivamente a tutto il gruppo FGA (*Fiat Group Automobiles*), destinato nel decennio successivo a trasformarsi, come è noto, in FCA (*Fiat Chrysler Automobiles*).

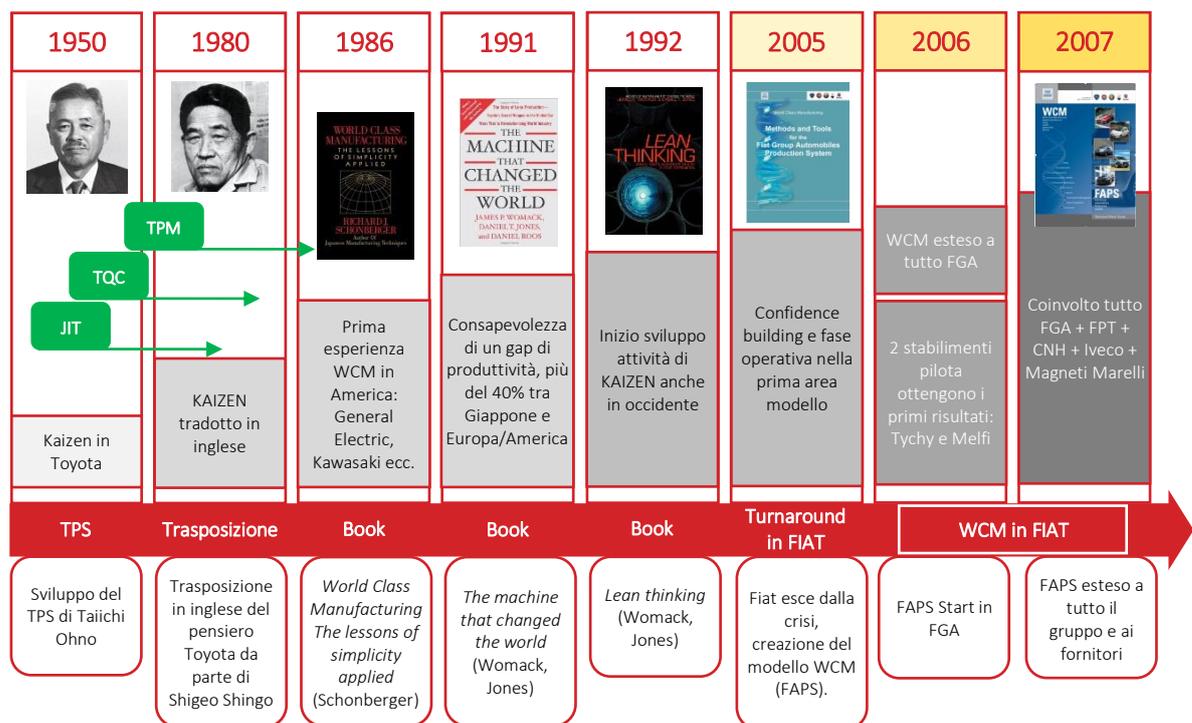


Figura 2.1 - Cronologia WCM

Il percorso storico che ha visto il WCM evolversi e diventare il sistema industriale del presente, e del prossimo futuro, ha condizionato grandemente ciò che il *World Class Manufacturing* è oggi: al suo interno è possibile trovare tutto ciò che la mente di Taiichi Ohno, e si può dire anche la filosofia giapponese *sui generis*, hanno partorito negli anni '50, con ovviamente un loro adattamento occidentale e un'opportuna rivisitazione in chiave contemporanea del nuovo millennio industriale.



2.2. L'eredità di Ohno

Il moderno WCM è fondato su diversi concetti chiave, tramandati direttamente dal *Toyota Production System*, ma che sono stati concepiti per soddisfare principalmente due sole esigenze, in grado di portare benessere e successo all'azienda:

1. **Riduzione degli sprechi**, di tutto ciò che non porta valore aggiunto;
2. Raggiungere **l'eccellenza di qualità** del prodotto, e quindi la *customer satisfaction*.

Proprio con questi obiettivi in testa, Ohno poté sviluppare quella che in seguito è stata appellata come *lean production*, o "produzione snella", al cui centro di gravitazione possono essere ascritte la triade giapponese comunemente nota come **muri – mura – muda**, e la filosofia **kaizen**.

2.2.1. Muri (無理) – Mura (斑) – Muda (無駄)

A sentir Womack, **muda** è la sola parola giapponese che occorrerebbe conoscere, giacché significa "spreco", e in particolare qualsiasi attività umana che assorbe risorse ma che non crea valore: errori che richiedono una rettifica, produzione di qualcosa che nessuno vuole così che i magazzini e i resi crescono, passi procedurali di cui non c'è bisogno, spostamenti di personale e trasporto di merci da un posto all'altro senza motivo, gruppi di persone in attività a valle che se ne stanno senza fare nulla perché un'attività a monte non è stata conclusa nei tempi previsti e beni e servizi che non incontrano il bisogno dei clienti.⁵

In poche parole, nel *lean thinking* è definito **muda**:

- **Scorte**
- **Attese**
- **Trasporti**
- **Sovraproduzione**
- **Sovraprocessamento**
- **Difetti**

⁵ (Womack, et al., 1997)



La lotta al *muda* ha fatto sì che il *Toyota Production System* rivoluzionasse completamente il sistema produttivo, a cominciare dalla gestione dei flussi all'interno dell'azienda, del tutto opposta a come era stata concepita nella produzione di massa dell'epoca. Se famosa è, infatti, la frase di Henry Ford "They can have it any color they want, so long as it's black"⁶ riguardo alla possibilità di scelta da parte dei propri clienti sulle proprie autovetture, essa denota una estrema rigidità del sistema della casa del Michigan, basata sulla logica di tipo **push**, che imponeva che qualsiasi decisione di approvvigionamento o di attività all'interno del processo produttivo fosse decisa a monte, a prescindere dalla richiesta a valle da parte del cliente. Ciò che contraddistingue invece il TPS è invece la sola produzione di ciò che è venduto e reclamato a valle, ribaltando completamente la freccia dei flussi. Si va così a creare una logica di tipo **pull**, annientando in questo modo la quasi totalità delle scorte a magazzino (l'unità di misura per la giacenza passa da giorni a minuti) e processando solamente ciò che crea valore. Ohno seppe sviluppare a tal fine un sistema di gestione dei flussi totalmente innovativo per l'epoca, il cosiddetto **kanban**, o comunemente noto come **just in time**: l'idea di Ohno fu di convertire un vasto gruppo di fornitori e componentisti in una grande macchina, come lo stabilimento Highland Park di Henry Ford, imponendo che i pezzi fossero prodotti nella fase appena precedente quella necessaria; alcuni *container* trasportavano i pezzi al momento giusto; quando un *container* si svuotava, era rimandato indietro, e tale procedura divenne il segnale automatico per dare il via alla fabbricazione di altri pezzi.⁷ Questo procedimento, attuato tramite l'utilizzo di cartellini (il termine *kanban* significa appunto "targa" o "insegna") apposti sui *container* da rifornire, ha permesso di abbattere gli **eccessi**, o **sovraccarichi** di produzione, chiamati in giapponese **muri**, e di ridurre anche le **incompatibilità**, chiamate invece **mura**, tra i pezzi stoccati delle vecchie produzioni e le nuove. Il *kanban* così definito, ha saputo segnare la fortuna del TPS delle origini ed è oggi utilizzato nel panorama logistico del *World Class Manufacturing*, OLSA inclusa, seppur con qualche limitazione.

Muri, *mura* e *muda* tuttavia possono essere trovati in qualunque aspetto della realtà aziendale, e non soltanto nella struttura logistica produttiva. Ovunque, infatti, possono essere trovati sovraccarichi, incompatibilità e spreco: i macchinari, gli operatori, le postazioni di lavoro, il sistema di gestione della

⁶ (Schonberger, 1986)

⁷ (Womack, et al., 1993)



qualità o il *planning* di produzione, tutto deve essere rigorosamente studiato *ad hoc* per la battaglia contro questo “trio” tanto odiato da Ohno, e per raggiungere così la perfezione.

A tal proposito, il WCM ascrive come proprio obiettivo il raggiungimento degli “Zeri”, nient’altro che la concettualizzazione in chiave moderna di quelle che sono da sempre state le peculiarità del *lean thinking*:

1. **Zero infortuni**
2. **Zero difetti**
3. **Zero guasti**
4. **Zero scorte**

La capitalizzazione di questi propositi quantomeno ambiziosi può essere raggiunta comunque avendo chiari quali siano i fattori da eliminare, ed è qui che si ha uno stretto legame tra *muri – mura – muda* e gli zeri del WCM. Ad esempio, per riuscire ad avere zero infortuni occorre che i lavoratori siano posti in sicurezza, condizione che può essere stabilita solamente in presenza di un ambiente a misura di operaio (compatibilità), al quale non deve essere richiesto più lavoro di quanto egli riesca a smaltire (sovraccarico). Nel caso di guasti o difetti invece, occorre siano tassativamente evitati, per ridurre gli sprechi di risorse ovviamente inevitabili in simili circostanze (denaro, risorse, materiali, ecc.), attraverso l’eliminazione d’incompatibilità e sovraccarichi che possono di volta in volta presentarsi.

2.2.2. Kaizen (改善) o Continuous Improvement

Per contrastare attivamente le 3M (*muri – mura – muda*) i giapponesi fanno fede a una filosofia chiamata **kaizen**, che non può essere definita come una metodologia, ma un vero e proprio modo di pensare e di interagire con la realtà delle cose, un modo di affrontare, se si vuole, la vita stessa.

Il termine *kaizen*, formato da **kai** = “cambiamento”, e **zen** = “meglio”, indica il miglioramento continuo e sistematico.⁸ Esso si basa sul principio chiave che ognuno in azienda debba essere predisposto a contribuire al miglioramento proprio e a quello dell’impresa, attraverso il confronto e le assemblee di gruppo intrattenute ogniqualevolta si è in presenza di una problematica.

⁸ (JMAC Toranomaki, 2008)



Non è un caso, infatti, che tale filosofia sia stata sviluppata di pari passo con quello che Ishikawa chiamava **Companywide Quality Control**, definito invece da Feigenbaum e universalmente conosciuta come **Total Quality Control**⁹, e con i **Quality Circles** di Taiichi Ohno. Questi prevedevano una gestione di qualità a 360°, in ogni settore aziendale, dall'operaio addetto macchina al dirigente di divisione. Si pone in questo modo la qualità del prodotto venduto e del processo di lavorazione al centro della realtà aziendale, la quale deve essere volta a far sì che non solamente il cliente finale percepisca un prodotto qualitativamente superiore, cosa ovvia, ma a far sì che gli scarti, i guasti, gli intoppi di varia natura all'interno del processo, insomma alla giapponese, *muri – mura – muda*, siano abbattuti in tutta la catena aziendale, dalla fabbricazione di un componente fino alle alte sfere dirigenziali.

Il *kaizen* è una procedura **standardizzata** volta essenzialmente al coinvolgimento di quante più risorse all'interno dell'azienda, umane e non, alla **risoluzione dei problemi**, attraverso una ricerca sistematica delle cause radici che li hanno generati, assicurando che i medesimi non possano ripetersi nel futuro grazie a una reportistica di quanto è avvenuto e grazie alla creazione e all'implementazione di nuove soluzioni standardizzate, che determinano così **un'innovazione continua**, con crescita relativa dell'efficienza dei processi aziendali e del *know-how* di tutti gli attori. E' questa la natura stessa del **Continuous Improvement**, e, a esagerare, dell'intero *World Class Manufacturing*, il quale ha ripreso fortemente la metodologia *kaizen* come pietra angolare dei propri sistemi di gestione, siano essi di stampo logistico, di sicurezza, manutenzione o qualità.

Attraverso il *kaizen*, è possibile ottenere un'innovazione continua e graduale, impossibile da ottenere seguendo un *modus operandi* classico tipico delle aziende estranee a questi concetti. Queste ultime, infatti, solitamente richiedono, per l'innovazione dei propri processi, alte spese in termini di tempo di applicazione e sviluppo, per non parlare degli investimenti su trasformazioni di carattere tecnologico che si è soliti intraprendere. Aziende di questo tipo sono solite a procedere per **grandi salti**, irreversibili, con il rischio di perdere di vista quali siano i reali obiettivi aziendali e coinvolgere poco o niente i lavoratori, i quali non riescono a sentirsi parte di una realtà unica, demotivandosi. Il *Continuous Improvement*, figlio dei principi dettati da Taiichi Ohno, risponde a ciò con un **miglioramento a gradini**, stabile, e portato avanti di volta in volta, senza mai tornare indietro, da

⁹ (Banks, 1989)

buona parte dei lavoratori, attraverso un sinergico *team working*, contribuendo a creare un solido organico di persone competenti in più campi e disposti a lavorare per il medesimo obiettivo.

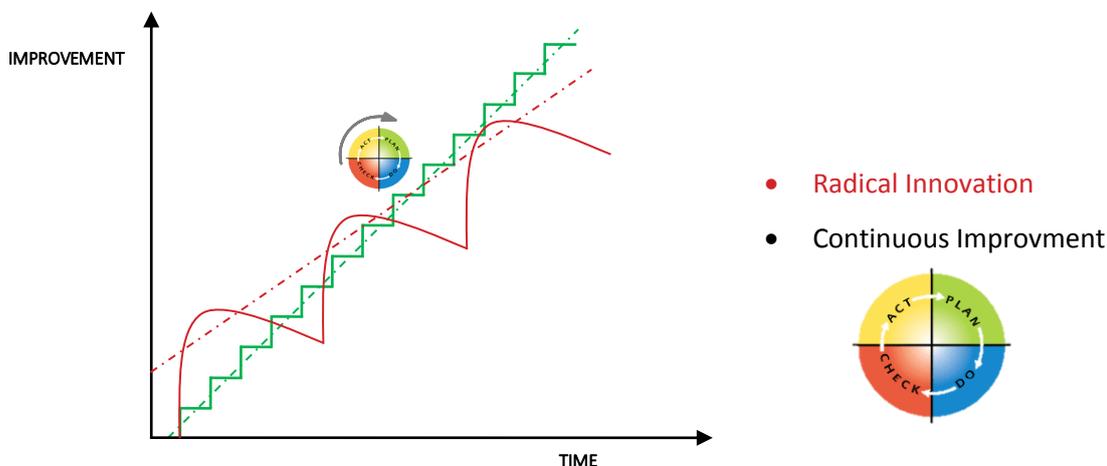


Figura 2.2 – Confronto degli andamenti d’innovazione nel tempo per aziende *World Class* e non.

In conformità a quanto detto, all’interno di un’azienda *World Class*, ogniqualvolta si è di fronte a un problema o necessità, è aperto un *kaizen*, la cui risoluzione segue quella che è definita la “*PDCA wheel*” o anche **ciclo di Deming**, un sistema utilizzato fin dagli anni ‘50 in Giappone per il *problem solving* e per la gestione del *Total Quality Control*, in cui occorre seguire 4 fasi principali per portare a compimento la corretta risoluzione di un problema e garantire allo stesso tempo il miglioramento continuo del processo. Questo tipo di meccanismo sarà illustrato in maniera approfondita in seguito all’interno del presente elaborato.

Un *kaizen* è classificato, coerentemente con l’entità del problema stesso, secondo il team che vi partecipa, per numero e specializzazione dei suoi elementi, come illustrato in figura 2.3. Si possono avere perciò **Quick kaizen** per problemi sporadici semplici e d’immediata risoluzione, che non richiedono specialisti di *problem solving*, ma che possono essere portati a termine dai tecnici di reparto, passando poi per gli **Standard kaizen**, che richiedono un gruppo più nutrito per risolvere problemi cronici, e arrivando ai **Major kaizen** e **Advanced kaizen** che richiedono un livello di specializzazione, un’organizzazione e un impegno in termini di risorse economiche più importante rispetto agli altri.

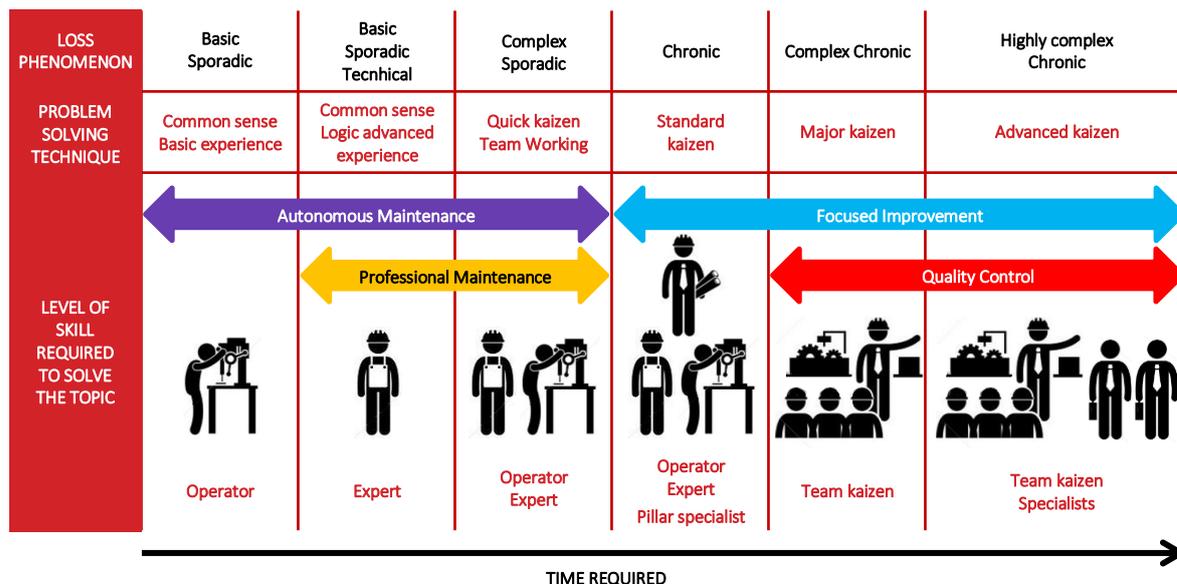


Figura 2.3- Classificazione *kaizen* per complessità ed elementi che vi partecipano.

In figura 2.3 è rappresentata inoltre l'attribuzione di ciascun tipologia di *kaizen* secondo gli organi che ne competono, quali **Autonomous Maintenance**, **Professional Maintenance**, **Focused Improvement** e **Quality Control**. Queste entità costituiscono i pilastri strutturali del WCM e nel prossimo capitolo se ne dà una completa e dettagliata disamina.

2.2.3. Altri

Per completezza, è fornita qui di seguito una tabella con i termini direttamente provenienti dal sistema di gestione giapponese, che sono diventati parte della realtà comune nel settore WCM.

Jidoka	自動化	Automazione con tocco umano. Macchine dotate di un sistema che permette loro di essere fermate, e interrompere dunque il processo, dall'operaio in caso di anomalia.
Heijunka	平準化	Livellamento di produzione, che avviene a ritmo costante da monte a valle.
Poka Yoke	ポカヨケ	Antisbaglio "a prova di scimmia" per evitare (yokeru) errori inaspettati.



Andon		アンドン	Insegna, cartello informativo.
3G	Gemba	現場	Posto di lavoro, in cui nascono i problemi e dove tutto accade. Il gemba walk è fondamentale per capire la realtà delle cose all'interno dell'azienda.
	Genchi Gembutsu	現地現物	Va e guarda tu stesso, non fidarti di cosa dicono gli altri.

Tabella 2.1 - Termini di derivazione giapponese frequentemente utilizzati in WCM

2.3. Le fondamenta del WCM

Dopo aver illustrato e approfondito brevemente il legame che intercorre tra l'antesignano TPS e il moderno WCM (brevemente, poiché la letteratura in merito può dirsi sicuramente molto più esaustiva di quanto trattato in questa tesi, il cui oggetto non è certamente il sistema di gestione Toyota) è interessante evidenziarne anche le differenze tra i due, o quantomeno le peculiarità proprie del sistema originato da Fiat.

2.3.1. Gli Zeri

Si è parlato degli Zeri del WCM come una conseguenza occidentale della lotta a *muri – mura – muda* nel mondo giapponese. Se ciò può essere considerato vero, occorre però fornire un più ampio respiro a quella che può essere definita una delle basi su cui si fonda il *World Class Manufacturing*.

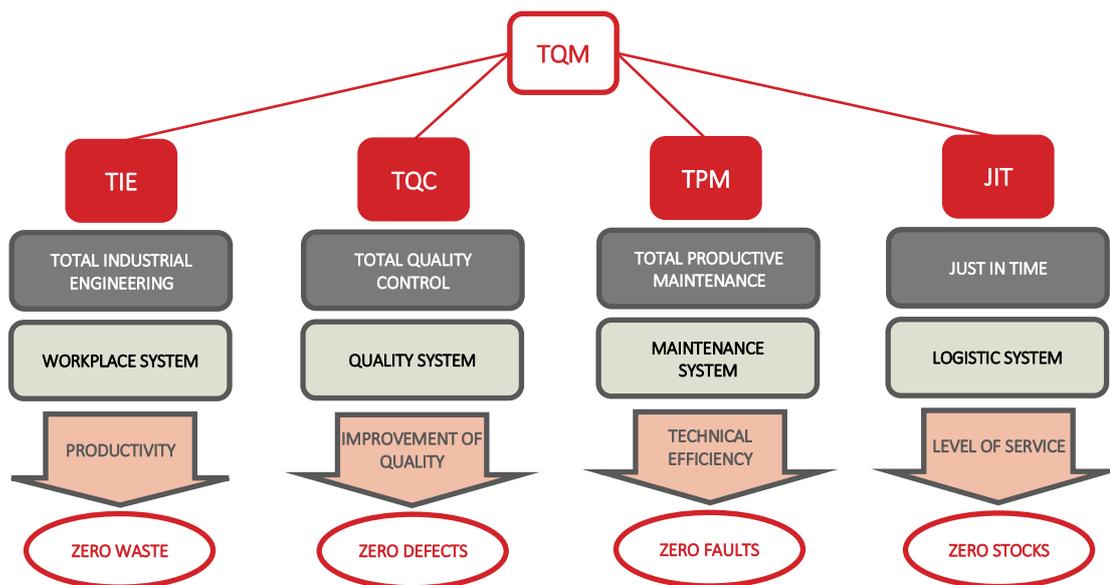


Figura 2.4 - Gli zeri del WCM e gli organi responsabili

Essi sono il fine ultimo per il raggiungimento dell'ottimo in campo WCM, e per ognuno di essi è deputato un particolare sistema strategico in azienda, con le proprie singole funzioni e i propri scopi.

Zero difetti

La totale mancanza di difetti è un obiettivo a dir poco irrealizzabile; statisticamente parlando è, infatti, impossibile che non si assista mai al verificarsi di un qualunque tipo d'imprevisto all'interno dell'arco produttivo. Altra cosa è invece considerare tale ambiziosa utopia come uno stimolo verso l'efficienza dell'intero stabilimento, e del sistema aziendale, più alta possibile.

La massimizzazione del rendimento in termini qualitativi porta inoltre il vantaggio più evidente di ottenere l'immediata soddisfazione del cliente finale, cosa del tutto non scontata quando ci si ritrova a dover fronteggiare uno, due e nel giro di poco tempo, centinaia di reclami per pezzi non conformi consegnati all'acquirente. La *Customer Satisfaction* dev'essere perciò la strada da intraprendere da tutti in azienda, per garantire alla stessa il successo nel mercato sempre più esigente di oggi.

Per questi motivi, il **Total Quality Control** può dirsi la **testa del WCM**, ovvero sia l'organo che tiene le redini dell'intera macchina aziendale, o in questo caso, del corpo, volendo usare un'analogia di stampo biologico. Esso affonda le sue radici su 6 punti cardine da seguire nell'applicazione del controllo qualità:



1. Pensare dal punto vista del cliente.
2. Valutare attentamente sempre in base all'osservazione dei fatti.
3. Le procedure sono importanti quanto il risultato.
4. Prestare attenzione alla dispersione rispetto il valore atteso e all'identificazione delle sue cause.
5. Risolvere i problemi attraverso discussioni logiche basate sull'accumulo dei fatti.
6. Approccio preventivo nei confronti dei problemi.

Zero sprechi

Lo spreco, il *muda*, è ascrivibile, come già evidenziato in precedenza, a tutte quelle attività che non portano reale valore aggiunto; a esserne coinvolto è quindi anche, e soprattutto, la parte umana del processo produttivo, talvolta protagonista di veri e propri sprechi inutili di energie che potrebbero essere invece investite in qualcosa di veramente utile e, perché no, appagante per l'operaio; allo stesso modo anche *muri* e *mura* possono nascondersi tra le linee di reparto, sotto forma di operazioni non ergonomiche o movimenti irregolari. Per far fronte a ciò è stato sviluppato il **Total Industrial Engineering**, un sistema integrato che ascrive come proprio obiettivo la risoluzione dei problemi all'interno del *workplace system* attraverso il coinvolgimento dell'intero personale e per mezzo di tecniche proprie dell'ingegneria industriale.

Hajime Yamashina, ovviamente giapponese, può dirsi il padre fondatore di questo sistema portante del *World Class Manufacturing*, il quale si avvale di alcuni peculiari strumenti e metodologie mai utilizzate in precedenza, se non di rado o quantomeno non in maniera sistematica, per contrastare *muri*, *mura*, e *muda*. Un esempio può essere l'utilizzo di videocamere per riprendere le azioni che dovranno intraprendere operai o manutentori, in modo da creare una guida video chiara e infallibile, la cosiddetta **SOP**, acronimo per **Standard Operating Procedure**, che servirà ad accrescere le capacità tecniche di ciascuno in maniera standard e accurata, così da scongiurare possibili inconvenienti di qualsivoglia natura, che sia ergonomica, tecnica o soprattutto legata alla sicurezza.

Zero guasti

Inutile dirlo, a ciascun'avaria cui si può incappare, si ascrive imprescindibilmente una perdita di tempo, ove tale macchina guasta non fosse bypassabile, oltre che di denaro per la riparazione e



naturalmente anche lo spreco di forza lavoro altrimenti spendibile. Zero guasti, così come zero incidenti, è l'obiettivo primario del **Total Productive Maintenance**, e il suo raggiungimento passa essenzialmente attraverso la consapevolezza diffusa su tutta l'azienda, dall'R&D passando per la produzione e arrivando addirittura alle vendite, dell'importanza della **manutenzione preventiva**, piuttosto che la riparazione dei macchinari.

Importante approccio sistematico nell'affrontare la TPM è il cosiddetto sistema a **5G** (citato in precedenza), anch'esso di derivazione giapponese, che prescrive le 5 azioni fondamentali da intraprendere per evitare guasti inattesi, esposte nella tabella 2.2.

GEMBA	Vai sul posto di lavoro, dove tutti gli eventi accadono. Non fidarti di ciò che ti dicono.
GEMBUTSU	Esamina il fenomeno, cioè cosa è effettivamente successo, cosa puoi ora osservare con i tuoi occhi, senza preconcetti a esso legati.
GENGITSU	Controlla le attrezzature, i materiali, i prodotti e altri oggetti fisici effettivamente coinvolti nell'evento.
GENRI	Riferisciti alla teoria, e ai principi fisici e/o chimici coinvolti nell'evento.
GENSOKU	Segui le procedure standard, con i parametri numerici corrispondenti.

Tabella 2.2 - Le 5G del Total Productive Maintenance

Zero stock

Avere colli fermi in magazzino comporta una spesa indiretta in termini di superficie fisica utilizzata dall'area di stoccaggio, che in un modo o nell'altro è pagata con affitto o acquisto, la quale non solo potrebbe essere eliminata, ma quantomeno utilizzata per altri scopi. Non avere stock inoltre consente maggior flessibilità nel rispondere alle richieste in entrata, ed è per questo motivo che le aziende giapponesi come la Toyota, che fanno del **Just in Time** il loro credo, sono in grado di proporre al cliente un ventaglio di prodotti notevolmente più ampio rispetto a quelle fedeli all'antiquato sistema fordista.

Il *Just in Time*, del quale si è già parlato in precedenza, è dunque un sistema integrato che enfatizza la produzione di ciò che strettamente necessario e il suo trasporto dove è precisamente richiesto quando necessario. Il WCM ha fatto proprie le metodologie caratteristiche del JIT, quali per esempio il *kanban*, e le ha poste sull'altare della produzione a zero stock.

2.3.2. PDCA Wheel

La ruota o **ciclo di Deming**, anche chiamata **PDCA Wheel** o **ciclo di Shewart**, cui si è accennato prima parlando del *Continuous Improvement*, è il sistema di gestione portante del WCM, poiché fornisce uno standard da seguire basato su 4 fasi principali (*Plan, Do, Check, Act*, da cui l'acronimo PDCA) non solamente in termini di **problem solving**, essendo quindi la struttura principale di ogni **kaizen** aperto in azienda, ma anche in termini di sistema di gestione del processo e del prodotto a tutto tondo per ogni singolo ente, o **pillar**, aziendale, come la logistica, la qualità o la sicurezza.

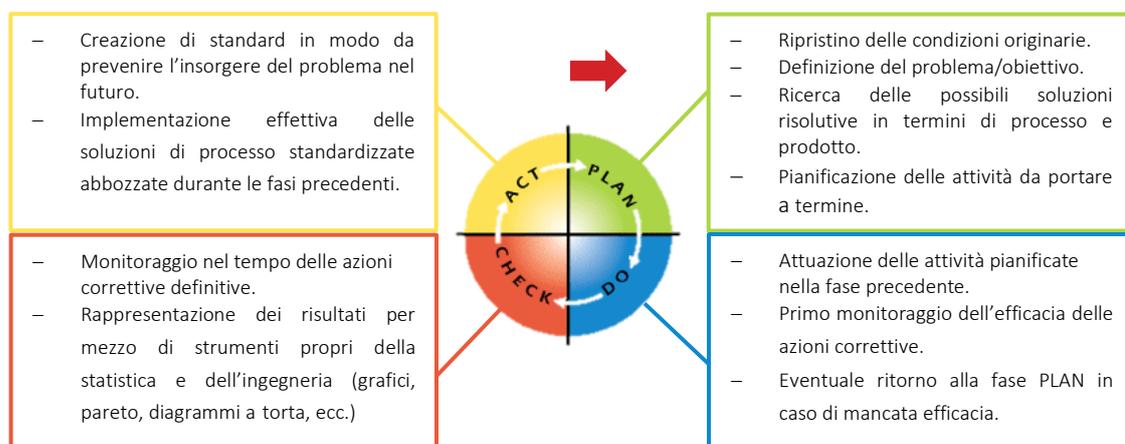


Figura 2.5 - Il ciclo di Deming, o PDCA Wheel

Si può dire che gli zeri del WCM, limite asintotico raggiungibile solo in maniera utopistica, possono essere avvicinati solamente attraverso un processo di **miglioramento continuo** fondato su una logica, se non propriamente uguale, quantomeno simile a quanto proposto dalla *PDCA Wheel*, cioè un sistema che:

- prevede una **fase reattiva** di ristabilimento delle condizioni ottimali
- permette di affrontare in maniera rigorosa i problemi con la ricerca della **causa radice**

- non lascia nulla al caso e non permette ritardi, grazie ad una **pianificazione di ogni attività**
- è fondato sul **monitoraggio** attento di ciò che accade, basandosi sul principio che se non conosci non sei in grado di agire
- fa della creazione di **nuovi standard** il proprio motore per il miglioramento

E' questo il cuore del WCM, ed è alla base dei cosiddetti **7 step**, cioè una serie di azioni o fasi da seguire in successione per poter arrivare al risultato finale atteso. Esistono per esempio i **7 step del problem solving**, che si rifanno fedelmente al *modus operandi* dettato dal ciclo di Deming, come mostrato in figura 2.6, ed esistono poi i **7 step per ciascuno dei pilastri del WCM**, i quali sono presentati in maniera esaustiva nel prossimo capitolo.

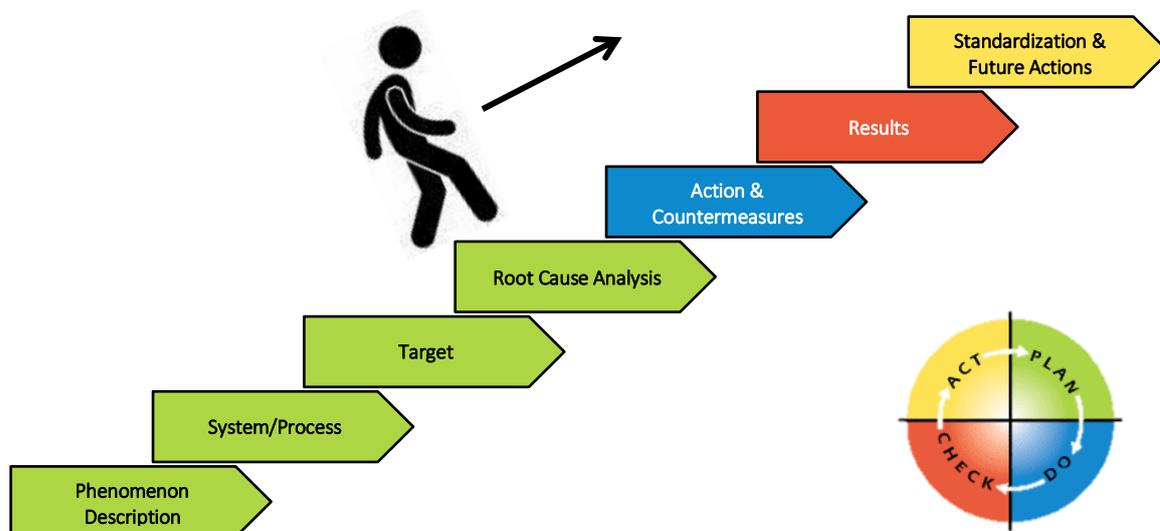


Figura 2.6 - I 7 step del Problem Solving



2.4. I pilastri del WCM

In seguito alla messa in luce di quelle che sono le fondamenta del *World Class Manufacturing*, occorre ora concentrarsi sulle colonne che sorgono su di esse, o altrimenti chiamate **pilastr**i, ovvero **pillars**, utilizzando la corrispondente terminologia anglosassone.

Il WCM è sorretto da un totale di **20 pilastri**, di cui **10 tecnici** e **10 manageriali**. La figura 2.7 illustra chiaramente la suddivisione tra le due tipologie.

Mettendo le radici nel sistema di derivazione giapponese visto in precedenza di TIE, TQC, TPM e JIT, i 20 pilastri rappresentano il sistema nervoso dell'azienda *World Class*. Ognuno di essi è adibito a una particolare funzione, come per i dipartimenti comuni a qualsiasi azienda, ma con la differenza fondamentale che all'interno del WCM ogni pilastro è trasversale, cioè coinvolge il personale in maniera omogenea e isotropa, in particolar modo per quanto concerne le responsabilità dei cosiddetti **pillar leader**, ciascuno sì alla testa del proprio ente, ma coinvolto in maniera pressoché simile anche negli altri campi non direttamente di propria competenza. Si crea così un sistema in cui, per esempio, il capo della qualità deve badare anche agli aspetti legati alla sicurezza oppure alla manutenzione autonoma, e viceversa, arricchendo molto il bagaglio tecnico di ciascun attore, e creando una formidabile sinergia tra gli enti, volta al raggiungimento dei medesimi obiettivi, cioè gli zeri del WCM visti in precedenza.

Di seguito nel presente elaborato saranno analizzati tuttavia solamente i **pilastr**i **tecnici**, all'interno dei quali ho potuto lavorare nello stabilimento OLSA di Moncalieri, in particolar modo nei pilastri *Focused Improvement* e *Quality*. Per quanto riguarda i **pillars** manageriali, invece, che hanno lo stesso peso dei pilastri tecnici, fungono da ausilio a quest'ultimi e guidano il *management* dell'impresa verso il giusto processo decisionale al fine di incrementare i risultati e ottimizzare i processi di miglioramento e integrazione tra i pilastri tecnici.

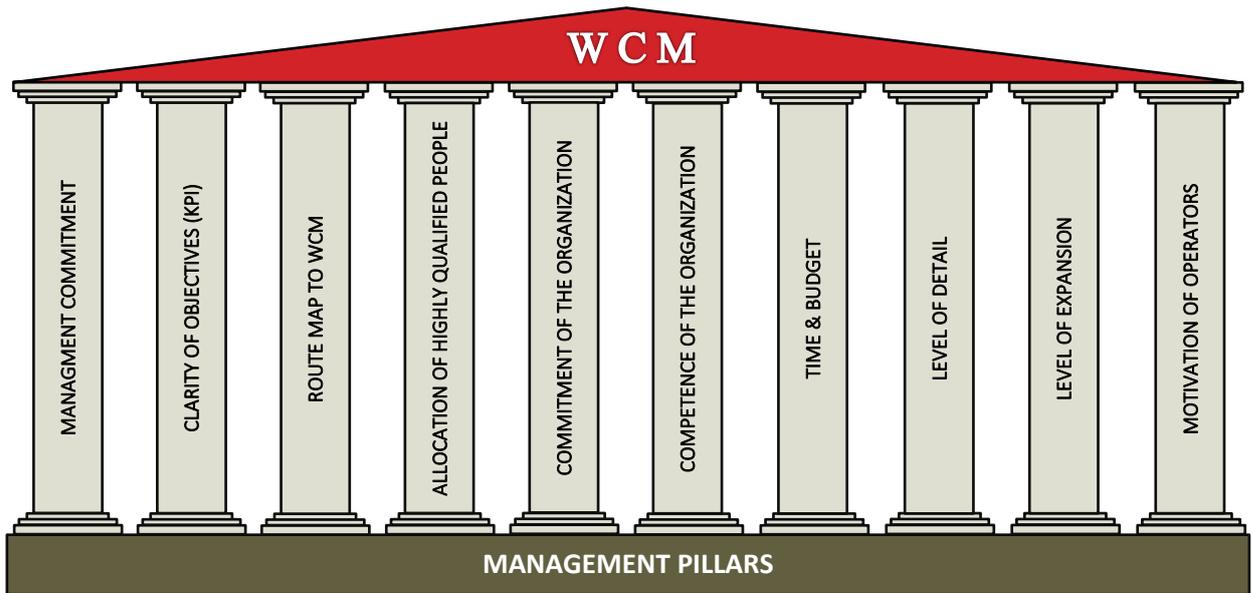


Figura 2.7 - I pilastri manageriali del WCM

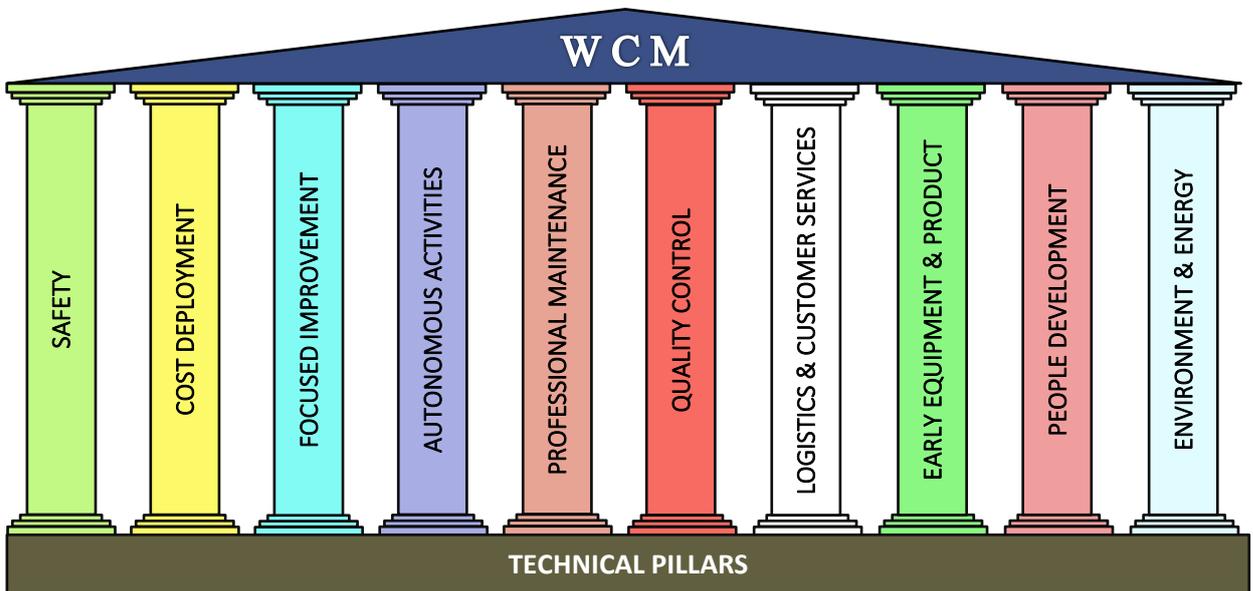


Figura 2.8 - I pilastri tecnici del WCM

2.4.1. Safety (SAF)

Il primo tra tutti i pilastri per ordine d'importanza è quello della sicurezza, che si occupa di tutelare chi lavora all'interno dell'azienda da infortuni o incidenti che possono intaccare la salute degli stessi.

E' proprio il motto "*safety first*", ovvero "la sicurezza prima di tutto" che occorre seguire quando si tratta di WCM, guardando alla protezione dei lavoratori più da un punto di vista etico piuttosto che meramente legale, questo perché un lavoratore in sicurezza è un lavoratore più sereno e sicuramente più efficiente, che crede nell'azienda che lo tutela.

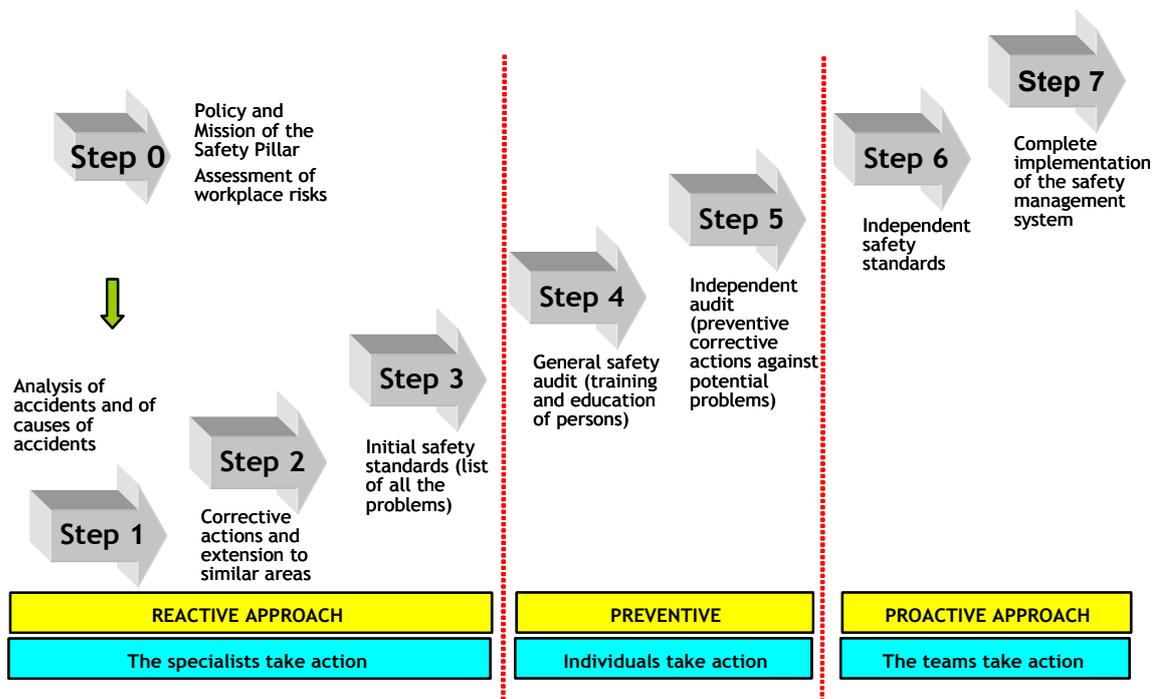


Figura 2.9 - I 7 step del Safety Pillar

In figura 2.9 sono presentati i **7 step** di questo pilastro, che, come già spiegato nel capitolo precedente riguardo le fondamenta del *World Class Manufacturing*, si basano essenzialmente sulla *PDCA Wheel*, seguendo una prima fase reattiva, una seconda preventiva, e infine una proattiva.

La definizione iniziale della politica di sicurezza aziendale può dirsi il punto chiave di tutti gli *step*, poiché stabilisce un chiaro riferimento per l'intera organizzazione. La politica, infatti, definisce l'approccio aziendale al mantenimento e al miglioramento delle condizioni operative e della salute

dei lavoratori all'interno dell'area di lavoro e alla riduzione continua dei rischi. Ogni azienda *World Class* deve mirare a eliminare gli incidenti, ed è proprio questo uno dei **KPI** (acronimo di **Key Performance Index**) del pilastro *Safety*.

Una rappresentazione efficace dei KPI di sicurezza di ogni *plant* trova la propria forma nella cosiddetta “**piramide di Heinrich**”, rappresentata in figura 2.10, nella quale le classi d'indicatori sono disposte in forma piramidale, dall'evento meno impattante e più frequente, si parla quindi di azioni non sicure che non hanno però ripercussioni fisiche sul lavoratore, ma rappresentano solamente un possibile rischio per lo stesso, agli eventi via via più gravi e meno frequenti, fino agli incidenti fatali.

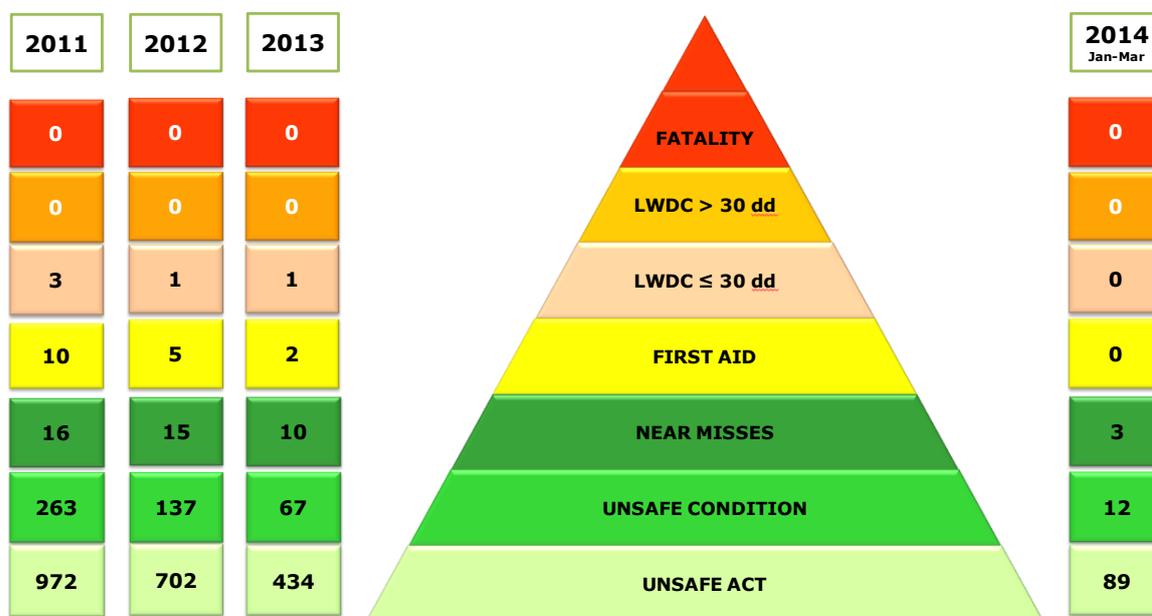


Figura 2.10 - Piramide di Heinrich

Come ogni pilastro del WCM, anche questo deve seguire un percorso di *Continuous Improvement* basato sulla metodologia *kaizen*, applicata ai settori in cui è opportuno condurre un'analisi dei rischi. I risultati sono organizzati secondo matrici proprie del pilastro, quali la **Tabella dell'analisi dei rischi** e la **S-matrix**, veri e propri strumenti di lavoro e interazione, per il raggiungimento di **zero infortuni**.

Il *pillar Safety* rappresenta la chiave per il WCM: nel corso dell'*audit* per l'assegnazione del punteggio per un'azienda *World Class Manufacturing* è proprio il pilastro della sicurezza a essere valutato per



primo, e in caso di mancato raggiungimento degli standard sufficienti, l'*audit* è interrotto e gli altri nove pilastri non sono nemmeno passati in esame.

2.4.2. Cost Deployment (CD)

Il *Cost Deployment* può essere considerato “la bussola che indica la giusta direzione” per il WCM. E' questo pilastro, infatti, che definisce gli obiettivi per gli altri, e fornisce i *target* su cui focalizzare le risorse di ciascun *pillar*. Esso si concentra sul concetto di **spreco**, definito come un particolare tipo di perdita che occorre nella produzione quando sono usate come *input* più risorse (manodopera, materie prime, attrezzature, energia) rispetto a quelle strettamente necessarie per produrre l'*output* richiesto. E' così che appare evidente la piena sintonia con i dettami della filosofia giapponese, ascrivendo le fonti di spreco a ciò che si è detto essere sorgente di *muda* per il TPS (sovrapproduzione, attese, scarti, *stock*, ecc.) e considerando la **perdita** come l'utilizzo di qualsiasi risorsa a cui è associato un **costo** che non aggiunge valore percepito dal cliente.

Il *Cost Deployment* si propone di timonare l'azienda, e di conseguenza gli altri pilastri, nelle azioni di *Continuous Improvement* tramite la riduzione di costi, attraverso:

1. Analisi dei rapporti tra fattori di costo, processi che generano costi e vari tipi di sprechi e perdite.
2. Identificazione dei rapporti tra sprechi e riduzioni delle perdite.
3. Classificazione delle perdite secondo un'analisi dei costi/benefici al fine di stabilire la priorità degli sprechi da attaccare.
4. Selezione di strumenti per eliminare le perdite.
5. Valorizzazione dei benefici attesi.
6. Identificazione delle attività e loro pianificazione.
7. Impatto dei progetti sul bilancio

Il rapporto **costi/benefici** è un **KPI fondamentale** per il *Cost Deployment*, e in cascata per tutti gli altri pilastri, le cui azioni di miglioramento devono essere sempre il risultato di un'attenta analisi dei benefici che si otterrebbero dall'eliminazione del problema, e dei costi con cui le azioni correttive potrebbero impattare sul bilancio.

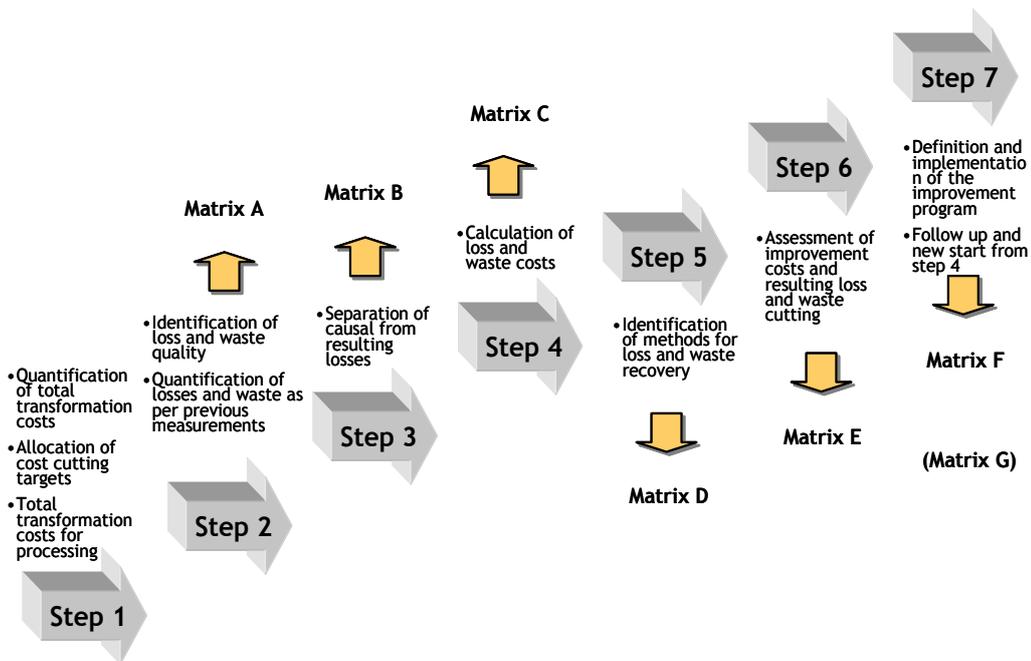


Figura 2.11 - I 7 step del Cost Deployment

I 7 **step** del *Cost Deployment* sono basati sulla compilazione di particolari matrici, ognuna di esse con una funzione particolare e denominata con una lettera dell'alfabeto progressivamente crescente al crescere delle fasi di sviluppo:

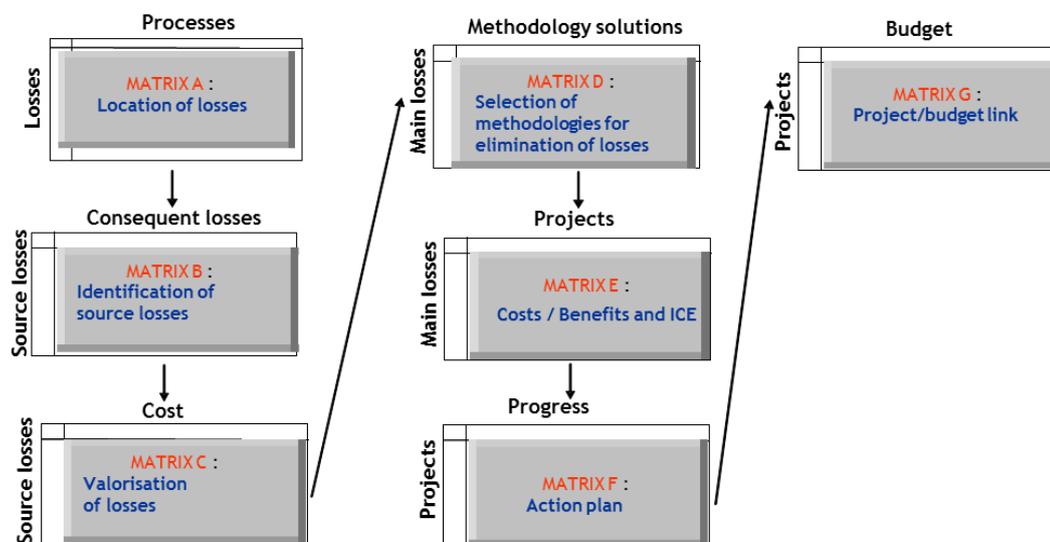


Figura 2.12 - Le matrici del Cost Deployment



- Matrice A - sottolinea il legame tra gli sprechi, le perdite e i sotto-processi dell'impianto. Permette di capire dove è esattamente possibile indicare una perdita e il suo impatto economico, all'interno dell'impianto.
- **Matrice B** - divide le perdite tra causale e conseguente e sottolinea il legame esistente tra il primo e il secondo, processo per processo. L'obiettivo di quest'attività è identificare le cause che generano ogni perdita in ogni processo.
- **Matrice C** - è il collegamento tra i rifiuti e le perdite e la struttura dei costi dell'impianto. Dopo l'identificazione delle cause di origine, devono essere quantificati e classificati i costi utilizzando la struttura dei costi d'impianto.
- **Matrice D** - è il percorso sistematico per assegnare priorità alle perdite. A tal proposito è utilizzato l'indice **ICE** ($I = Impact$, $C = cost$, $E = easyness$).
- **Matrice E** - contiene l'elenco dei progetti stabiliti da tutti i pilastri in modo tale da combattere gli sprechi e le perdite, secondo le priorità della matrice D. È necessaria un'analisi costi-benefici per definire un'implementazione del progetto.
- **Matrice F** - consente di seguire i risultati dei progetti.
- **Matrice G** - è la chiusura del percorso: è il collegamento finale tra l'obiettivo di riduzione dei costi (raggiunto e pianificato) e il budget.

2.4.3. Focused Improvement (FI)

Il *Focused Improvement* è il pilastro tecnico dedicato ad attaccare le perdite più rilevanti, identificate dal *Cost Deployment*, le quali hanno un impatto notevole sul budget e dove sono previsti *savings* importanti.¹⁰

Nella catena di risoluzione dei problemi, il *Cost Deployment* provvede a definire le perdite, il *Focused Improvement* definisce i *tools* necessari e il livello di conoscenza per attaccarle, e il *People Development* sceglie i membri del team in grado di utilizzare quei *tools*.

Questo pilastro metodologico è il "proprietario" di tutti i *kaizen* in azienda, nonostante essi coinvolgano necessariamente tutti i dipartimenti, o pilastri. Esso tiene le redini dell'approccio focalizzato sulla risoluzione dei problemi e sulla standardizzazione dei risultati: in poche parole, il

¹⁰ (CNH Industrial, 2015)

Focused Improvement segue passo-passo il *Continuous Improvement* di quelli che sono di volta in volta i temi più rilevanti dell'impianto.

Nel capitolo successivo si parlerà in maniera più approfondita di questo pilastro, che mi ha visto personalmente coinvolto tra le sue fila, di come si compongano i vari *kaizen* e come essi vengano assegnati a seconda del problema. Nella figura seguente invece sono presentati, come per gli altri pilastri, i 7 *step* del *Focused Improvement*.

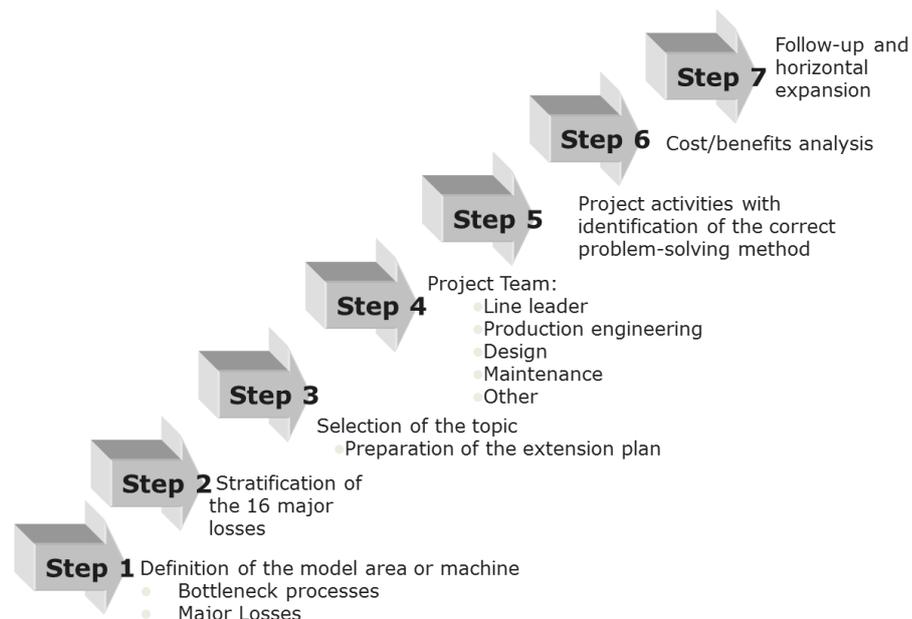


Figura 2.13 - I 7 step del *Focused Improvement*

2.4.4. Autonomous Activities (AM/PM)

Autonomous Maintenance (AM)

L'obiettivo di questo *pillar* è far sì che le attrezzature dell'intero stabilimento siano utilizzate nel modo migliore. Esse, infatti, nonostante siano progettate per essere affidabili e durature, sono spesso oggetto di guasti, difetti o arresti dovuti alla mancanza di condizioni di base solide e di una **manutenzione preventiva**. Al fine di ripristinare le condizioni di base delle macchine, l'*Autonomous Maintenance* si avvale di un approccio sistematico che prevede:

- Applicazione standard di pulizia, ispezione, lubrificazione e rifissaggio.



- Eliminazione di sorgenti di sporcizia e zone di accesso difficili.

Tutte queste attività sono direttamente eseguite dagli operatori di macchina, che impediscono il deterioramento della stessa e insieme incrementano le proprie competenze tecniche relative all'attività intrapresa. In particolare, i responsabili di AM devono occuparsi di:

- Portare le attrezzature allo stato ideale attraverso il restauro e la loro giusta gestione.
- Stabilire gli standard di base e le condizioni necessarie per mantenere le attrezzature in buono stato.
- Evitare il deterioramento delle apparecchiature attraverso un corretto utilizzo e ispezioni quotidiane.

I principali **KPI** di questo pilastro sono quantificati in **tempo**, e in particolare le tempistiche di pulizia, d'ispezione, di lubrificazione, di rifissaggio, ecc. Il KPI più importante tuttavia è rappresentato dall'**OEE**, acronimo di **Overall Equipment Effectiveness**, che può essere calcolato come:

$$OEE = (A \cdot P \cdot Q) \cdot 100 = \frac{T_C \cdot N_{gp}}{T_{PP}}$$

{ *A: disponibilità (availability)*
P: Performance
Q: Quality

{ *T_C: tempo ciclo*
N_{gp}: numero pezzi buoni
T_{PP}: tempo di produzione pianificato

Nonostante l'espressione sopra riportata sia solamente una di molte (vi sono espressioni basate solamente sul numero di pezzi buoni prodotti rapportati ai pezzi totali, oppure legate alle tempistiche di produzione), si può dire che l'OEE in tutte le forme in cui esso sia rappresentato, fornisce una stima chiara e immediata sulle prestazioni e sull'efficienza della macchina, del reparto, o addirittura dell'intero impianto.

Da sottolineare inoltre è l'utilizzo smodato da parte di questo pillar dei cosiddetti **AM Tags**: si tratta di etichette che devono essere collegate dagli operatori alla macchina in cui è stata rilevata un'anomalia. È un efficace strumento di gestione visiva, che mette in evidenza visivamente la

presenza di problemi o aspetti da migliorare. La soluzione per risolvere l'anomalia può essere un semplice ripristino delle condizioni di base o un miglioramento fatto con *Quick kaizen*.

The figure shows three examples of AM Tags, each with a different color theme: green for Safety (SICUREZZA), blue for Operator (OPERATORE), and red for Maintenance (MANUTENZIONE). Each tag is a form with a header section for identification (Linea, Op., Macchina, Sottogruppo / Componente*) and a main section for problem classification (A-P) and description. The classification options are as follows:

Category	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
SICUREZZA	Strumenti inadeguati	Sist. di Sicurezza KO	Sist. di Sicurezza Escluso	Sist. di Sicurezza Rimosso	Parte Elettrica Danneggiata	Parte Elettrica Non Protetta	Parte Mobile Non Protetta	Spazio Limitato	DPI Non Disponibile	DPI Non Sicuro	Procedura Non Eseguita	Proc. Scaduta / Non	Perdita Sostanze	Formazione Inadeguata	Condotta Non Sicura	Altro
OPERATORE	Perdita Olio	Perdita Aria	Componente danneggiato	Difficoltà di lubrificazione	Difficoltà di Pulizia	Difficoltà di Accesso	Difficoltà di ispezione	Manca procedura / I.D.L.	Parametri Fuori Range	Spreco di Prodotto	Spreco di Materiali	Gioco	Rumore	Vibrazioni	Odore Insolito	Altro
MANUTENZIONE	Perdita di Olio / Aria	Manca Range di Lavoro	Manca targhetta identificativa	Componente danneggiato	Allentamento componenti	Filtro intasato/danneggiato	Riferim. Perso / Inesistente	Allentamento catene/nastri	Errati Parametri di Lavoro	Pressione Fuori Range	Temperatura Alta	Vibrazioni	Rumore	Gioco	Esuberato/Spreco di Materiali	Altro

Figura 2.14 - Esempio di AM Tags utilizzati in OLSA

Come gli altri pilastri, anche AM basa il suo lavoro sui **7 step**, rappresentati in figura 2.15.

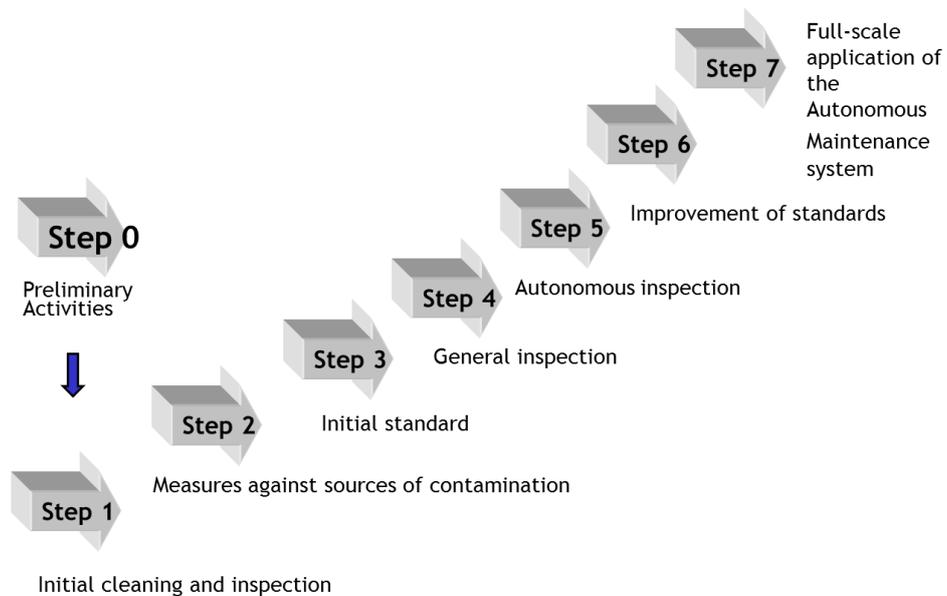


Figura 2.15 - I 7 step del Autonomous Maintenance



Workplace Organization (WO)

Se l'*Autonomous Maintenance* pone la propria attenzione sui macchinari, il *Workplace Organization* focalizza il proprio operato sulla manodopera e sui lavoratori. In particolare, i suoi obiettivi sono:

- Minimizzare il maneggio di materiali.
- **Eliminare *muri-mura-muda*.**
- Creare manodopera competente in più settori.
- Permettere una produzione stabile, evitando i problemi e controllando le anomalie.
- Separare la manodopera dalle macchine.

L'obiettivo principe del WO può dirsi quello di creare un ambiente lavorativo a misura di operatore, e per farlo esso si avvale del principio di suddivisione delle attività, che possono essere classificate secondo 3 grandi categorie, cioè:

- **NVAA** (*Not Value Added Activities*): tutte le operazioni che non portano reale valore aggiunto all'operatore né tantomeno all'azienda, come ad esempio controllare, aggiustare, parlare, ecc.
- **SVAA** (*Semi Value Added Activities*): le attività che non portano valore aggiunto, ma non possono essere eliminate, come il *picking*, caricare, preparare, ecc.
- **VAA** (*Value Added Activities*): attività che portano reale valore aggiunto all'operatore e all'azienda, come assemblare, tagliare, limare, trovare la soluzione a un problema, ecc.

Il *modus operandi* del WO è strettamente legato all'osservazione: esaminando quali siano i flussi di materiale da una postazione all'altra, il modo in cui esso venga maneggiato e registrando le tempistiche di ciascuna operazione; il tutto è schedato ed analizzato secondo procedure *kaizen*, e le soluzioni sono poi standardizzate attraverso soluzioni tecniche o secondo procedure standardizzate attraverso le **SOP** (*Standard Operative Procedure*) o **OPL** (*One Point Lesson*).

Alla stregua dell'AM, il *Workplace Organization* sfrutta molto l'utilizzo dei **Tags** per la segnalazione chiara ed evidente dei problemi riscontrati in linea o in reparto.

Questo pilastro, inoltre, ricorre a uno strumento chiamato **diagramma di Yamazumi**, un diagramma a barre utilizzato per mostrare chiaramente i carichi di lavoro suddivisi tra un certo numero di operatori, del quale è fornito un esempio nella figura seguente.

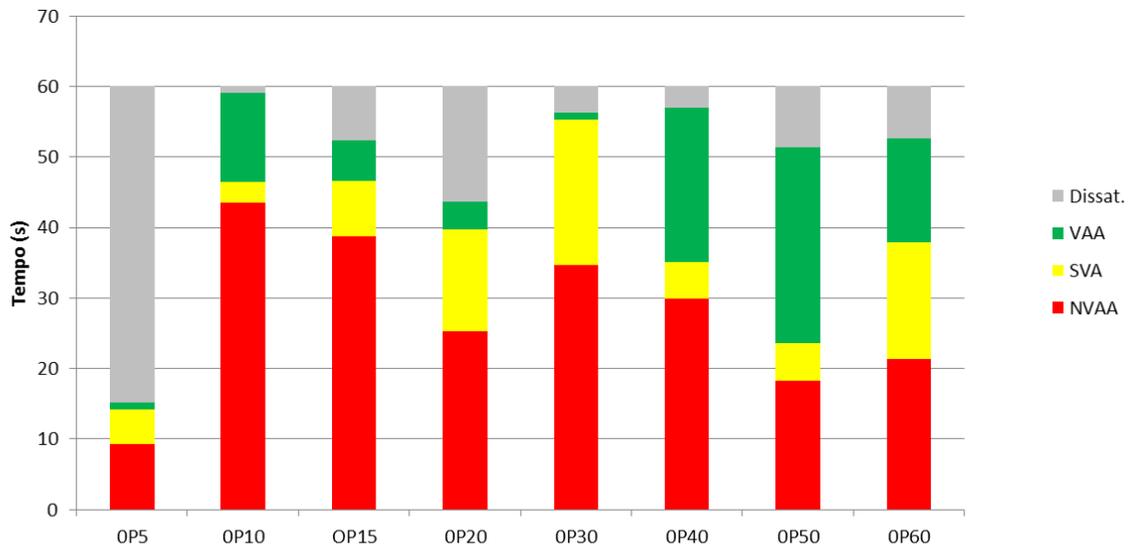


Figura 2.16 - Diagramma di Yamazumi

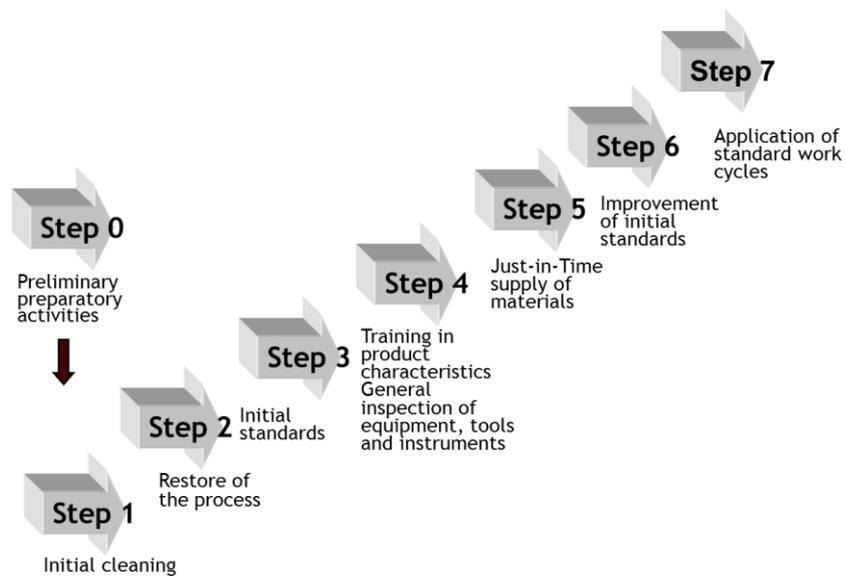


Figura 2.17 - I 7 step del Workplace Organization

2.4.5. Professional Maintenance (PM)

Il *Professional Maintenance* è il pilastro che tiene le redini della manutenzione dei macchinari all'interno dell'azienda. Esso lavora in stretta sinergia con l'*Autonomous Maintenance*, in modo da annullare, o almeno, limitare i fermi macchina dovuti alla manutenzione, garantendo così una produzione continua ed efficiente.

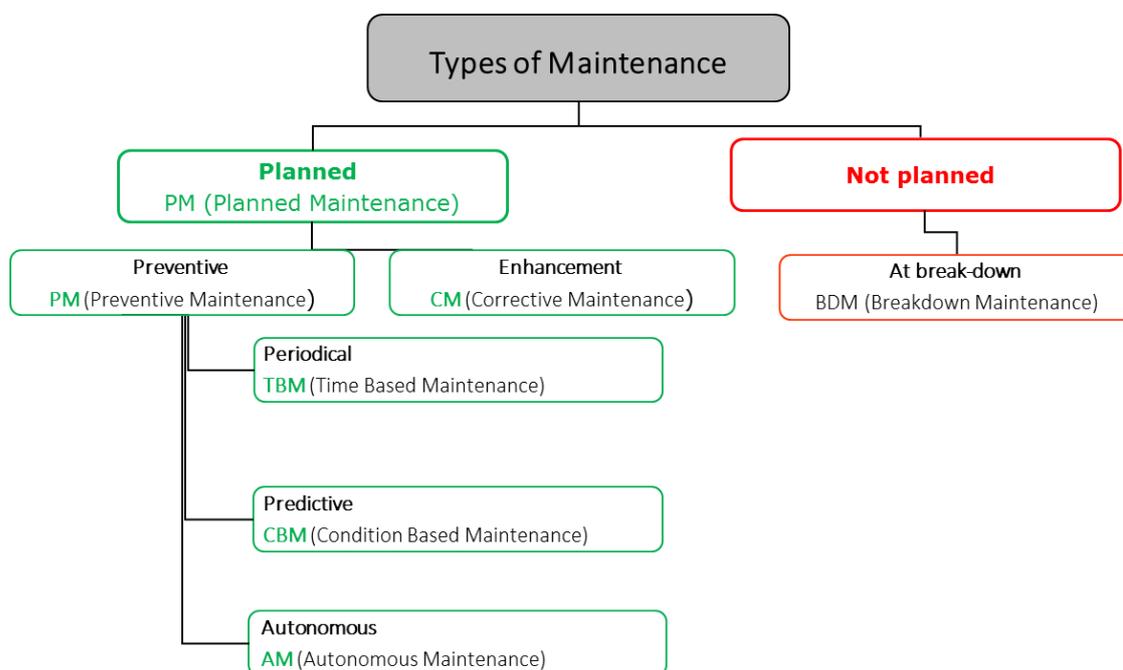


Figura 2.18 - Tipologie di manutenzione

Questo pilastro fonda il proprio operato su una suddivisione netta delle tipologie di manutenzione che possono essere intraprese in azienda (rappresentata in figura 2.18), che può essere:

- **Breakdown Maintenance (BDM):** è la manutenzione non pianificata, che è eseguita sulla macchina solo quando si verifica l'arresto imprevisto. Questo tipo di manutenzione può essere scelto per quei componenti per i quali la macchina non si ferma o il costo per la manutenzione preventiva su di essi è minore delle perdite dovute al blocco in tempo (ma l'impatto in termini di sicurezza deve essere nessuno).
- **Time Based Maintenance (TBM):** La manutenzione è eseguita sulla macchina periodicamente utilizzando cicli di manutenzione con una frequenza basata sul tempo o sull'utilizzo, al fine di

prevenire guasti e interruzioni. Questo tipo di manutenzione non è inizialmente ottimale, poiché il deterioramento delle condizioni di base renderà molto difficile prevedere la frequenza di sostituzione. Tuttavia, una volta ripristinato alle condizioni di base, questo metodo risulta efficace, ed è un'ottima introduzione alla CBM.

- **Condition Based maintenance (CBM):** essa segue la logica per cui la maggior parte delle rotture non avviene istantaneamente, e all'improvviso alcuni sintomi possono essere segnale di un prossimo guasto. Se il sistema è in grado di prendere sotto controllo questi sintomi, la manutenzione su ogni singolo componente può essere effettuata in tempo, prima che si verifichi la rottura. È perciò possibile pianificare attività di manutenzione in base alla vera vita lavorativa della macchina e non sui soli dati statistici. Le attività sono in questo modo più focalizzate e tempestive, aumentando così la disponibilità del sistema.
- **Corrective maintenance (CM):** quando si effettua questa manutenzione, sono intraprese attività di manutenzione anche per migliorare la macchina con modifiche che consentono una maggiore manutenzione e affidabilità. È applicabile per problemi elevati o molto ricorrenti o per debolezza di progettazione. Perciò, non è una tipologia di manutenzione ma un approccio da seguire durante le attività di manutenzione per migliorare la macchina.

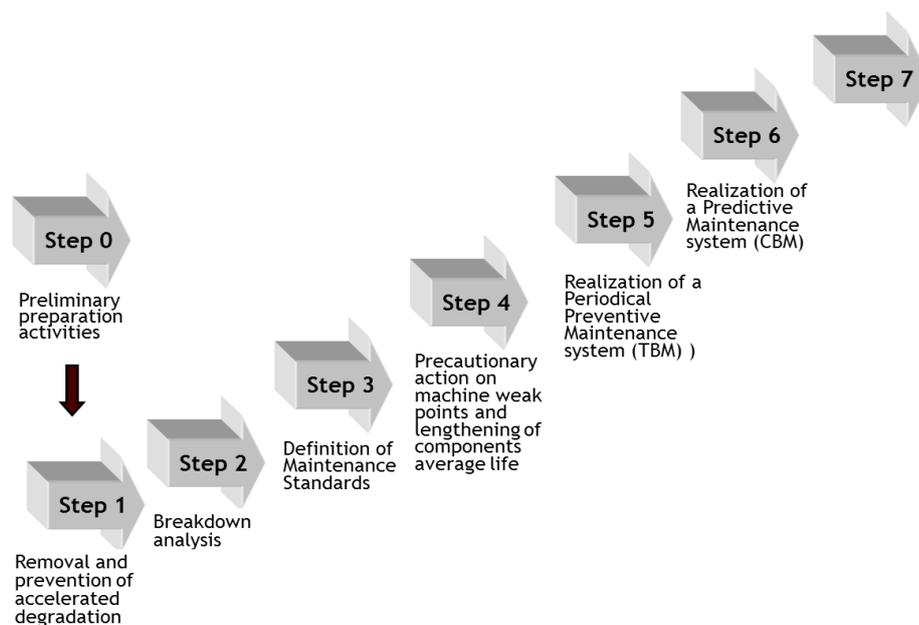


Figura 2.19 - I 7 step del Professional Maintenance

2.4.6. Quality Control (QC)

L'importanza del settore qualità nell'ambiente aziendale è stato più volte sottolineato nelle pagine che compongono quest'elaborato fino a questo punto; da rimarcare è infatti come sia stato proprio il sistema di qualità il primo a subire una profonda rivoluzione nell'antesignano sistema Toyota, attraverso il concetto chiave di *Total Quality Control*, nel quale questo pilastro del WCM, e non solo, affonda in profondità le proprie radici. La qualità, da allora fino ad oggi, ha assunto totalmente un altro connotato: essa si è, infatti, trasformata da attributo del prodotto venduto a prodotto stesso. L'azienda si ritrova così a "essere" la qualità, a venderla al proprio cliente, a farla percepire in ogni momento all'interno del processo e all'interno di ogni reparto, dalla produzione all'ufficio acquisti. Questo, come già accennato in precedenza, non solamente per raggiungere la *Customer Satisfaction*, ma anche per far scaturire *savings* importanti, in termini di mancati difetti, mancati fermi macchina, meno stock, ecc. Maggior **qualità** significa maggior **controllo** e maggior **efficienza**, che possono portare di conseguenza a un'azienda realmente competitiva nel mercato.

Questo *pillar* sarà affrontato in maniera approfondita nel capitolo che segue, mentre qui di seguito sono proposti, al solito, i suoi 7 *step*.

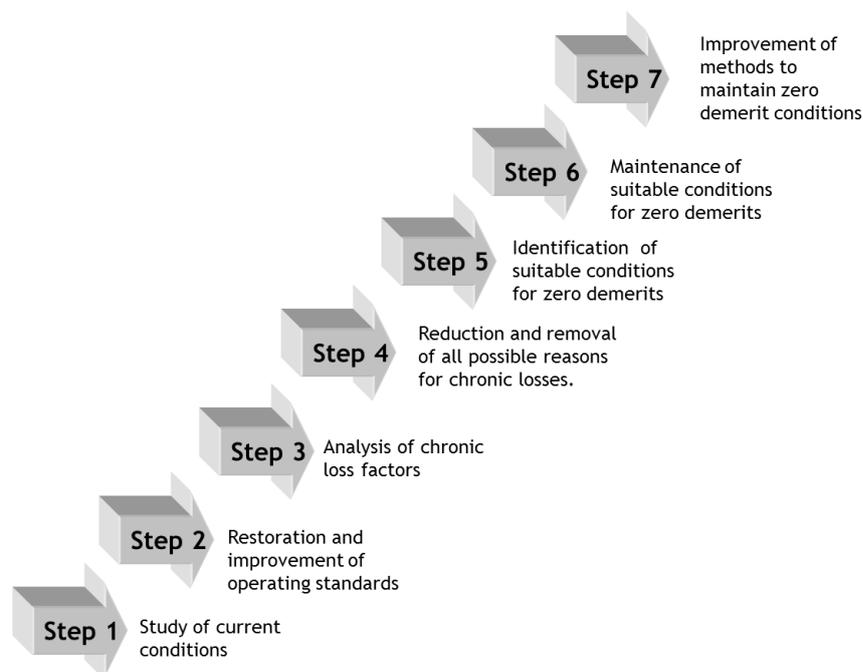


Figura 2.20- I 7 step del Quality Control



2.4.7. Logistics & Customer Service (LCS)

Il pilastro logistico si occupa della movimentazione del materiale in azienda e fuori, del suo stoccaggio, che dev'essere minimo come ricorda il principio di giapponese memoria del *Just in Time*, e di tutto ciò che è connesso all'organizzazione efficiente dei flussi di materiali, dai fornitori fino al cliente. In particolare I tre obiettivi principali del Pilastro Logistico, strettamente interconnessi tra loro, sono i seguenti:

- Sincronizzare la produzione con le vendite per soddisfare pienamente i clienti (produrre il giusto prodotto, al momento giusto, alla giusta quantità)
- Ridurre al minimo l'inventario per creare un flusso continuo (mantenimento dello *stock* riduce l'efficienza del capitale e nasconde problemi).
- Minimizzare la movimentazione dei materiali (la movimentazione dei materiali aumenta il costo)

Per raggiungere gli obiettivi del pilastro, è essenziale, come più volte accennato in precedenza, andare a identificare le maggiori sorgenti di spreco, ed eliminarle, in modo da cancellare conseguentemente anche i sovraccarichi e le incompatibilità; occorre, in poche parole, eliminare il *muda* come fecero gli antesignani giapponesi del *Toyota Production System*, assieme a muri e mura, attraverso il *Just in Time*. A tale scopo, un lavoro sinergico che coinvolga il pilastro logistico e il *Workplace Organization* è essenziale, in modo da poter aumentare innanzitutto l'efficienza delle postazioni di lavoro.

Il *Logistics* utilizza molti sistemi di derivazione giapponese, tra i quali possono essere citati:

- **Kanban** - è un sistema di segnalazione "*pull*" per attivare il riempimento dei materiali: ogni processo su una linea di produzione chiama o "*tira*" il numero esatto e il tipo di componenti che il processo richiede, al momento giusto, solo se necessario.
- **Supermarket** - è un luogo di stoccaggio fornito direttamente dal fornitore (interno o esterno) per i contenitori pieni che poi saranno raccolti (interamente) per essere portati alla linea, non "in una sola volta". L'impostazione di un'area *supermarket* è un passo importante per stabilire un flusso di materiale magro per il *kanban*.

- **Mizusumashi** - letteralmente “ragno d’acqua”, è un percorso di trasporto interno operato su un programma prestabilito. Esso include più fermate per fornire materiale a dove è necessario a intervalli di tempo fissi e brevi.

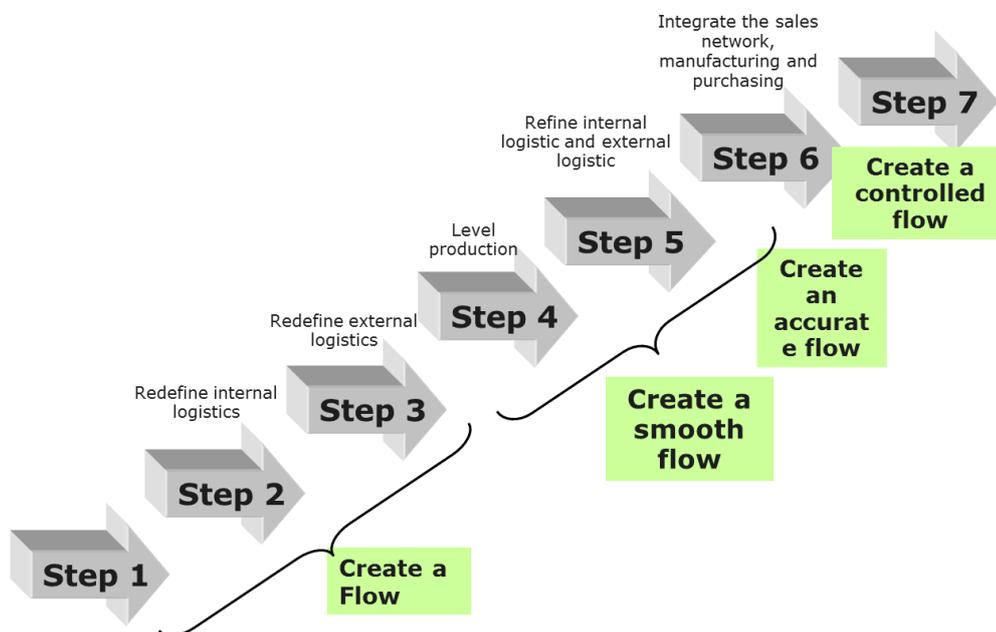


Figura 2.21 - I 7 step del Logistics & Customer Service

2.4.8. Early Equipment/Product Management (EEM/EPM)

EEM ed EPM sono entrambi pilastri che si occupano di gestione dei costi, tempi ed efficienza di processo, ma in due tempi differenti. Ecco il motivo per il quale solitamente sono racchiusi entrambi all’interno del medesimo pilastro.

Early Equipment Management (EEM)

La funzione primaria di tale pilastro è l’implementazione di nuovi impianti, seguendo i target prestabiliti in termini di costi, tempistiche e standard qualitativi. In particolare, gli obiettivi dell’*Early Equipment Management* da raggiungere per i nuovi impianti sono:

- **Sicurezza**
- **Costi minimi** (segue un minor LCC, “Life Cycle Cost”, possibile)

- **Qualità** richiesta assicurata
- **Minor lead time** possibile nella loro produzione
- Affidabilità e manutenibilità
- Flessibilità
- Operatività

In conformità a questi requisiti, l'EEM deve scegliere i macchinari più adatti alla situazione aziendale, lavorando assieme agli altri pilastri tecnici per soddisfarli al meglio.

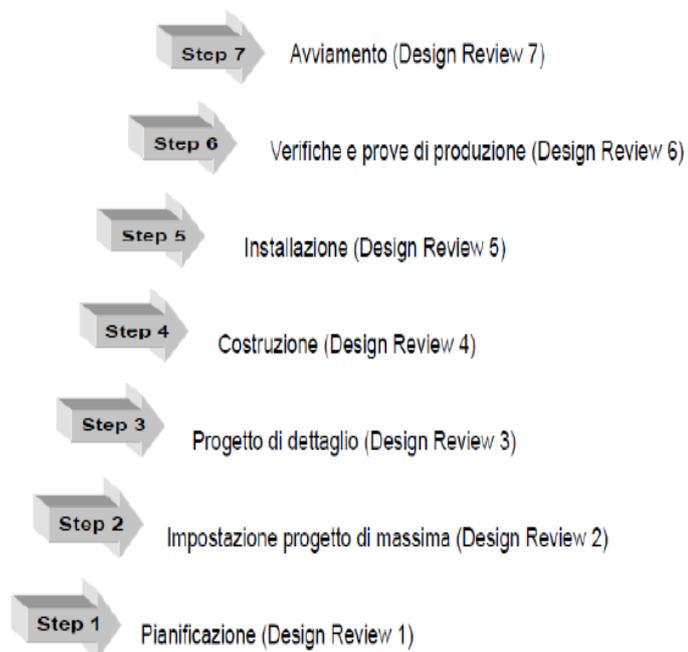


Figura 2.22 - 17 step del *Early Equipment Management*

Early Product Management

Con EPM ci si riferisce alla combinazione di *tools* e processi che permettono la collaborazione tra produzione e ingegneria. Essi sono volti ad assicurare la piena soddisfazione del cliente, attraverso:

- l'assicurazione della **qualità** desiderata, sia in **progetto** che in **produzione**
- la **minimizzazione dei costi** (o la massimizzazione dei profitti)

- la **riduzione** dei **lead times**, attraverso il potenziamento della velocità e dell'efficienza di produzione

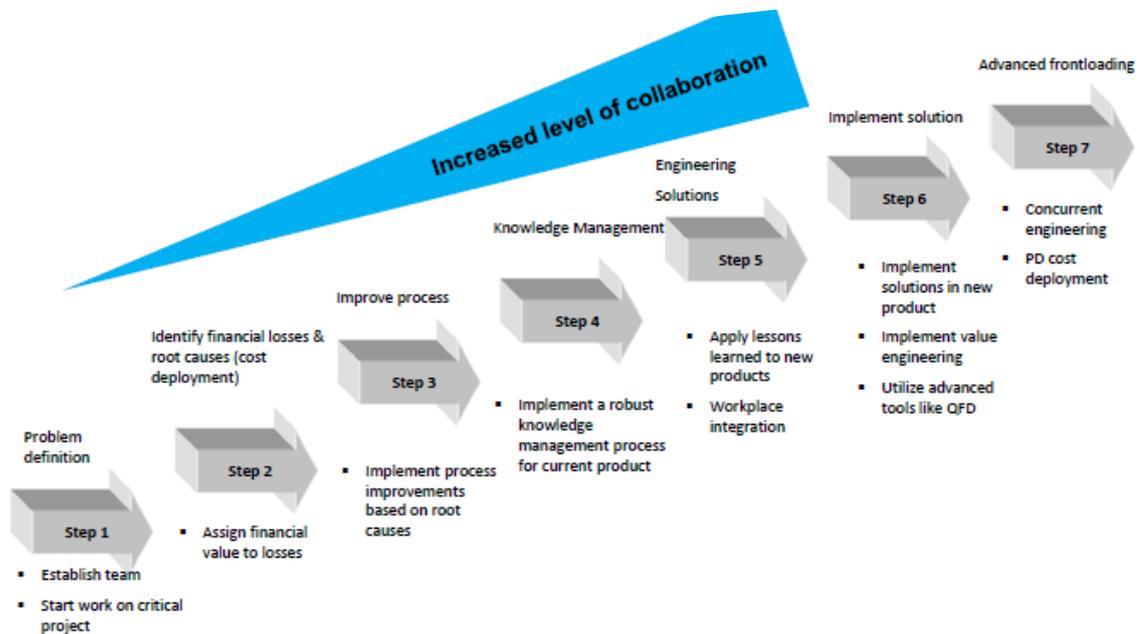


Figura 2.23 - I 7 step dell' *Early Product Management*

Dopo una prima fase di *planning* e di raccolta delle informazioni, si definiscono quelli che sono i macro obiettivi in termini commerciale, economico, funzionale e qualitativo. Una volta stabilito il target, se ne valuta la fattibilità e quindi si esegue una seconda *Design Review*.

Segue dunque la definizione del progetto, facendo inoltre una prima valutazione sulle decisioni *make or buy*, cioè su quali operazioni devono essere effettuate dallo stabilimento e quali invece bisogna affidarle a fornitori esterni. Le scelte operate portano ad avere una terza revisione del progetto.

Gli *step* successivi prevedono la realizzazione effettiva del progetto, nella quale, insieme alla supervisione del cliente, si cerca di raggiungere tutti i target scelti in precedenza con continue revisioni del progetto iniziale.

Nel momento in cui si raggiungono nei tempi e nelle modalità previste tutti gli obiettivi, può avviarsi la *Start of Production*.



2.4.9. People Development (PD)

L'obiettivo utopistico cui questo pilastro si rifà, s'identifica nel "Zero errori umani". Il *People Development* è legato a tutto ciò che implica le persone in azienda. Attraverso riunioni, sedute di *training* e attività di coinvolgimento, il PD si fa carico di:

- Assicurare, attraverso un sistema di formazione strutturato, le giuste capacità e competenze per ogni *workstation*.
- Sviluppare i lavoratori di manutenzione, e i tecnici esperti, come driver principali delle attività di formazione.
- Monitorare il livello di competenza e conoscenza di tutti i dipendenti per mantenere il *know-how* in continuo progredire.

L'attività del PD è portata avanti in maniera sinergica con gli altri pilastri, coinvolgendo tutte le persone all'interno dell'azienda, per garantire un organico in continua evoluzione dal punto di vista delle *skills*, tecniche e non, e del proprio *know-how*, e parallelamente ponendosi come obiettivi i 2 zeri più importanti per questo pilastro: "Zero errori umani" e "Zero infortuni".

Uno dei compiti del *People Development* è la redazione dei **Radar Chart** di ciascun lavoratore: esso è un diagramma di forma circolare, all'interno del quale è inscritto un poligono il cui numero di lati è variabile in relazione a quali caratteristiche o *skills* si vuole rappresentare su di esso; ad ogni vertice del poligono è associata una *skill*, la quale è valutata secondo una scala, e seguendo quest'ultima, il settore circolare è colorato secondo un criterio pesato.

Un altro importante ruolo che ricopre il PD è la motivazione dei lavoratori, che, pur dovendo essere tecnicamente preparati nelle cosiddette *hard skills*, devono essere ricchi anche dal punto di vista delle *soft skills*, quali intraprendenza, altruismo, spirito di gruppo ecc., la cui alimentazione è appannaggio dell'attività del *People Development*, attraverso riunioni, eventi e spazi dedicati.

SET UP OPERATOR	Atteso	Attuale
Attrezzamento pressa	4	3
Principi di stampaggio	4	3
Conoscenza stampo	4	2
Procedure operative	3	3
Principi di sicurezza	3	3
pianificazione	2	1
Principi SMED	3	1
Staffaggi	3	3
Allestimento robot	3	3
Costruzione mano di presa	3	3
Allestimento raffreddamento	2	3
Schede stampo	3	3
Schede stampaggio	3	3
Allestim. Postazione	3	2

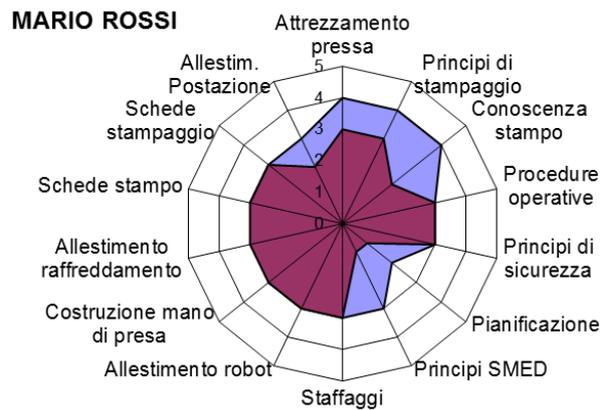


Figura 2.24 - Esempio di Radar Chart (set up operator reparto stampaggio)

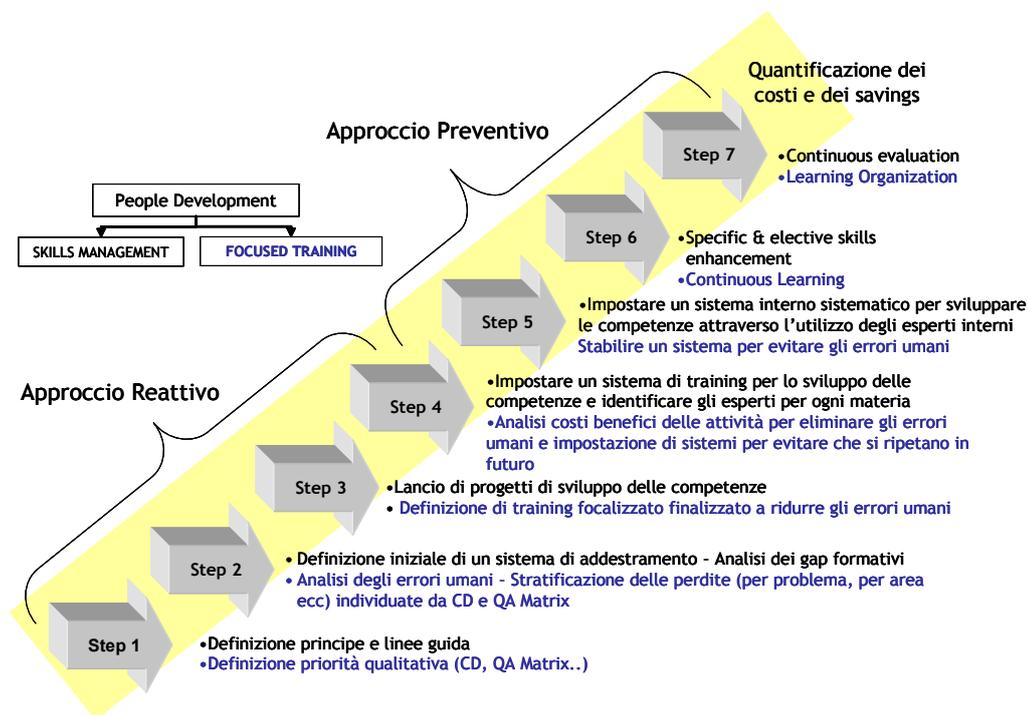


Figura 2.25 - I 7 step del People Development



2.4.10. Environment (EN)

L'ultimo pilastro, ma che ultimo affatto non è in quanto discriminante, assieme al pilastro *Safety*, dell'intero sistema WCM implementato in un'azienda, è quello legato all'energia e all'ambiente, e al rispetto delle norme che lo tutelano: *l'Environment/Energy Pillar*.

Tale pilastro si occupa di gestire tutto ciò che riguarda l'aspetto energetico e ambientale dell'impianto: l'impatto che quest'ultimo ha sul sistema naturale che lo circonda, e di conseguenza anche il tipo di energia che lo alimenta, assieme al conseguente rispetto delle inerenti normative internazionali e nazionali.

L'Environment è spesso portato avanti dal medesimo team, o comunque una sua buona parte, componente il pilastro *Safety*. Tale associazione è giustificata dal fatto che gli aspetti di sicurezza, ambientali ed energetici sono strettamente legati il più delle volte, come nel caso di gestione dei materiali pericolosi e tossici o l'utilizzo di combustibili che richiedono lo smaltimento dei prodotti della combustione.

Anche in questo caso, il progetto dell'impianto si rifà a una prima **area modello** su cui andare a effettuare tutte le considerazioni e gli studi di settore energetico e ambientale, i quali verranno poi allargati per similitudine al resto dell'impianto.

Gli strumenti utilizzati dall'*Environment* sono quelli comunemente impiegati da tutti gli altri pilastri (Pareto, Kaizen, Piramide di Heinrich, Diagramma di Yamazumi, ecc.) e come per questi ultimi, il lavoro deve essere portato avanti in stretta sinergia: il *People Development* può per esempio collaborare con il *Safety* e *l'Environment* per organizzare alcuni incontri di formazione per sensibilizzare il personale sul tema del risparmio energetico, oppure può essere il Quality Control a dover lavorare con *l'Environment* per garantire che un certo materiale utilizzato all'interno di un processo produttivo non diventi un problema di natura qualitativa, oltre che di impatto sul sistema.

Per concludere il capitolo, come già visto per gli altri pilastri, sono proposti qui di seguito i 7 *step* del *Environment/Energy Pillar*.

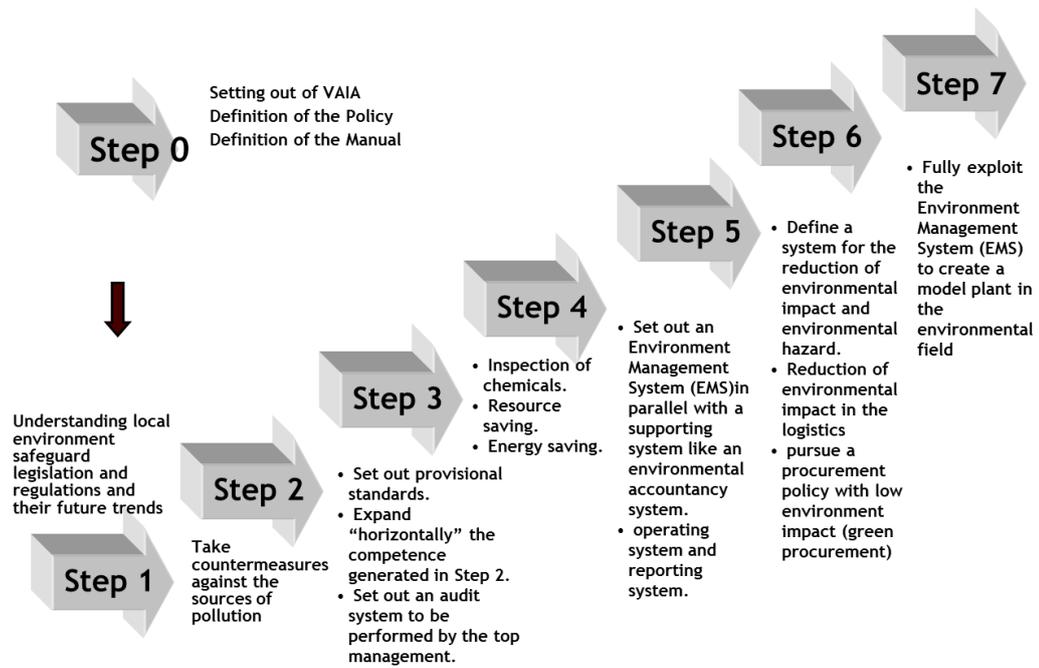


Figura 2.26 - I 7 step dell'Environment/Energy Pillar



3. Tra Focused Improvement e Quality Control: il kaizen

Come già espresso in precedenza, la mia attività di tirocinio è stata intrapresa tra le fila dei pilastri di *Focused Improvement* e *Quality Control*, e in particolar modo ha avuto come progetto chiave la compilazione, la supervisione e la successiva risoluzione dei *kaizen* aziendali di qualità, che fossero essi di grande entità, quali *major kaizen*, o di più ridotta mole, come *standard* o *quick kaizen*. Tale diversità tra di essi sarà affrontata in questo capitolo in maniera meticolosa, ma prima occorre introdurre i due pilastri attorno ai quali i *kaizen* gravitano.

3.1. Focused Improvement

3.1.1. Principi base

Nonostante possa apparire un'affermazione iperbolica, è possibile dire che il *Focused Improvement* sia il pilastro dell'innovazione continua. E' vero che anche gli altri *pillar* affondino le proprie radici nel comune *modus operandi* del WCM, che del *Continuous Improvement* fa il proprio motore, ma è pur vero che sia questo pilastro a detenere la *leadership* e la responsabilità di tutti i *kaizen* all'interno dell'azienda, e a farsi carico di espandere, e, soprattutto, onorare la **metodologia kaizen** a tutti gli altri pilastri.

Citando testualmente il manuale CNH sul *Focused Improvement*, esso lo definisce come "un pilastro tecnico, dedicato ad attaccare le perdite maggiori, identificate dal *Cost Deployment*, che hanno un impatto significativo sul budget e dove sono previsti *savings* importanti."¹¹

Ogni azione intrapresa all'interno del WCM, da parte di tutti i pilastri, dovrebbe seguire il seguente flusso di lavoro:

1. Logica
2. Metodo e *tools* (*problem solving*, matrici, ecc.)
3. Rigore e ritmo: utilizzo dei **KAI** (*Key Activity Indicator*)

¹¹ (CNH Industrial, 2015)



4. Risultati: utilizzo dei **KPI** (*Key Performance Index*)

Nel caso del *Focused Improvement*, i **KPI** da considerare per la valutazione della bontà di un'operazione aziendale sono:

- *Savings* conseguenti alle attività di “approccio focalizzato”, ergo i risultati economici dovuti alle attività portate avanti dal pilastro di *Focused Improvement*
- Costi/benefici medio
- *Saving/ingegnere*

Per quanto riguarda i **KAI**, essi sono numerosi per questo pilastro, e tra di essi spiccano:

- N° di proposte trasformate in *kaizen*
- N° *blue collar* (dipendenti non appartenenti alla dirigenza) coinvolti
- N° *white collar* (dirigenti) coinvolti
- N° *kaizen/persona*
- N° *tools* conosciuti e applicati

Nel piano d'azione aziendale, è previsto dunque che il CD definisca le perdite da attaccare, e che il FI risponda definendo i *tools*, e il livello di conoscenza, necessari ad attaccare tali perdite. A questo punto è necessario rispondere alla domanda di chi sia in grado di soddisfare le richieste avanzate dal *Focused Improvement*, e a farlo ci pensa il *People Development*, che provvede a formare i team che saranno incaricati di utilizzare i *tools* proposti. In parole povere, dopo che il *Cost Deployment* abbia presentato un conto in euro sulle perdite più importanti da attaccare, il FI si chiede: “Quanti e quali *kaizen* occorrono per risolverle?”; basandosi dunque sui risultati raggiunti in passato, e sulle nuove perdite degli anni precedenti, esso definisce i KAI prima menzionati, e li presenta infine al PD, che li utilizzerà per definire le squadre di lavoro.

Come tutti gli altri pilastri, anche il *Focused Improvement* segue i suoi 7 *step*, come già visto nel capitolo precedente e illustrati nella Figura 2.13, e di seguito saranno affrontati nel dettaglio.



3.1.2. 7 step

Step 1 – Target setting

Per completare il primo *step* si ha bisogno della **C-matrix** del *Cost Deployment* di stabilimento, della **QA-matrix** di qualità, della **S-matrix** del pilastro *Safety* e dei **KPI**. Questi dati sono utilizzati dal leader del pilastro FI, dalla direzione dell'impianto, dal leader del pilastro CD e dal supporto dell'impianto per ottenere le perdite prioritarie e, quindi, anche le aree su cui attaccare.

Con riferimento a quanto detto, ciascuna perdita identificata può essere classificata in 3 modi:

- **Perdita A** verso lo **Standard Cost**: il processo aziendale è diverso dallo standard e di conseguenza c'è un divario tra il costo effettivo e quello previsto; questo divario è una perdita che è solitamente identificata da persone di produzione (o in genere da operatori), talvolta con l'aiuto di personale.
- **Perdita B** verso il **Target Cost**: nel caso l'attuale processo standard possa essere ottimizzato, il divario tra il processo standard e quello ottenibile, e il conseguente gap di costi, sono una perdita, la cui identificazione è eseguita principalmente da operatori di produzione, talvolta con l'aiuto di personale tecnico e dell'ufficio principale.
- **Perdita C** verso l'**Ideal Cost**: ogni situazione può essere ricondotta a una perfetta che conti zero sprechi, e il divario tra questa situazione ideale, in cui si è impostata una nuova organizzazione (layout, macchine, processi, ecc.), e quella ottimizzata è una perdita. L'identificazione della perdita C è eseguita principalmente da personale tecnico e dell'ufficio principale.

Questa suddivisione, la cui competenza, si ricorda, è del *Cost Deployment*, tuttavia non è sufficiente, poiché le perdite possono anche essere suddivise in area d'interesse, come:

- Attrezzatura
- Manodopera
- Materiale
- Energia
- Ambiente
- Costi indiretti

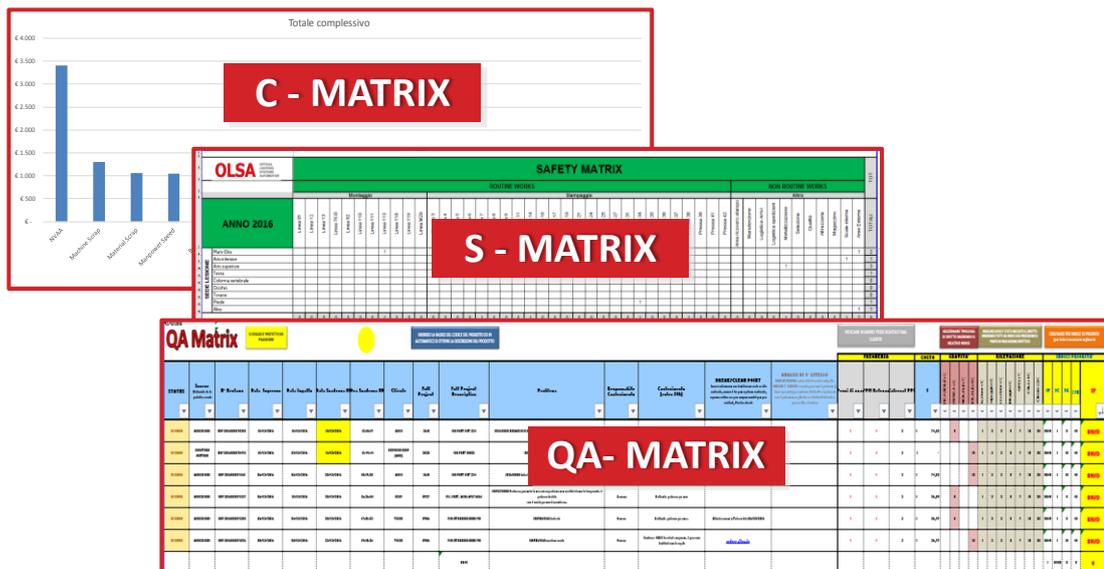


Figura 3.1 - Matrici necessarie nello step 1 di FI (caso OLSA)

Step 2 – Stratificazione delle perdite

Per affrontare le perdite, occorre assegnarle ai pilastri cui competono, e questo è possibile solo con l'identificazione delle loro cause principali. Secondo questo principio, la stratificazione può essere di due tipologie differenti:

- Secondo i **guasti** - per ogni stazione o macchina è richiesto di eseguire un'analisi delle cause radice tramite l'utilizzo dell'**EWO** (*Emergency Work Order*).
- Secondo le **NVAA** - per ogni stazione o macchina è richiesto di eseguire una nuova analisi al fine di identificare il tipo di NVAA (*Not Value Added Activity*) e la causa principale. Esempi di attività che non portano valore aggiunto sono camminare, cercare, aspettare, sollevare ecc.



Figura 3.2 - Stratificazione step 2: da perdite totali, a perdite per *pillar* (caso OLSA)

Step 3 – Selezione del topic

In questa terza fase l'attività principale consiste nel decidere il *topic* del miglioramento. Il tema iniziale è deciso dal team seguendo la **D-Matrix** di *Cost Deployment* e dopo la descrizione del problema e del fenomeno, il tema è convertito in una dichiarazione obiettiva ed è preparata l'**E-Matrix** di *Cost Deployment* in base alla capacità di attacco, alle risorse disponibili e alle conoscenze specialistiche presenti o da sviluppare.

La prioritizzazione delle perdite, e dunque la scelta del *topic*, è agevolata dall'**indice ICE** (*Impact, Cost, Easyness*) presente nella *D-matrix*, che fornisce una visione chiara di quali siano i temi più facilmente trattabili e che hanno un impatto e un costo maggiori; questo grazie al fatto che ad ogni voce della matrice sia assegnato un punteggio da 1 a 5 per ciascuna voce da considerare, tra impatto, costo o facilità. Per ciascuna perdita, nella medesima matrice, sono indicati i responsabili di ciascun *pillar* e i *tools* necessari per affrontare il problema.

Step 5 – Attività di progetto

In questa quinta fase deve essere scelta e utilizzata la tecnica di *Focused Improvement* più appropriata (*Quick kaizen*, *Standard kaizen*, *Major kaizen*, *Advanced kaizen*, ecc.) per risolvere il problema. Prima di questa fase, infatti, si ha tra le mani solamente un argomento o un problema generale, mentre ora questo deve essere raffinato nei suoi fenomeni, i quali devono essere identificati e descritti.

Una volta completata la descrizione dei fenomeni, la tecnica di risoluzione dei problemi più appropriata deve essere scelta in base al fenomeno identificato.

È necessario poi stabilire le azioni formative necessarie per sviluppare la tecnica di risoluzione dei problemi, che prevede passaggi da seguire per portare a compimento la risoluzione.

In pratica, è questa la fase in cui si va ad attaccare realmente il problema, seguendo le direttive di ciascun *kaizen* (dei quali si parlerà più avanti nel seguente capitolo), organizzando periodicamente incontri per la definizione degli stessi, ed esponendo chiaramente all'interno dello stabilimento i risultati che progressivamente si raggiungono.



Figura 3.4 - Kaizen esibiti nello stabilimento OLSA di Moncalieri (TO)

Step 6 – Analisi costi/benefici

In questa sesta fase è eseguita l'analisi dei costi e dei benefici, e in base al loro rapporto è possibile valutare in maniera positiva o negativa l'utilità del progetto. A questo scopo, è necessario



ovviamente tracciare e valutare costi e benefici, ma se nel primo caso l'operazione è semplice e quasi immediata, per i secondi il discorso cambia. I benefici, infatti, potrebbero essere sia finanziari sia non finanziari; inoltre, abbiamo benefici che sono qualitativi (come il morale, sentirsi sicuri ...) o quantitativi (come i numeri d'incidenti di sicurezza, la riduzione delle camminate, ...). Tutti questi benefici devono essere monitorati e i KPI confrontati con lo stato iniziale descritto nei primi *step*.

Infine, il successo delle squadre deve essere riconosciuto e premiato, ma soprattutto, i cosiddetti *hard savings*, ovvero i risparmi più importanti ottenuti dal progetto, devono essere inseriti all'interno della *E-matrix* e della *F-matrix*.

Una più corretta distinzione sui savings dev'essere fatta però, in particolare:

- **Hard Savings:** si hanno quando la riduzione dei costi effettiva ottenuta con l'*improvement* comporta la riduzione di persone, materiali, energia, ecc.
- **Non Hard Savings:** ne esistono 3 tipi, cioè
 - riduzione dei costi: al fine di non avere perdite, come ad esempio la perdita di guasti, occorre intraprendere alcune attività AM e PM che costano denaro. Per giustificare tali spese, si deve valutare il vantaggio calcolando una possibile perdita di denaro quando non tali attività non sono effettuate. Questa possibile perdita può essere definita come elusione dei costi.
 - *soft savings*: nonostante nell'immediato essi non portino un elevato abbattimento delle perdite, sono in grado di portare vantaggi nel futuro, anche se talvolta possono essere nascosti o comunque non chiaramente misurabili.
 - *virtual savings*: sebbene sia stato apportato un miglioramento, il suo risparmio è latente poiché è stato realizzato solo parzialmente ma non nella misura in cui sarebbe stato possibile



3.2. Quality Control

3.2.1. Principi base

Si è enfatizzata più volte l'importanza del settore Qualità all'interno dell'azienda, che sia una *World Class Manufacturing* europea del terzo millennio o di stanza in Giappone a metà del XX secolo: in ogni caso, la qualità è allo stesso tempo il punto iniziale e finale della politica di un'azienda che può considerarsi di successo, e coinvolge imprescindibilmente tutto e tutti.

I fondamentali del QC *pillar* evidenziano la trasversalità di quest'ultimo, retaggio del *Total Quality Control* di Taiichi Ohno, e sono suddivisi in 3 punti:

- **Sistema** – a chi compete la qualità in azienda?
 - Tutti
 - In ogni divisione
 - Ad ogni livello di produzione
- **Metodi** – come si agisce nel controllo qualità?
 - Usando la filosofia e l'approccio del QC
 - Utilizzando i metodi del QC, per garantirne gli obiettivi
- **Obiettivi** – perché esiste il QC?
 - Migliore qualità
 - Minori costi
 - Consegne più affidabili
 - Sicurezza costante
 - Morale più alto

Esistono poi fondamentalmente 3 livelli di approccio seguiti dal *Quality Control*, e, come verrà illustrato in seguito, in tutta la filosofia *kaizen*, che, come spiegato in precedenza, permea tutto ciò che è WCM; a rigore, perciò, sarebbe scorretto associare questi livelli di approccio solamente a questo pilastro, e il fatto che siano presentati qui non deve rendere il QC il *pillar* privilegiato ad adoperarli. I 3 livelli di approccio sono dunque:

- **Reattivo**: dopo che un evento ha avuto luogo, sono prese le dovute contromisure.



- **Preventivo:** imparando dal passato, sono attuate contromisure per evitare che problemi simili avvengano in condizioni simili.
- **Proattivo:** Sulla base dell'analisi del rischio teorico, sono adottate contromisure adeguate per evitare che accada un evento grave.

Come ogni pilastro, anche il *Quality Control* deve lavorare seguendo i 4 punti già citati per il *Focused Improvement*, quali logica, metodo e *tools*, KPI e KAI.

Per quanto riguarda i **KPI**, possono esserne citati alcuni quali:

- **PPM** (*Parts Per Million*) del cliente
- % scarti interni (€)
- % costi di selezione (€)

I **KAI** caratteristici del QC invece, tra i molti possibili, possono essere:

- % problemi di *Quality Control* attaccati
- N° di SOP/OPL
- N° di *Quick, Standard, Major o Advanced kaizen*

Come il *Focused Improvement* può dirsi il proprietario dei *kaizen*, e quindi il caposaldo del *Continuous Improvement* aziendale, il *Quality Control* è, ovviamente, il detentore e il diretto responsabile della qualità del prodotto che l'azienda vende; non solo, come si è enfatizzato finora, anche della qualità interna all'azienda stessa, dal punto di vista del prodotto e del processo.

Un pezzo difettoso intercettato all'inizio della catena di produzione, infatti, determina una perdita notevolmente minore rispetto a un difetto captato alla EOL (*End Of Line*), poiché è molto probabile che, andando avanti con le lavorazioni e con gli assemblaggi, quel pezzo incriminato vada a inficiare la qualità del prodotto finito o solo parzialmente. In quel caso, non solo occorre considerare come perdita l'intero prodotto finito, ma, nel caso esso debba essere smontato e rimontato, anche il tempo di processo che si sarebbe potuto spendere per un'attività a reale valore aggiunto.

Facendo un esempio con il caso OLSA, un difetto di stampaggio, come una sbavatura non rimossa, uno sfrido interno, una sfiammatura, o del materiale inquinato, se è identificato sul pezzo grezzo appena stampato non ha che il valore di pochi centesimi di euro. Se quel pezzo tuttavia riesce a



passare agli *step* successivi di produzione, magari in metallizzazione oppure direttamente in assemblaggio, e non è identificato prontamente, prima che esso sia assemblato con altri componenti, può avere effetti di portata economica notevolmente superiore. Infatti, nel migliore dei casi, il difetto è intercettato prima della EOL, e dunque il fanale deve essere rismontato e riassembleto, con ovvia perdita di tempo e di valore aggiunto delle attività. Se tuttavia il difetto non è identificato e riesce a raggiungere il cliente, il danno economico diventa di portata enorme, rispetto all'entità del problema di origine, poiché porterà a un reclamo cui OLSA dovrà rispondere direttamente, con danni d'immagine e credibilità commerciale.

E' opportuno specificare che questo pilastro segue un *modus operandi* caratterizzato da 2 tipi di *step* particolari: i **7 step del problem solving** e i **7 step del Quality Maintenance**. Nel primo caso, si ha la risoluzione dei problemi legati alla qualità in termini di **materiali, manodopera o metodo** attraverso la metodologia *kaizen*, che sarà illustrata in seguito in maniera dettagliata, e nel secondo si cerca di risolvere unicamente il problema legato al funzionamento della **macchina**, sempre adoperando la tecnica di derivazione giapponese.

Onde evitare l'appesantimento della trattazione con la descrizione dei 2 tipi di *step*, che si rifanno alla medesima metodologia *kaizen* comune a tutto il *World Class Manufacturing*, è sufficiente rimandare al successivo capitolo relativo al **major kaizen** per una attenta disamina degli *step* seguiti e di alcuni *tools* utilizzati al suo interno.

3.2.2. QA – Matrix

Discorso a parte dev'essere invece fatto per la **Quality Assurance Matrix**, una matrice contenente tutti i difetti riscontrati dal QC, esterni e interni, allo scopo di avere un database chiaro e sempre consultabile, ma soprattutto la base di partenza da cui poter estrarre i problemi più interessanti da attaccare. E' sulla *QA-matrix*, infatti, oltre alle matrici di *Cost Deployment* citate in precedenza, che si fonda il lavoro del *Focused Improvement*, il quale nel suo primo *step* utilizza i dati provenienti dalle suddette matrici per prioritizzare le perdite da azzerare.



parametri di estetica, dimensione, e funzionalità, secondo una scala numerica; proseguendo è poi espresso, secondo un punteggio numerico simile, la rilevazione del difetto, seguendo il principio che stabilisce che più un difetto è scoperto a monte del processo di produzione, meno impatto ha sull'azienda; sono dunque riassunti gli indici prima calcolati di **frequenza, costo, gravità e rilevanza**, i quali andranno a comporre l'indice di **priorità** secondo la formula:

$$IP = IF \cdot IC \cdot IG \cdot \sum_{i=0}^n IR_i$$

- IP: Indice di Priorità
- IF: Indice di Frequenza
- IC: Indice di Costo
- IG: Indice di Gravità
- IR_i: Indice di Rilevamento

Completano la seconda parte della matrice l'avanzamento della **PDCA wheel** riferita a quel particolare *kaizen* aperto per il difetto considerato, assieme ai *tools* utilizzati e al nome del responsabile di quel *kaizen*.

Root Cause Analysis (max 10 giorni)	Data Fine Prevista	Data Fine	Ritorno	In Corso	Chiusa	Azione Correttiva (max 10 giorni)	Data Fine Prevista	Data Fine	Ritorno	In corso	Chiusa	OPL	SOP	AMPM Activities	POKA YOKO	DESIGN REVIEW	Aggiornamen to Control Plan (YES/NO/N. A.)	Aggiornamen to PFMEA (YES/NO/N. A.)	
	27/03/2017		X						X										
La causa radice nel difetto è dovuta al fatto che, a causa di fori sul circuito stampato di diametro inferiore alle specifiche, i pin di aggancio del connettore non hanno potuto entrare correttamente nella propria sede, impedendo in questo modo il corretto posizionamento del connettore e generando di conseguenza il difetto riscontrato. Analizzando la scheda di scarto a noi pervenuta, abbiamo effettuato una misura sui fori di aggancio del connettore sul circuito stampato. Dalla misura i fori risultano di diametri diversi, uno da 1,8mm e l'altro da 1,7mm. Considerando che la misura dichiarata sul datasheet del connettore sono di 1,6mm per quanto riguarda il diametro	23/03/2017	23/03/2017		X		1) Aumento del diametro dei fori o riduzione della tolleranza (da concordare con QISA e con il fornitore dei circuiti stampati). 2) Selezione di tutti i circuiti presenti in magazzino per verificare che il diametro minimo dei fori sia 1,8mm. 3) Controllo visivo supplementare durante la fase di imballaggio schede per verificare il corretto posizionamento a battuta del connettore sul PCB e la conformità della saldatura. 1) Concordare con QISA 2) 16/03/2017 3) 16/03/2017	23/03/2017	23/03/2017			X						NO	NO	
Il particolare presenta la Lampada fessurata	portata in AA in data 23/02/2017	03/03/2017		X		si propone apertura di ODM per utilizzare le lampada Kumho.	portata in AA in data 23/02/2017	03/03/2017			X						NO	NO	
Individuate principali cause della generazione di difetto: 1. Altezza borchia cornice non a disegno 2. Velocità avvitatore	06/03/2017	03/03/2017		X		Inoltre la QISA ha convocato un incontro con il Proposte azione immediata provvisoria Richiesta varianza per inserimento vite da 2.2 mm -4 settimane Risoluzione definitiva	06/03/2017	03/03/2017			X						NO	NO	
3. Concentrazione esterna tolleranza distribuita nella zona Approvate in data 30/02/2017 a costo zero (codi 9500-06700 Variata. Tolleranza di Forma Su Catadiottri Dx e Sx Versione Modale: era +/- 0.3 diventa +/-0.5. Vedere allegati.	06/03/2017	02/02/2017		X		nessuna richiesta deppennamento	06/03/2017	02/02/2017			X						NO	NO	

Figura 3.8 - QA Matrix parte 3

Nella terza e ultima parte sono annotati infine i risultati delle attività *kaizen* sul problema, come l'analisi delle cause radice, le azioni correttive intraprese, la data di conclusione delle attività e il numero di SOP, OPL, *Poka Yoke* e altre soluzioni di standardizzazione.

3.2.3. Capability

La qualità che questo *pillar* vuole controllare e migliorare è rappresentato, a livello pratico, da figure che mostrano lunghezza, durezza, percentuale di difetti, e simili. Queste sono chiamate **Quality characteristics**, e su di esse possono essere rappresentati diversi fattori (come per esempio la composizione chimica, i diametri, il numero di lavoratori, ecc.), i quali solitamente sono raccolti secondo una dispersione di dati. E' necessario perciò definire i parametri di qualità in termini di valore medio e della sua rispettiva tolleranza.

Esistono 2 categorie di valori:

- Indiscreti (o continui) – basati sulle misurazioni (peso di un oggetto, prodotti di una reazione chimica, ecc.)
- Discreti – basati su un conteggio (numero di pezzi difettosi, numero di pezzi prodotti, ecc.)

Se si assume che la caratteristica di qualità segua una distribuzione normale, dove $\pm 3\sigma$ include il 99.73% della popolazione, la **Process Capability**, cioè la capacità del processo di soddisfare gli standard qualitativi minimi, è definita come:

$$Process\ Capability = \begin{cases} \pm 3\sigma \\ \pm 6\sigma \end{cases}$$

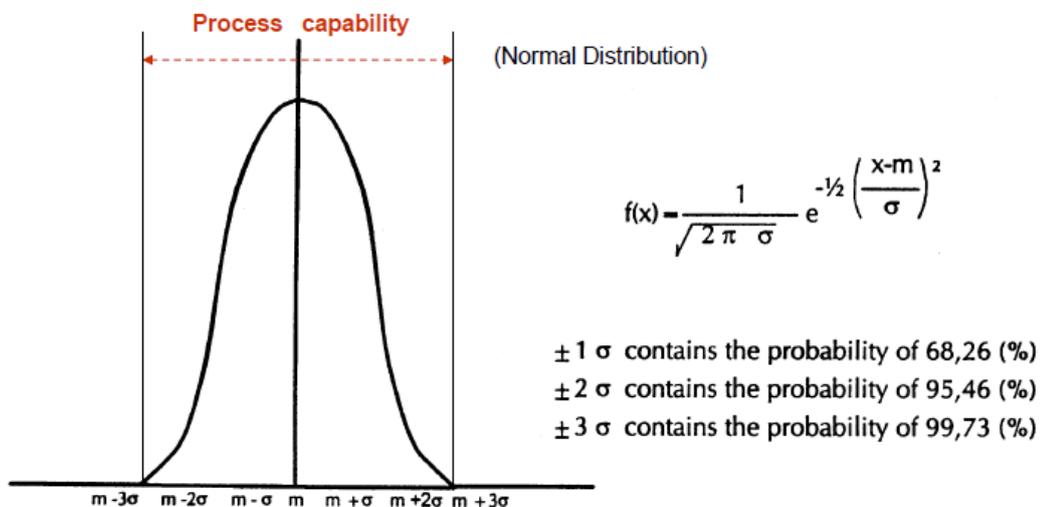


Figura 3.9 - Rappresentazione di Process Capability

Il rapporto tra tolleranza di una data misura e *capability* segue 4 casi particolari, rappresentati in Figura 3.10.

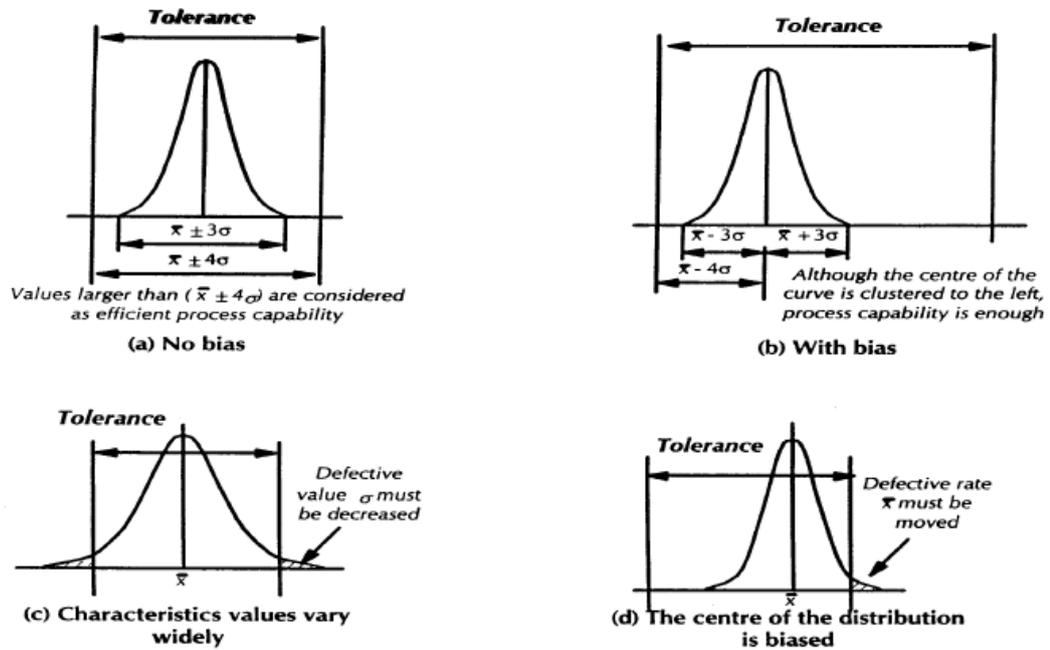


Figura 3.10 - I 4 casi del rapporto tra tolleranza e capability

Mentre l'**indice di Process Capability**, attraverso cui si discrimina l'efficienza di un processo, può essere calcolata come segue:

- Limiti bilateralmente superiori o inferiori rispetto lo standard $(u_t > x) \cup (l_t < x)$

$$C_p = \frac{(u_t - l_t)}{6\sigma}$$

- Limite unilateralmente superiore allo standard $(u_t > x)$

$$C_p = \frac{(u_t - x)}{3\sigma}$$

- Limite unilateralmente inferiore allo standard $(l_t < x)$



$$C_p = \frac{(x - l_t)}{3\sigma}$$

$$\begin{cases} u_t: \text{limite di tolleranza superiore} \\ l_t: \text{limite di tolleranza inferiore} \\ x: \text{valor medio della distribuzione} \end{cases}$$

In caso il valor medio x devii dal valore di target, occorre utilizzare, invece dell'indice di *capability* sopra descritto, un ulteriore indice, definito come:

$$C_{pk} = \frac{(1 - k)(u_t - l_t)}{6\sigma}$$

$$k = \frac{(u_t + l_t)/2 - \bar{x}}{(u_t - l_t)/2}$$

$$k > 1 \rightarrow C_{pk} = 0$$

k: grado di deviazione

Com'è utilizzato il parametro C_p ? In che modo riesce ad esprimere la bontà o al contrario una mancata efficienza di un processo? Nuovamente la statistica interviene, fornendo una tabella di valori sperimentali che hanno sancito la suddivisione dei processi in maniera ragionevole.

C_p	Distribuzione/Process Capability	Azione
≥ 1.67	Molto più che sufficiente	Semplificazione del controllo di processo e riduzione dei costi possono essere considerate.
≥ 1.33	Sufficientemente alta	Condizione ideale, da mantenere.
≥ 1.00	Non sufficientemente alta ma adeguata	Controllare il processo correttamente e mantenerlo in uno stato di controllo. I difetti possono verificarsi se $C_p \rightarrow 1.00$. Agire se necessario.
≥ 0.67	Non sufficiente	Sono stati generati i difetti. Ispezione e processo di screening, controllo e kaizen necessari.
≤ 0.67	Eccessivamente bassa	Impossibile soddisfare la qualità, che deve essere necessariamente migliorata, e devono essere intraprese azioni di emergenza. Riesamina degli standard.

Tabella 3.1- Valori discriminanti dell'indice di capability

Com'è opportuno notare, in caso il $C_p \ll 1.00$ il processo non è in grado di produrre in maniera conveniente, e occorre aprire un *kaizen* per la risoluzione del problema.

3.3. Problem solving: Il kaizen

Molto si è parlato in questo elaborato del *kaizen*, della sua filosofia, di come esso abbia influenzato il *World Class Manufacturing* e di quali siano i fondamenti principali, che sappiamo essere quelli della **PDCA wheel**, o **ciclo di Deming**, già citato in precedenza.

Si deve però precisare un aspetto: se il *kaizen*, o *Plan Do Check Act*, è la traccia principale su cui il WCM sorge, basti pensare ai 7 *step* caratteristici di ogni *pillar* che riprendono fedelmente la PDCA, discorso a parte va fatto per il *kaizen* nel **problem solving**. E' in quest'ultimo che si può sperimentare



tutta la potenza di questo straordinario strumento, che si ricorda essere di proprietà principale del *Focused Improvement*, nonostante ogni *pillar* ne faccia un uso smodato.

In precedenza si è parlato del lavoro sinergico di *Cost Deployment*, *Focused Improvement* e *Quality Control* nell'individuare il problema prioritario da attaccare, la cui entità si rivela determinante nella scelta successiva, da parte di FI, del tipo di *kaizen* da assegnargli, poiché esistono 4 diversi tipi di *kaizen*, ognuno per un dato problema di una certa importanza o priorità.

3.3.1. Quick kaizen

Il *Quick kaizen*, o *kaizen* rapido, è utilizzato quando il problema o il **fenomeno è al più definito** e i **dati sono disponibili**, anche se non ancora elaborati. Esso è efficace per implementare rapidi miglioramenti, sviluppare idee e suggerimenti, diffondere *know-how* e soluzioni implementate.

Poiché il *Quick Kaizen* è uno strumento relativamente facile, è pensato per essere riempito manualmente dagli operatori in officina, o con un po' di supervisione ove necessario. L'obiettivo è anche quello di utilizzare il maggior numero possibile di schizzi durante il completamento del modulo, poiché gli schizzi forniscono una visione più chiara del problema e della soluzione.

Come si può osservare in Figura 3.11, la composizione del QK è relativamente semplice, poiché segue in maniera pedestre le 4 fasi PDCA, per ognuna delle quali è richiesto, come già detto, un intenso uso di schizzi, fatti a mano dagli operatori o dagli incaricati di redigere il *kaizen*. Importanti dunque le **descrizioni del fenomeno iniziale**, delle **soluzioni adottate**, del **checking** dei risultati (attraverso diagrammi statistici o caratteristiche di qualità) e della **standardizzazione** delle soluzioni.

L'unico *tool* utilizzato in questo *kaizen* rapido è il **5W+1H** per la descrizione del fenomeno iniziale nella fase *Plan*. Si coglie perciò quest'occasione per approfondirne la tecnica.

OLSA		QUICK KAIZEN / PDCA (Problemi sporadici)				Linea:															
Stabilimento:						Impianto:															
Unità produttiva:						Scheda no.:															
Tema:						Voce di costo															
Categoria:		<input type="checkbox"/> S(Sicurezza) <input type="checkbox"/> WO(Organizzazione del Posto di Lavoro) <input type="checkbox"/> AM(Manutenzione Autonoma) <input type="checkbox"/> PM(Manutenzione Professionale) <input type="checkbox"/> QC(Controllo Qualità) <input type="checkbox"/> L&CS(Logistica&Servizio al Cliente) <input type="checkbox"/> PD(Sviluppo delle Persone) <input type="checkbox"/> E(Ambiente) <input type="checkbox"/> EEM(Gestione Anticipata degli Impianti) <input type="checkbox"/> EPM (Gestione Anticipata del Prodotto)																			
PLAN		5W + 1H				DO															
Descrizione fenomeno		Descrizione del problema: <table border="1"> <tr> <td>What Cosa</td> <td>Quale problema meccanico/elettrico/strutturale si sono connotati nell'attività?</td> </tr> <tr> <td>When Quando</td> <td>Quando si è verificato il problema? In quale fase della frequenza di funzionamento, partenza, funzionamento.</td> </tr> <tr> <td>Where Dove</td> <td>Dove si è verificato il problema? Su l'attrezzatura o sul prodotto?</td> </tr> <tr> <td>Who Chi</td> <td>Chi svolge l'attività? Le operazioni vengono effettuate da un solo operatore o da più di uno?</td> </tr> <tr> <td>Which Quale</td> <td>Il fenomeno si verifica in maniera del tutto casuale? E' più frequente il Lunedì mattina? E dopo un cambio?</td> </tr> <tr> <td>How Come</td> <td>Le attrezzature risultano intatte? Con quale frequenza si verificano i problemi?</td> </tr> </table>				What Cosa	Quale problema meccanico/elettrico/strutturale si sono connotati nell'attività?	When Quando	Quando si è verificato il problema? In quale fase della frequenza di funzionamento, partenza, funzionamento.	Where Dove	Dove si è verificato il problema? Su l'attrezzatura o sul prodotto?	Who Chi	Chi svolge l'attività? Le operazioni vengono effettuate da un solo operatore o da più di uno?	Which Quale	Il fenomeno si verifica in maniera del tutto casuale? E' più frequente il Lunedì mattina? E dopo un cambio?	How Come	Le attrezzature risultano intatte? Con quale frequenza si verificano i problemi?	Descrizione della soluzione (usare schemi/schizzi)			
What Cosa	Quale problema meccanico/elettrico/strutturale si sono connotati nell'attività?																				
When Quando	Quando si è verificato il problema? In quale fase della frequenza di funzionamento, partenza, funzionamento.																				
Where Dove	Dove si è verificato il problema? Su l'attrezzatura o sul prodotto?																				
Who Chi	Chi svolge l'attività? Le operazioni vengono effettuate da un solo operatore o da più di uno?																				
Which Quale	Il fenomeno si verifica in maniera del tutto casuale? E' più frequente il Lunedì mattina? E dopo un cambio?																				
How Come	Le attrezzature risultano intatte? Con quale frequenza si verificano i problemi?																				
schizzo																					
		ACT				CHECK															
Standardizzazione						Risultati / Verifica															
Autore di miglioramento:		Data :		Esecutore:		Data realizzazione		Costi (€)													
								Benefici (€)													
								Risultati (€)													
								Benefit / Cost													
								Verifica													

Figura 3.11 - Modello Quick kaizen OLSA

5W+1H

Acronimo che racchiude in sé una tecnica investigativa comune a molti altri settori, come quello del giornalismo, per il quale forse è più famosa la "7W", il 5W+1H è un metodo di svisceramento di un fenomeno, atto a renderlo chiaro e incontrovertibile, non influenzabile da punti di vista soggettivi od opinioni. Ciò che è descritto al suo interno, non può essere frainteso, e grazie a questa sua chiarezza, il fenomeno, ormai non più un mistero per i più di cui se ne occupano, può essere affrontato con rigore e senza, possibilmente, sbagli.

Il 5W+1H dev'essere, come tutti i *tools* di *problem solving*, redatto da un team di più persone, le quali indagano sul problema in termini oggettivi di tempo, spazio, luogo, frequenza e caratteristiche fisiche, come mostrato in Tabella 3.2, recante le specifiche domande che si deve formulare.

5W+1H	
What Cosa	<p>Cosa è successo? Quante volte? Quanti pezzi?</p> <p>Quale prodotto/macchinario/attrezzatura sono coinvolti nella realizzazione dell'attività?</p> <p>Cosa prevede questa attività?</p> <p>Cosa viene fatto in realtà ?</p> <p>Cos'altro si potrebbe fare?</p>
When Quando	<p>Quando si è verificato il fenomeno (data, turno, ora) ?</p> <p>In quale fase del ciclo produttivo?</p> <p>Quando è successo la prima volta, e quando l'ultima?</p> <p>Quando è previsto venga svolta l'attività?</p> <p>Quando viene effettivamente svolta?</p> <p>Quando potrebbe essere svolta in alternativa?</p>
Where Dove	<p>Dove si è verificato il fenomeno? Sull'attrezzatura o sul prodotto?</p> <p>Si è verificato all'interno o all'esterno del ciclo produttivo? (es. magazzino, trasporto, ecc.)</p> <p>Dove si dovrebbe svolgere l'attività?</p> <p>Dove viene svolta effettivamente?</p> <p>Dove altro potrebbe essere svolta in alternativa?</p>
Who Chi	<p>Le operazioni vengono effettuate da un solo operatore o da piu' di uno?</p> <p>Chi svolge l'attività abitualmente?</p> <p>Chi la sta facendo effettivamente?</p> <p>Chi era presente quando si è verificato il fenomeno?</p> <p>Chi è responsabile di questa attività?</p> <p>Chi altro potrebbe fare questa attività?</p> <p>Chi potrebbe aiutare?</p>
Which Quale	<p>E' la prima volta che succede o è già capitato altre volte in passato?</p> <p>In quale modo si manifesta il fenomeno? Accade in modo casuale o ripetitivo?</p> <p>E' più frequente un giorno specifico della settimana?</p> <p>E' più frequente in un orario specifico della giornata?</p> <p>Accade più spesso all'avvio o alla fine del turno di lavoro?</p> <p>Accade più spesso dopo un cambio di lavorazione?</p>
How Come	<p>Come funziona? Le attrezzature risultano integre?</p> <p>Come deve essere svolta questa attività? Il metodo è definito e conosciuto?</p> <p>Come viene svolta in realtà?</p> <p>Come si accorgono le persone quando si genera il fenomeno?</p> <p>Come potrebbe essere svolta l'attività prendendo in considerazione un approccio differente?</p>

Tabella 3.2 - Modello 5W+1H

3.3.2. Standard kaizen

Il SK, o *Standard kaizen*, è utilizzato per **problemi più complessi** rispetto al *Quick kaizen*, o **cronici**, dove comunque la **maggior parte dei dati è già definita** e disponibile.

L'altra grande differenza rispetto al QK è che, se quest'ultimo è solitamente gestito da un operatore con una leggera supervisione, lo SK è sviluppato e supervisionato da un tecnico o un supervisore.

Anche lo *Standard kaizen* ovviamente è uno strumento PDCA, che ne segue le 4 fasi, ed è efficace per implementare rapidi miglioramenti, in cui i problemi sono in qualche modo più complessi.

L'obiettivo rimane di utilizzare il maggior numero possibile di schizzi durante il completamento del *kaizen*, poiché essi forniscono una visione più chiara del problema e della soluzione.

OLSA
OPTICAL LIGHTING SYSTEMS AUTOMOTIVE

STANDARD KAIZEN / PDCA

Linea: P37

Plant: MONCALIERI

Impianto: STAMPAGGIO

Theme: RIDUZIONE SCARTO INTERNO - RIFLETTORE F60

SK N°:

SA (Safety) FI (Focused Improvement) WO (Workplace Organization) QC (Quality Organization) EE (Early Equipment Management) PD (People Development)

CD (Cost Deployment) AM (Autonomous Maintenance) PM (Professional Maintenance) LO (Logistic) EP (Early Product Management) EN (Environment)

PLAN

DESCRIZIONE DEL PROBLEMA

SCARTO INTERNO MACCHIE/ALONI RIFLETTORE F60

5W+1H

5W+1H

Sketch

4M - ISHIKAWA DIAGRAM

5WHYS

Potential causes					Corrective actions		
1st Why	2nd Why	3rd Why	4th Why	5th Why	Description	Who	When

DESCRIZIONE SOLUZIONE

DO

Descrizione:

1. Pochi materiali per creare degli 8 get su diversi in altre posizioni questo potrebbe permettere di lavorare a velocità molto ridotta e problemi di deformazione

2. Misurare molti flow analysis analizzando la chiave di avvitare get

SKETCH

ACTION PLAN - Prove Materiale

CAD

ACT

STANDARDIZZAZIONE

1. SCARICARE MATERIALE DALLA TRAMOCOGRA SUBINTELE FERRO

2. PULIZIA TRAMOCOGRA E FILTRI DA ACCUMULAZIONE POLVERI TRAMITE ASPIRATORI

SOP

CHECK

VERIFICA RISULTATI

Scarto Totale

This Standard Kaizen is

 NOT APPLICABLE TO EPM/DEM
 APPLICABLE TO EPM
 APPLICABLE TO DEM

Tabella 3.3 - Modello Standard kaizen OLSA

L'assegnazione di uno *Standard kaizen* a un determinato problema avviene per decisione del *board* aziendale, composto dai già citati FI, QC e CD, oltre che *Safety* e quanti altri occorrono, che scelgono le problematiche da attaccare in base alle matrici rispettive (*QA-matrix*, *C-matrix*, *S-matrix*).

Questa particolare tipologia di *kaizen*, che si propone di risolvere problemi di natura più complessa, richiede maggiori *tools* rispetto al *Quick kaizen*, e si differenzia da quest'ultimo per la difficoltà, all'interno della prima fase *PLAN*, della **ricerca della causa radice**, pratica quasi immediata nel caso del QK una volta che il problema è stato definito.

Ecco che allora si aggiungono al 5W+1H altri *tools* quali il **5G** (già descritto in Tabella 2.2), il **4M-Ishikawa** e il **5Whys**.

4M-Ishikawa

Il **diagramma di Ishikawa**, anche detto diagramma "a lisca di pesce", o più brevemente 4M, è un *tool* utilizzato per la ricerca della causa radice di un dato problema o fenomeno. Esso ha la forma rappresentata in Figura 3.12, descritta da linee che ricordano appunto la forma di una lisca di pesce.

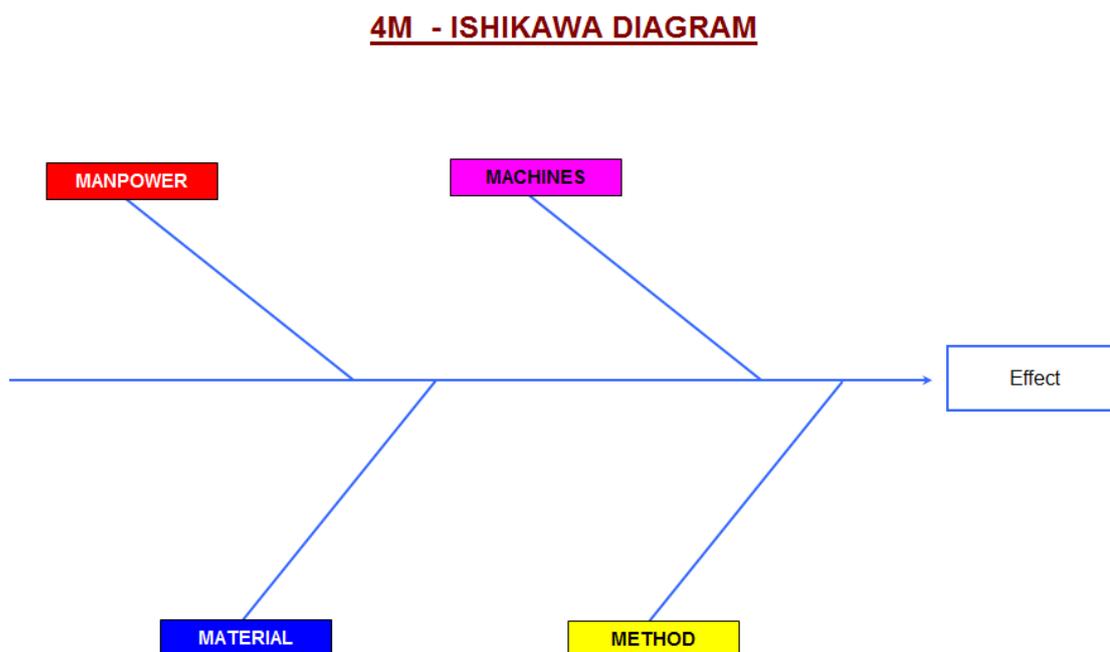


Figura 3.12 - Modello 4M-Ishikawa



All'estremità di ogni spina, che possono essere 4 o, in casi più complessi 6 o 8 (in tali casi ovviamente si parlerà rispettivamente di **6M** o **8M**), è posta una categoria a cui ascrivere una possibile causa di origine del fenomeno:

- Manodopera (*Manpower*)
- Macchine (*Machines*)
- Materiali (*Material*)
- Metodi (*Method*)
- *Management*
- Ambiente (in francese *Milieu*)
- Manutenzione (*Maintenance*)
- Misurazioni (*Measurements*)

Durante il *brainstorming* tenuto dal team responsabile del *kaizen* per individuare l'effettiva causa radice scatenante il problema, si scrive a ridosso di ogni lisca qualsiasi idea che sia ritenuta calzante con la causa radice ricercata, facendo attenzione a disporla nella categoria cui appartiene. Se, per esempio, si suppone che la causa per la quale la pressa adibita allo stampaggio plastico produca pezzi con materiale inquinato sia riconducibile a un errore umano, e più precisamente al caricamento manuale del materiale in tramoggia, si riporta tale ipotesi sotto la voce *Manpower*. Tuttavia, la stessa dinamica potrebbe essere riconducibile non solamente a un errore umano, ma di tipo metodologico, poiché non è prevista una misura di pulizia preliminare della tramoggia prima del caricamento del materiale: in tal caso, l'ipotesi considerata è ascrivibile anche alla categoria *Method*.

Tutte le ipotesi riportate all'interno del diagramma di Ishikawa saranno poi analizzate in maniera rigorosa e scientifica, una per una, attraverso misurazioni, prove sperimentali, e metodi ingegneristici non confutabili, in maniera da escludere la maggior parte delle ipotesi e potersi così concentrare sulla reale causa radice del fenomeno.

Le ipotesi finali risultanti dalle prove di verifica eseguite sul 4M, sono successivamente riportate all'interno di un ulteriore *tool*, il 5Whys, il cui obiettivo è di scremare ancor più la pletora di cause radici.

5Whys

Questo *tool* è identificato in una tabella, del tipo rappresentato in Figura 3.13, all'interno della quale sono riportate le ipotetiche cause radice identificate nel 4M, in seguito a un'opportuna selezione basata sui risultati delle prove scientifico-ingegneristiche che hanno provveduto a confermare o meno la veridicità delle date ipotesi.

OLSA	5 WHYS ANALYSIS													
	Potential causes										Corrective actions			
Effect description	1^ Why	Check	2^ Why	Check	3^ Why	Check	4^ Why	Check	5^ Why	Check	Description	Who	When	Current status

Figura 3.13 - Modello 5Whys

Nella prima colonna sono riportate le ipotesi e una loro breve descrizione. Dopodiché, l'algoritmo del 5Whys si rivela tanto semplice quanto efficace: comincia, infatti, una serie di domande e risposte, da affrontare sempre in colloqui di gruppo, nelle quali ci si chiede il perché quella data causa radice sia stata scatenata; a tale domanda segue una risposta che sarà verificata, sempre in modo razionale e ingegneristico, così da permettere una successiva domanda sul perché la "causa della causa" sia stata scatenata. Questa reazione a catena si sussegue per un numero sufficiente di volte, la pratica vuole che i "perché" siano 5, finché la vera causa radice non sia scoperta e, naturalmente, verificata.

Nelle ultime colonne sono riportate infine le indicazioni principali sull'azione correttiva da intraprendere per correggere la causa radice finale: la descrizione, chi è il responsabile per tale attività, quando è previsto si concluda e il suo stato attuale.

In base ai risultati del 5Whys, è formulato un **diagramma di Gantt**, in grado di fornire una visione chiara sull'**Action Plan** da seguire nelle fasi seguenti: il **DO**, in cui s'intraprendono le azioni correttive, e, in contemporanea, il **Check**, in cui si monitorano i risultati delle azioni.

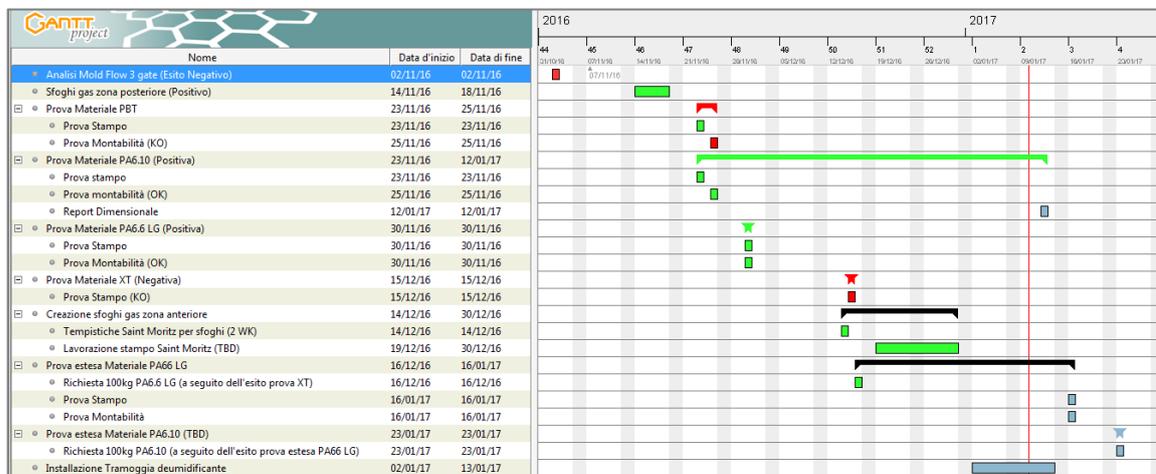


Figura 3.14 - Action Plan rappresentato su un diagramma di Gantt (Programma utilizzato: Gantt Project)

3.3.3. Major kaizen

Il MK è uno strumento avanzato per l'*Improvement* e per la risoluzione di **problemi molto complessi e cronici**, che richiede team più grandi e tempi più lunghi rispetto lo SK e il QK. Il *Major kaizen* ricalca perfettamente i **7 step del problem solving**, e l'attività di gruppo è monitorata da un sistema visivo, una scheda, per ogni *step* del processo di miglioramento; le schede devono facilitare il coinvolgimento delle persone, la proattività e la diffusione della comprensione dei problemi.

Il capo progetto deve verificare lo stato di avanzamento del progetto, il corretto utilizzo degli strumenti e la diffusione del *know-how*.

Il team composto da 3 a 7 persone solitamente lavora insieme per un periodo fino a 3 mesi per attaccare un problema complesso, in cui sono necessarie un'analisi dettagliata e contromisure diverse per raggiungere l'obiettivo prefissato.

L'assegnazione del *kaizen* a un determinato problema è di competenza di una vera e propria *task force* composta da FI, CD, QC e quanti altri *pillar* necessitano, i quali seguono la *QA-matrix*, la *S-matrix* e la *C-matrix* per avere un criterio secondo cui destinare il MK al fenomeno anomalo.

OLSA		MAJOR KAIZEN					Department / MBU:	
Plant: MONCALIERI							Team: Kaizen	
THEME:							Project number: 3612082	
							Cost Center:	
<input type="checkbox"/> SAF (Safety) <input checked="" type="checkbox"/> FI (Focused Improvement) <input type="checkbox"/> WO (Workplace Organization) <input checked="" type="checkbox"/> QC (Quality Control) <input checked="" type="checkbox"/> EEM (Early Equipment Management) <input checked="" type="checkbox"/> PD (People Development) <input checked="" type="checkbox"/> CD (Cost Deployment) <input type="checkbox"/> AM (Autonomous Maintenance) <input type="checkbox"/> PM (Professional Maintenance) <input type="checkbox"/> LOG (Logistic) <input type="checkbox"/> EPM (Early Product Management) <input type="checkbox"/> ENV (Environment)								
ARGUMENT:		1 PHENOMENON DESCRIPTION			5 ACTIONS and COUNTERMEASURES			
Cielo Stellato LENTE AURA 911 					Descrizione: • Modifico posizionamento Lente Aura su binccella (TEST I) 			
TEAM:		2 SYSTEM / PROCESS		3 TARGET		6 RESULTS		
PLAN:		4 ROOT CAUSE ANALYSIS			7 STANDARDIZATION and FUTURE ACTIONS			
Tools used: <input checked="" type="checkbox"/> 5M <input checked="" type="checkbox"/> SW + 5H <input type="checkbox"/> ABC Class. <input checked="" type="checkbox"/> CPL <input checked="" type="checkbox"/> QA Matrix <input type="checkbox"/> PMEA <input type="checkbox"/> SHED <input type="checkbox"/> SS <input checked="" type="checkbox"/> 5 Whys <input type="checkbox"/> NVAA <input type="checkbox"/> Poka Yoke <input type="checkbox"/> VSM <input type="checkbox"/> QM Matrix <input type="checkbox"/> QX Matrix <input type="checkbox"/> Others								
Project leader	Starting Date	Implementation team	Completion Date	Costs	Benefits	Results	Benefit/Cost	Verification:

Figura 3.15 - Modello Major kaizen

I 7 step del *problem solving* coincidono perfettamente con i 7 step del *Major kaizen*, e ricalcano a loro volta la *PDCA wheel* già inizialmente descritta; ciascuna delle 4 macro fasi della ruota di Deming ha all'interno di sé uno o più step, in particolare la fase iniziale di Plan, la più delicata e importante, ne prevede molteplici.

Step preliminari

Prima di iniziare la stesura del *kaizen*, è necessario innanzitutto conoscere quale problema attaccare; operazione questa, come si è più volte ricordato, portata avanti dal *Focused Improvement* in sinergia con gli altri pilastri.

Dopo l'assegnazione del problema si ha la formazione del team, della quale si occuperà il *People Development*, naturalmente assieme agli altri pilastri e ai tecnici. Il PD deve poi fornire il *radar chart*

di ciascun membro del team, cioè un diagramma su cui sono rappresentate le qualità della persona, secondo parametri di conoscenze tecniche, manageriali, *tools* e altre caratteristiche che possono variare a seconda del problema e dei temi affrontati.

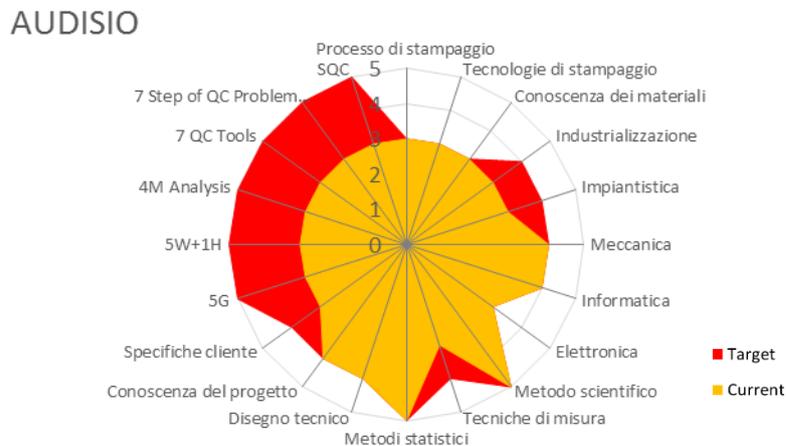


Figura 3.16 - Esempio di radar chart (caso OLSA, major kaizen Lente Aura Porsche)

Una volta definito il team assieme alle sue capacità, si pianifica un diagramma di Gantt sulle tempistiche entro cui si svolgerà ciascuno *step*, dopodiché si è pronti per cominciare il *problem solving*.

PLAN - Step 1: Phenomenon Description

Il primo *tool* da adoperare in questa fase è il **3G**, cioè:

1. **Gemba**: vai in officina
2. **Gembutsu**: esamina l'oggetto
3. **Gemjitsu**: verifica fatti e cifre

Una volta verificato personalmente la presenza del fenomeno, il *tool* che segue è lo **sketching**: come per le altre tipologie di *kaizen*, si consiglia vivamente di utilizzare uno schizzo per descrivere il difetto generato sul prodotto o componente, al fine di chiarire come questo difetto sia generato durante il processo. Ovviamente, rendere il disegno a matita più formale, attraverso foto o immagini, contribuisce a chiarire le idee ed è una norma che è bene seguire.



Il terzo tool da utilizzare in questa fase è il già citato 5W+1H, che anche qui deve essere accompagnato da dati oggettivi di quanto è affermato al suo interno riguardo al fenomeno.

PLAN – Step 2: System/Process

Nel secondo *step* si deve **studiare** il flusso di **processo** e di **sistema**, dall'inizio alla fine, senza omettere i particolari più importanti. Ci si deve chiedere inoltre quali siano **le condizioni operative standard** (parametri di processo, strumenti disponibili, ecc.) e quali siano le **procedure standard**.

Nel caso si riscontrasse una deviazione dallo standard, occorre pianificare attività adeguate al fine di **ripristinare le condizioni di base** e verificarne l'efficacia.

PLAN – Step 3: Target

La terza fase è la **definizione del target** cui si vuole arrivare al termine del *kaizen* e la stima del tempo necessario per raggiungere questo obiettivo.

Nel caso di un alto numero di scarti, un target possibile potrebbe essere rappresentato da una soglia massima di pezzi di scarto tollerabili. Altri esempi possono essere il numero d'infortuni, o di fermi macchina, oppure benefici di tipo economico come la quantità di euro di *saving*.

L'obiettivo limite per i *kaizen* di *Quality Control* deve essere, come più volte detto, **zero difetti**.

Ovviamente il target deve essere rappresentato in maniera grafica sul cartellone del *kaizen* sotto l'apposita voce.

PLAN – Step 4: Root Cause Analysis

In questa quarta fase si ricorre ai *tools* già descritti in precedenza di **4M** e **5Whys** per l'identificazione della causa radice del problema. Attraverso il *brainstorming* tra i componenti del team, con il *project leader* come moderatore, i quali dovranno possedere competenze tecniche miste, si descrive il problema, si annotano le idee su una lavagna a fogli mobili, e si cerca di individuare la causa radice, assieme ad una loro verifica sul campo.

E' importante notare che prima dell'analisi della causa principale collegata alla macchina (una delle 4M) è necessario **ripristinare le condizioni di base**.



DO – Step 5: Action and Countermeasures

In questa fase si attuano le soluzioni risolutive trovate nella *Root Cause Analysis*, e si rappresentano sul *kaizen* attraverso *sketch* e rappresentazioni grafiche. Occorre rappresentare anche la pianificazione delle attività, l'*Action Plan*, attraverso un diagramma di Gantt.

Essenziale, inoltre, confrontare la situazione antecedente con quella successiva le contromisure applicate, attraverso diagrammi statistici chiari e incontrovertibili.

CHECK – Step 6: Results

Il *checking* dei risultati è un punto chiave dell'intero lavoro del *kaizen*, ed è ciò che determina o no la sua efficacia reale. Per questa ragione, è necessario anche calcolare il **rapporto benefici/costi**, il cui valore è molto discriminante in quanto:

$$\begin{cases} B/C > 1 \rightarrow \text{la soluzione adottata CONVIENE} \\ B/C < 1 \rightarrow \text{la soluzione adottata NON CONVIENE} \end{cases}$$

ACT – Step 7: Standardization and future actions

L'ultimo *step* del *problem solving* prevede la standardizzazione delle soluzioni. In particolare, se le azioni correttive hanno causato una modifica delle procedure e dei metodi, si ricorre alla già citata **SOP**, acronimo di **Standard Operating Procedure**, o alla **OPL**, acronimo di **One Point Lesson**.

Nel primo caso, si tratta di una scheda ufficiale che spiega, in maniera grafica, chiara e incontrovertibile, le procedure standard che ogni operatore deve rispettare, poiché tale documento è firmato dagli stessi al momento del *briefing* di formazione su tale procedura.

L'OPL, invece, è una scheda che definisce non una procedura, ma una situazione corretta, la quale è posta in confronto al caso attuale. Questo *tool* è un **visual aid** che immediatamente pone l'operatore a riconoscere come per esempio debba essere mantenuto il proprio carretto porta utensili, oppure come debbano essere sistemati i pallet nell'area riservata, ecc. Anche l'OPL, come la SOP, dev'essere firmata da tutti gli operatori responsabili dell'attività o dell'argomento trattati al suo interno.

La chiave di successo per una OPL consiste nell'essere un foglio di formazione facile da spiegare e capire.

OLSA	R3M176r0	Procedura Operativa Standard (SOP - Standard Operating Procedure)	Stabilimento:	MONCALIERI
	Data agg.to: 07-15	Nome Attività/Operazione:	Area:	STAMPAGGIO
SOP No : 111/2016 del 14/12/2016	FREQUENZA PULIZIA TRAMOGGIA		Prodotto:	PRESSA 41
			Compilatore:	AUDISIO A.

1	SCARICARE MATERIALE DALLA TRAMOGGIA DURANTE FERMO	2	PULIZIA TRAMOGGIA E FILTRI DA ACCUMULO POLVERI TRAMITE ASPIRATORI
			

Figura 3.17 - Esempio di SOP (caso OLSA)

OLSA	One Point Lesson (OPL)		M3M180r2 Data agg.to: 18/01/16
Stabilimento: Moncalieri	Linea: Stampaggio	Stazione:	Modello
Pilastro	SAF <input type="checkbox"/> CD <input type="checkbox"/> LCS <input type="checkbox"/> EEM <input type="checkbox"/>	FI <input type="checkbox"/> AM <input checked="" type="checkbox"/> WO <input type="checkbox"/> EPM <input type="checkbox"/> PD <input type="checkbox"/> EN <input type="checkbox"/>	PM <input type="checkbox"/> GC <input type="checkbox"/> ENV <input type="checkbox"/> Altro <input type="checkbox"/>
AREA PRERISCALDO STAMPI			Fonte: OPL N°: 561-2016 Data: 06/05/16 Autore: RITA CASABURI
NOT OK		OK	
 <p style="color: red; font-weight: bold;">AREA PRERISCALDO STAMPI</p>  <p style="color: red; font-weight: bold; text-align: center;">NOK</p>	 <p style="color: green; font-weight: bold;">AREA PRERISCALDO STAMPI</p>  <p style="color: green; font-weight: bold; text-align: center;">OK</p>		
Descrizione: NON POSIZIONARE PEDANE NELL'AREA PRERISCALDO STAMPI		Descrizione: AREA PRERISCALDO STAMPI LIBERA DA INGOMBRI	

Figura 3.18 - Esempio OPL (caso OLSA)

Un'altra soluzione di standardizzazione è rappresentata poi dal **Poka Yoke**, letteralmente tradotto dal giapponese "a prova di scimmia". Esso è una soluzione, spesso e sovente di natura tecnica, in cui si facilita in maniera esasperata l'attuazione di un processo. Sono esempi di *Poka Yoke* di natura quotidiana le colorazioni dei cavi e le loro rispettive sedi per i prodotti di elettronica come televisori, console e stereo; oppure, uno spinotto antisbaglio di collegamento unico dei circuiti elettronici di uno stampo, il quale sostituisce l'antiquata soluzione di spinotti separati e collegabili soltanto singolarmente; ancora, nel Faidate è molto utilizzato, nelle soluzioni di assemblaggio di prodotti componibili, in cui l'incastro e il montaggio dei pezzi è forzatamente di senso unico. In generale, il Poka Yoke è una qualsiasi sistema che rende l'operatore o l'utilizzatore incapace di sbagliare.

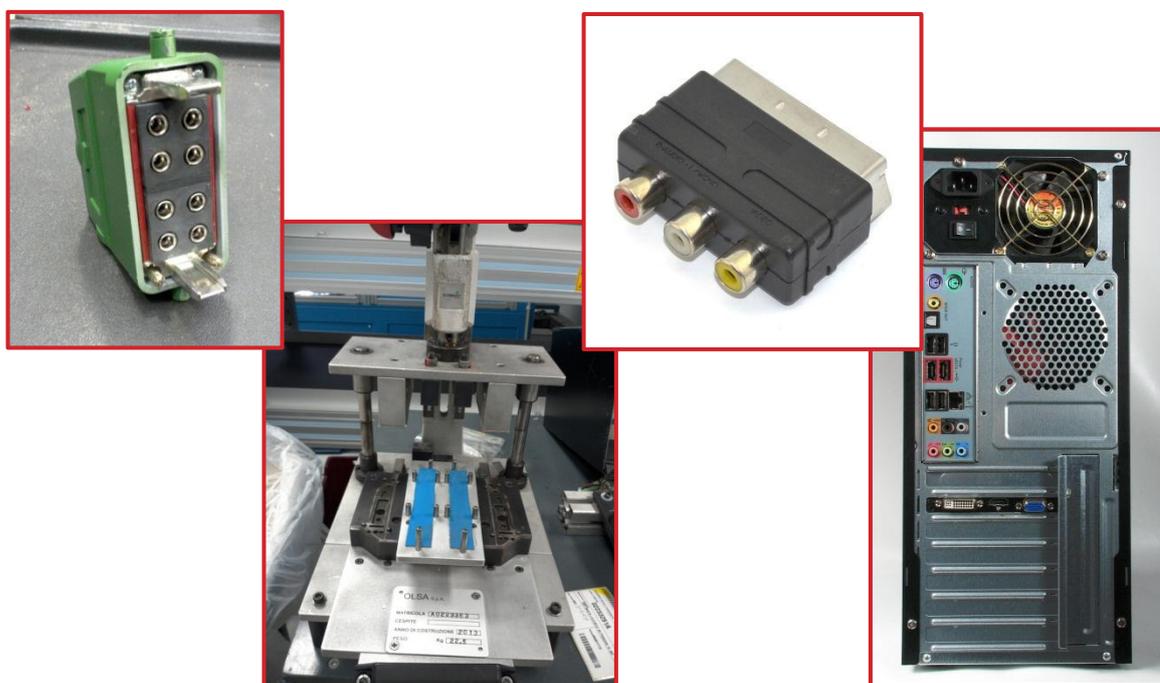


Figura 3.19 - Esempi di Poka Yoke

3.3.4. Advanced kaizen

Questo è un *tool* molto pesante, usato per attaccare problemi molto complessi e per fornire metodi di miglioramento approfonditi relativi ad esempio la tecnologia di processo.

L'*Advanced kaizen* è utilizzato in un modo meno frequente, gli strumenti utilizzati sono in genere più complessi e sofisticati (ad esempio PPA, DOE, Six Sigma, ecc.).



Un team esperto, composto da 5 a 7 persone, supportato da uno specialista è solito lavorare insieme per un periodo più lungo di 3 mesi per attaccare un problema complesso, in cui sono necessarie analisi dettagliate e contromisure diverse per raggiungere l'obiettivo prefissato.

L'attività del team è monitorata da un sistema visivo, una scheda, per ogni fase del processo di miglioramento, come per il *Major kaizen*; le schede devono facilitare il coinvolgimento delle persone, la proattività e la diffusione della comprensione dei problemi.

Il capo progetto deve verificare lo stato di avanzamento del progetto, il corretto utilizzo degli strumenti e la diffusione del *know-how*.

Il *kaizen* avanzato deve essere usato quando il problema, nonostante l'implementazione degli strumenti di *kaizen* di base, permane, anche se ridotto, ma il target è impostato su zero.

Poiché in OLSA non sono mai stati intrapresi *Advanced kaizen*, non sarà approfondito ulteriormente questo *tool*, il cui utilizzo è appannaggio d'impresе *World Class* di livello elevato.

4. Major Kaizen: fanale posteriore Porsche 991

Quest'ultimo capitolo è dedicato all'esperienza di *Focused Improvement* e *Quality Control* che ho avuto modo di vivere "sul campo", attraverso la gestione di un *Major Kaizen* relativo a un problema di elevati scarti su un prodotto di stampaggio, il trasparente esterno del fanale Porsche 911.

Nonostante non sia l'unico *Major kaizen* che io abbia portato avanti (ve ne sono altri 2 nel reparto stampaggio e 1 in metallizzazione), questo è l'unico ad essere stato portato a termine con successo prima dell'audit WCM di marzo 2017, ed è l'unico che in tale occasione è stato presentato all'auditor.

E' per questo motivo che ho deciso di portare quest'esperienza all'interno di questo elaborato.

Naturalmente, la struttura seguita per affrontare questo *kaizen* è la stessa descritta nel precedente capitolo per il *Major kaizen*: si compone cioè di **7 step di problem solving** che ricalcano il PLAN, DO, CHECK, ACT del WCM.

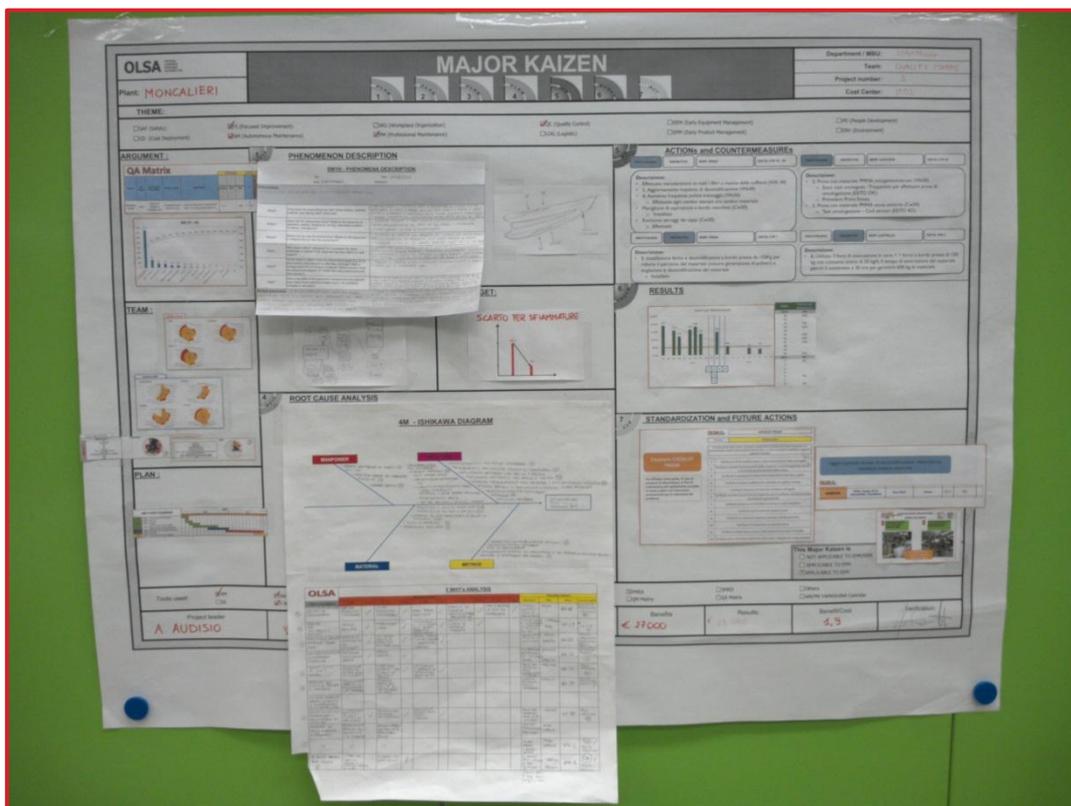


Figura 4.1 - Major kaizen OLSA per trasparente Porsche 911 (foto)

4.1.2. Formazione del team

Nominato *project manager* del *kaizen*, è stato mio compito, aiutato naturalmente da collaboratori con maggior esperienza di me, scegliere i membri del team, in base alle loro competenze tecniche e organizzative. In tal senso sono stati di ausilio i *radar chart*, rappresentati nelle figure seguenti, composti ad hoc dal *People Development*, inerenti ai temi affrontati in questo *kaizen*.

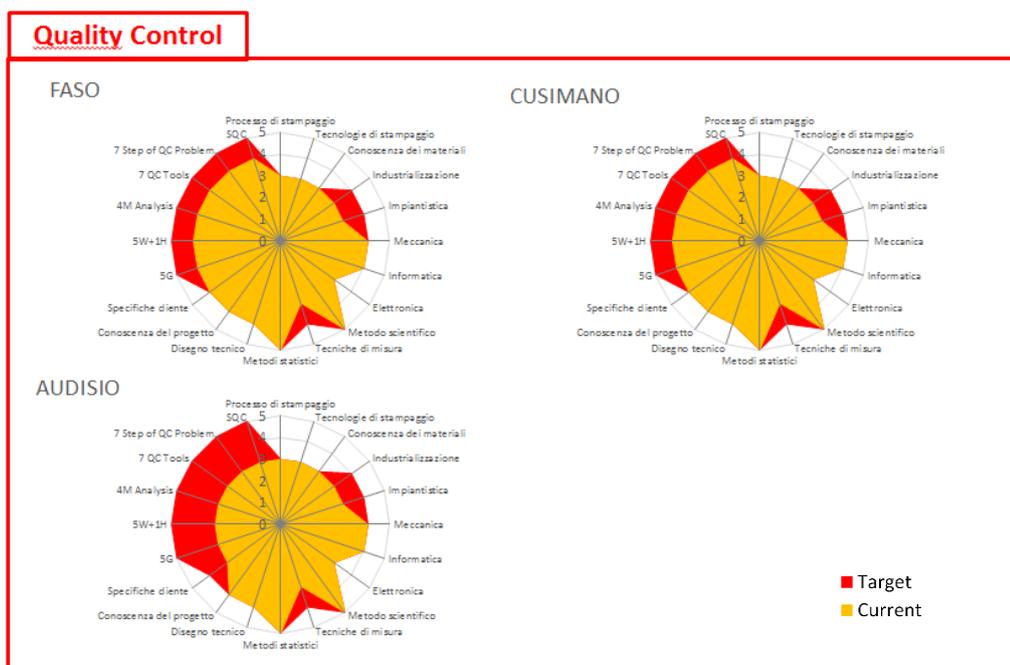


Figura 4.3 - Radar chart team kaizen (Quality Control)

Oltre a me, a formare il **team kaizen**, altri **2 colleghi del Quality Control**, che mi hanno aiutato nell'utilizzo dei *tools* e nell'attività di verifica e *check*.

Essenziali, inoltre, sono state le *technical skills* dei collaboratori del reparto stampaggio, in particolare: un **tecnologo**, un **chimico dei materiali**, un **responsabile magazzino materie prime** e il **caporeparto**.

Da aggiungere, infine, sono i **pillar leader** di **Focused Improvement** e **Professional Maintenance**.

E' interessante notare che non tutti i membri sono stati coinvolti fin da subito (come ad esempio il responsabile del magazzino materie prime), poiché il problema non era ancora ben definito, e non si poteva ancora conoscere fino a che livello si sarebbe scesi per trovare la causa radice del problema.

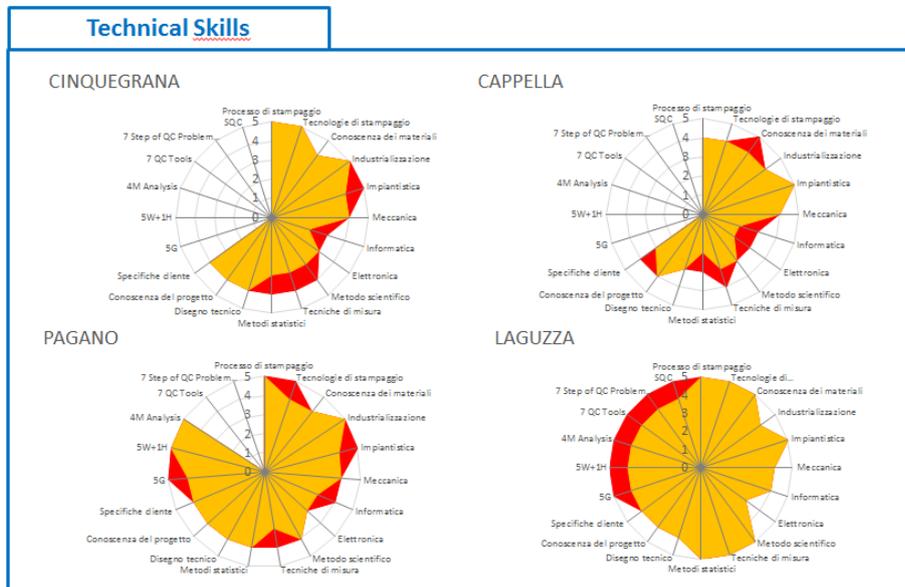


Figura 4.4 – Radar chart team kaizen (technical members)

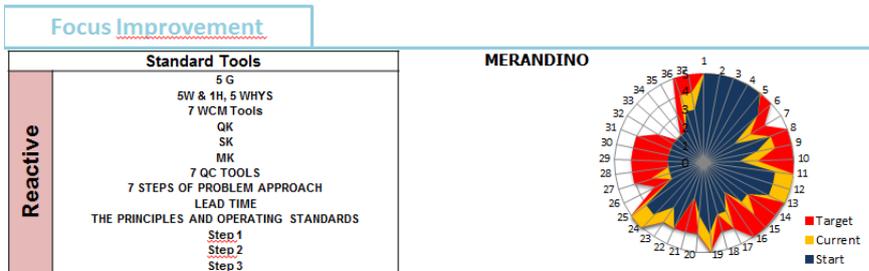
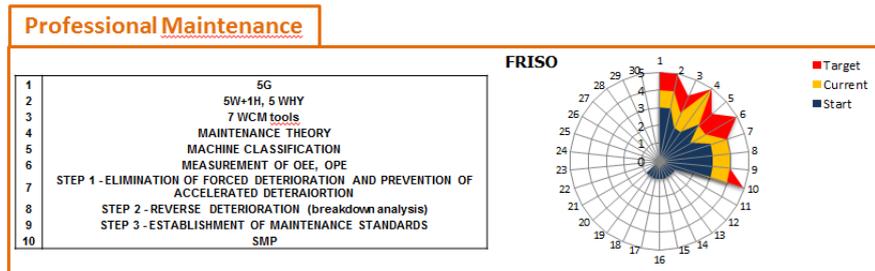


Figura 4.5 - Radar chart team kaizen (PM e FI members)

4.1.3. 7 step planning

Prima di cominciare la vera e propria attività di risoluzione del problema, è stato necessario fissare una *timeline* da seguire per portare a compimento il *major kaizen* in termini ragionevoli di tempo.

Il diagramma di Gantt abbozzato inizialmente è rappresentato in Figura 4.6, e da esso si può notare l'arco temporale caratteristico per il completamento di un *major kaizen*: circa 3 mesi. E' interessante, inoltre, notare come le fasi più dispendiose in termini di tempo siano rappresentate dal PLAN (e in particolare la *5Whys analysis*, per la quale ogni causa radice ipotetica deve essere verificata) e dal CHECK, che richiede un periodo sufficientemente lungo anche per via del fatto che la produzione del pezzo su cui si ha il difetto non è programmata tutte le settimane.

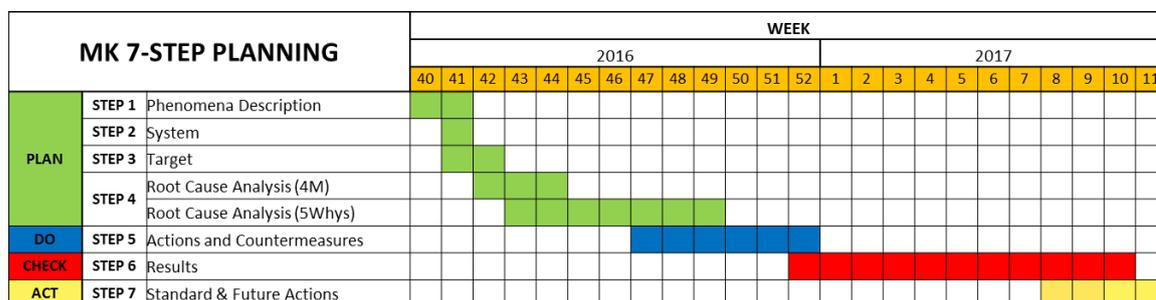


Figura 4.6 - 7 step planning (unità temporale: settimane)

4.2. PLAN

4.2.1. 3G

Giunti a questo punto, si è potuto cominciare la vera e propria attività di *kaizen*.

Il primo *tool* utilizzato è stato il **3G**: assieme ad altri 2 membri del *team kaizen* (qualità e materiali), sono andato a verificare sul campo la presenza del difetto, dopo averne verificato l'entità in termini numerici e statistici.

A giudicare dai rapporti giornalieri e settimanali degli scarti, raccolti in un database il cui aggiornamento era a me affidato, il problema era evidente, e si può osservare dalla Figura 4.7: la **percentuale di scarti sul totale di pezzi prodotti** del pezzo incriminato raggiungeva picchi del **38%**

in negativo, e del **17%** in positivo, e ciò era causato per la gran parte da **sfiammature**, che sul diagramma di Pareto presentavano un'incidenza del **62,3% sul totale degli scarti**. Questa importante oscillazione di percentuale di difetti denotava un processo fuori controllo, al cui mal funzionamento si rimediava con soluzioni di tamponamento e contenimento dei danni da parte di operatori che dovevano improvvisare soluzioni di emergenza per mandare avanti la produzione, seppur in modo disastroso.

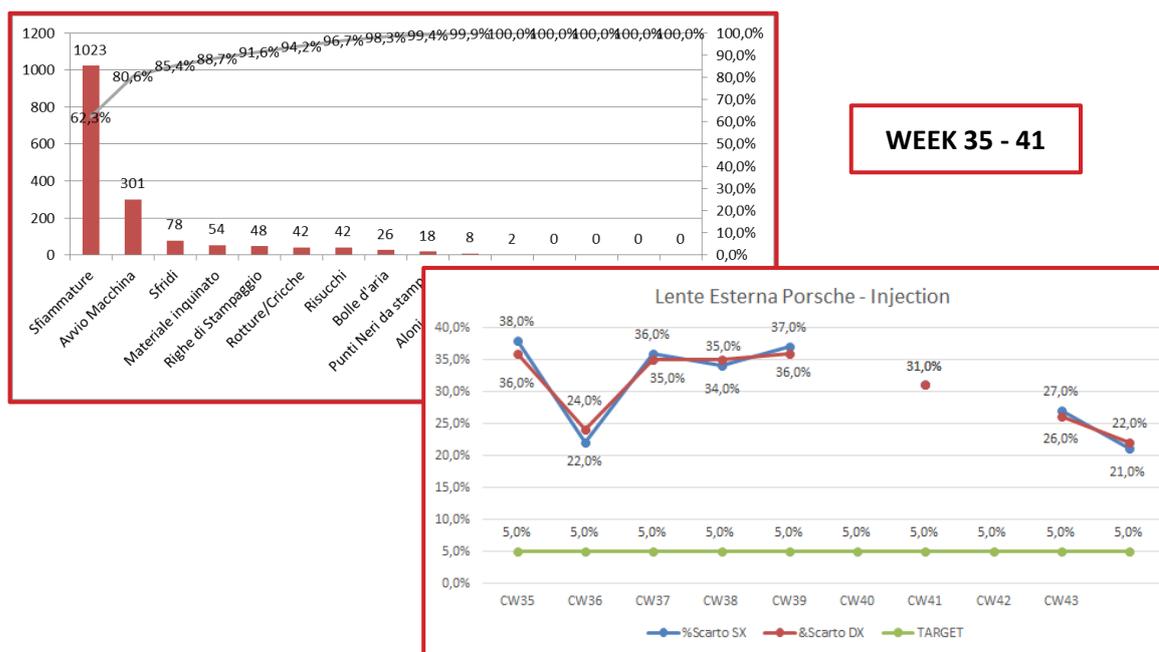


Figura 4.7 - Trend scarti lente fanale posteriore sinistro Porsche 911

Andando a verificare in *gemba* (sul luogo effettivo di lavoro), i pezzi si presentavano come in Figura 4.8, con un evidente segno, simile a una graffiatura interna alla lente. Essa è denominata in gergo tecnico **sfiammatura**, ed è formata dallo stesso tipo di materiale che compone l'intera lente, in questo caso **PMMA**, acronimo di **polimetilmetacrilato**, ma formato a temperature diverse e la cui differenza è impressa come una fotografia sulla lente da una serie di righe interne. Ciò è dovuto, in pratica, a un **punto freddo**, o più in generale a un ostacolo, nei pressi del foro d'iniezione, che innescava un raffreddamento del materiale circostante, che determina le sopraccitate righe, o sfiammature. Da che cosa sia dovuta la nascita di questo punto freddo, rimaneva però da capire.



Figura 4.8 - Sfiammatura visibile su trasparente fanale posteriore Porsche 911

Appurata la veridicità del fenomeno da indagare, si è proceduto con la sua descrizione attraverso i *tools* descritti precedentemente per questa prima fase.

4.2.2. 5W+1H

Il 5W+1H per questo *kaizen* è stato portato avanti con molto rigore da quando il problema ha iniziato a verificarsi, cioè molti mesi prima del mio ingresso in OLSA. Grazie a quanto riportato in un documento redatto in quelle prime fasi, è stato possibile descrivere a 360° il fenomeno.

What

La domanda “*what*” si propone di descrivere che cosa sia successo, e come si presenti il fenomeno.

In risposta a tali domande, in ogni produzione si presentavano difetti di **sfiammature** di diverse entità sul prodotto **03612020**, cioè la **lente sinistra fanale posteriore Porsche 911**, che producevano una percentuale di scarto molto elevata (come prima evidenziato dai diagrammi).

Per far fronte a questo problema, sono state utilizzate le presse 35 e 41 con differenti robot di presa e diverso tonnellaggio presse (da una 1000 t stampando a 2 figure ad una 1500 t stampando a 4 figure), non ottenendo però risultati positivi.

Il componente deve essere stampato rispettando la scheda parametri digitale impostata con caratteristiche di materia prima definite dal fornitore.

In fase di stampaggio sono solitamente modificati i parametri, uscendo fuori dalle tolleranze imposte, ogni qual volta si presenta una difettosità per cercare di stampare componenti conformi.



Figura 4.9 - Lente fanale posteriore sinistro Porsche 911 con sfiammature sul rosso

When

La seconda domanda cui rispondere è: quando accade il fenomeno.

Esso tuttavia, avveniva in **modo casuale**, indipendentemente dal turno, e dal periodo dell'anno, principalmente sul **PMMA antiurto** del **rosso** della lente. L'antiurto è un additivo per il PMMA introdotto per aumentare la resistenza agli shock termici della lente, che durante i test è sottoposta a sbalzi termici repentini dell'ordine dei 100 °C, i quali in assenza di tale additivo porterebbero la lente del fanale a rottura.

Le sfiammature, come prima descritto, si formano **durante la fase di riempimento** dello stampo, cioè durante l'iniezione del PMMA fluido, che incontra un punto freddo di materiale che lo costringe a cedere calore e a raffreddarsi, andando così a formare le linee di sfiammatura.

Where

La terza domanda è, naturalmente, dove avviene il fenomeno, e quali attrezzature coinvolge, o che dovrebbe coinvolgere.

Il fenomeno delle sfiammature occorre sul prodotto all'interno del ciclo produttivo, e si manifesta nella **parte opposta al punto d'iniezione**, nonostante il punto freddo si trovi in prossimità di quest'ultimo.

La realizzazione di questo prodotto dovrebbe essere fatta su una **pressa da 1500 t**, data la complessità del pezzo e l'elevata qualità delle superfici visibili, per i quali nemmeno il minimo difetto può essere tollerato, e, infatti, gli è solitamente assegnata la **pressa 41**, una Engel da 1500 t a 4 figure, oppure, più raramente per il motivo sopracitato, la **pressa 35**, una Engel da 1000 t a 2 figure.

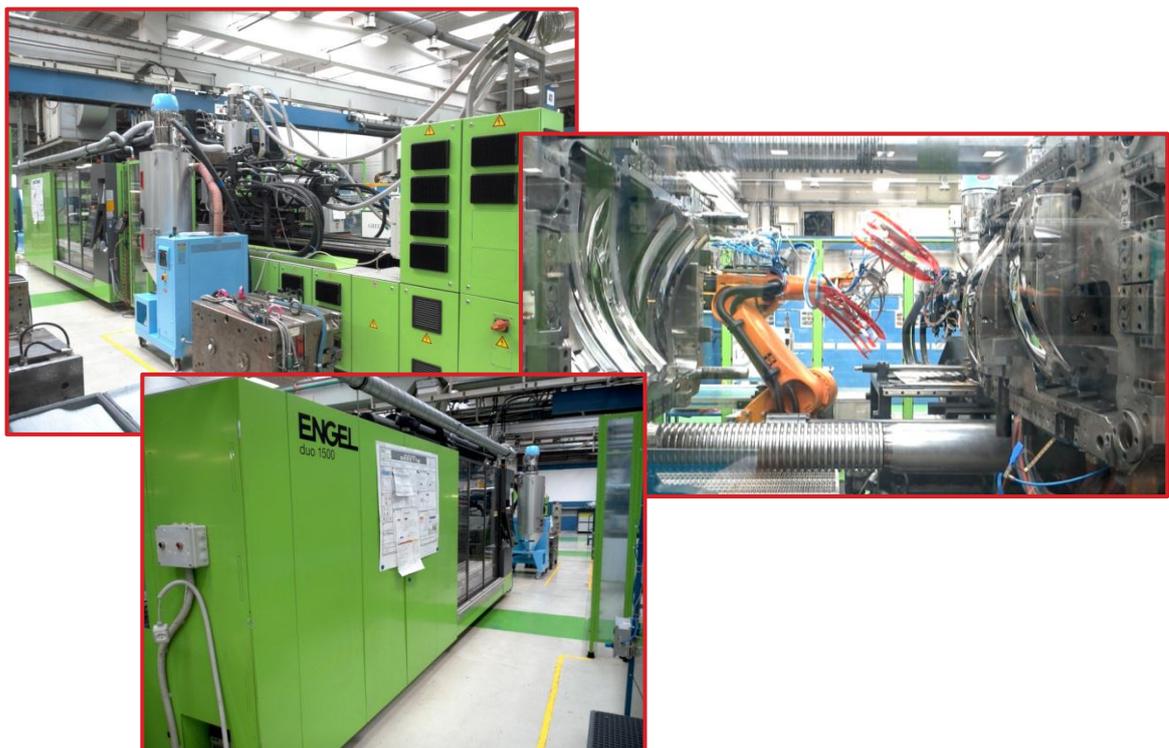


Figura 4.10 - Pressa 41 Engel da 1500 t a 4 figure



Who

Chi sono le persone coinvolte nel fenomeno?

Lo stampo può essere avviato da:

- Setup Operator (chi monta lo stampo) (8 persone differenti)
- Capoturno (4 persone differenti)
- Tecnologi (2 persone)

Generalmente, però, lo stampaggio è avviato dal capoturno, mentre in caso di problemi sono interpellati i tecnologi, il fornitore dello stampo, il fornitore della materia prima e il fornitore della camera calda.

Which

La domanda “*which*”, letteralmente “quale”, prende in considerazione la frequenza del fenomeno e del modo in cui esso si manifesta. In particolare, fa riflettere su particolarità sulle tempistiche dell’avvenimento, come a inizio turno, all’inizio di ogni produzione, durante la produzione a regime, e così via.

In questo caso, le sfiammature avevano una **casualità** estesa a tutte le produzioni, indipendentemente dall’orario, dal turno, dal periodo dell’anno o dalle persone coinvolte. Esso era un problema persistente, nato fin dal principio del progetto.

How

Per ultimo, occorre definire in tutto e per tutto il processo del componente, in modo da mettere alla luce un potenziale difetto nella catena di produzione da attaccare per combattere il problema.

Il processo comincia dalla materia prima (PMMA HT+5% antiurto in grani), contenuta in appositi contenitori **octabin** in cartone mantenuti a temperatura ambiente, che viene aspirata ed essiccata nel **forno principale** da 250 kg per 8 ore a 100 °C +/-5 °C (il fornitore suggerisce di essiccare l'antiurto a 80-90 °C fino a raggiungere umidità max di 0.01%). La materia prima è poi mandata, attraverso un reticolo di tubazioni in PVC smistate da un dispositivo Dolphin, nel forno a bordo pressa (**forno di mantenimento**) che lavora a 90 °C (non a 100 °C per evitare i grumi di materiale).

Dal forno di mantenimento è aspirata in **tramoggia deumidificante** e in seguito introdotta nella **vite di plastificazione**.

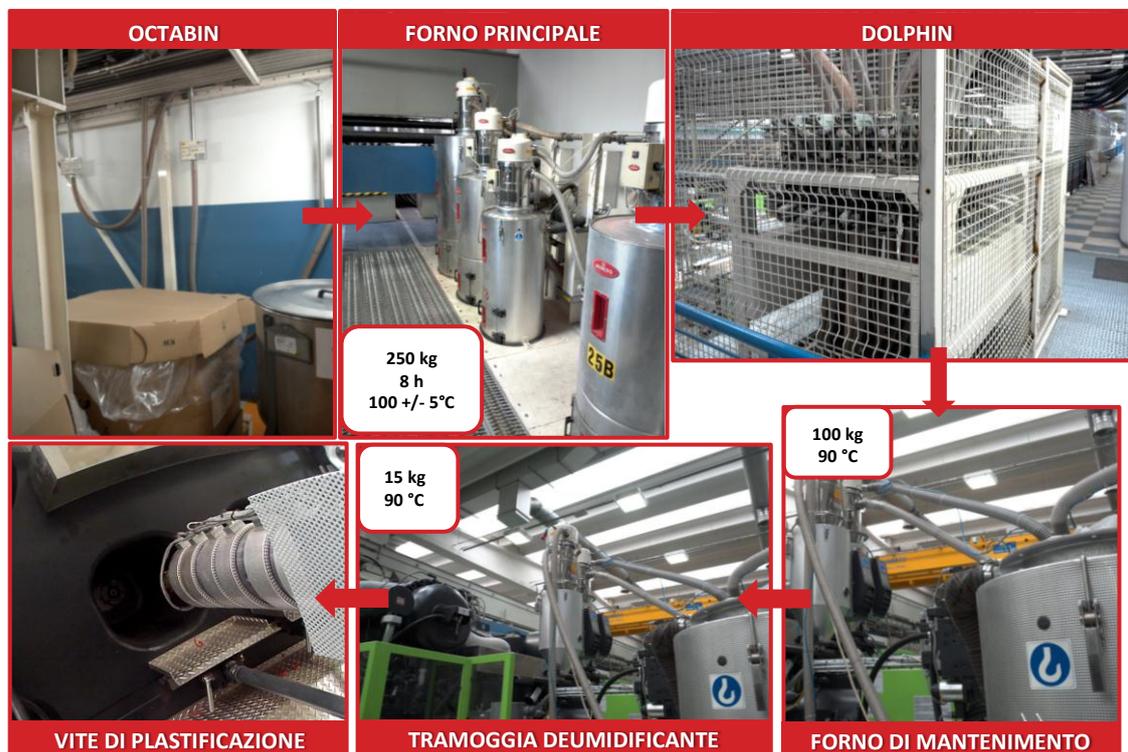


Figura 4.11 - Processo di alimentazione pressa 41

Il metodo di stampaggio non è del tutto definito, a causa della variabilità di tutti i parametri di stampaggio in seguito alle variazioni di condizioni al contorno che possono occorrere durante il processo (variazioni di umidità e temperatura, giochi, ecc.)

Le persone si accorgono del difetto durante il controllo estetico effettuato a bordo pressa, e a tale pratica sono incaricati gli operatori del controllo qualità.

Si deve inoltre garantire la pulizia delle tramogge da polveri di materiale residuo, e a tal fine è previsto l'insufflaggio di aria compressa nelle stesse dopo ogni cambio materiale.

Nel caso ideale l'umidità del materiale deve essere costante e pari a 0%, ma possono essere tollerate fluttuazioni intorno allo 0.1%.

La vite utilizzata è di tipo **universale**, mentre potrebbe essere una soluzione adoperare una vite specifica **per materiali amorfi**.

Lo stampo presenta una camera calda molto complessa, e una soluzione potrebbe essere la riprogettazione dello stampo a due figure con una **camera calda più semplice** e valutare un **doppio punto d'iniezione** per ridurre le velocità del flusso.

Definito il problema con il completamento del 5W+1H, riproposto in Figura 4.12, si è passato all'analisi delle cause radice, attraverso il 4M prima, e il 5Whys in seguito.

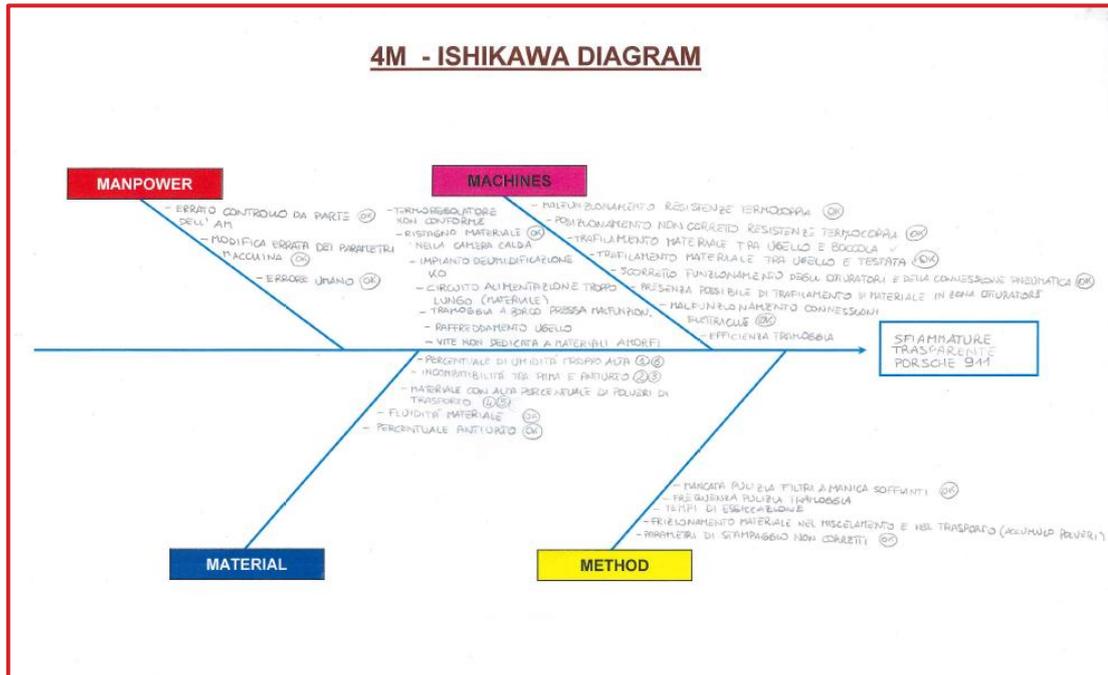
5W1H - PHENOMENA DESCRIPTION		
BU: Area: STAMPAGGIO		Date: 27/03/2016 Reference:
Initial problem: ELEVATO SCARDO PER SFUMIATURE A) LENTE ESTERNA PORSQUE S14		
What?	What does the phenomena look like? What product, machine, material, was being used? What size?	IN DUE PRODUZIONI SI VERIFICANO DEFETTI DI SFUMIATURE DI DIVERSA ENTITÀ, SONO STATE UTILIZZATE LE PRESSE 25 e 41 (MODE STAMPA A 2 FIGURE, E 4000 STAMPA A 4 FIGURE). IL COMPONENTE DEVE ESSERE SFUMIATO RISPETTANDO LA SEQUENZA PARAMETRI CON CARATTERISTICHE MATERIA PRIMA DEFINITE DAL TORNO.
When?	When did the phenomena occur? When in the sequence of operation; startup, continuous running, intermittent problem, shutdown, changeover?	IL FENOMENO AVVIENE IN MODO CASUALE INDIPENDENTEMENTE DAL TURNO, PRINCIPALMENTE SUL PIMA HT DEL ROSSO. IL FENOMENO AVVIENE DURANTE LA FASE DI RACCHIAMENTO.
Where?	Where did you see the phenomena? Where on the equipment or material did you see the phenomena?	IL FENOMENO SI VERIFICA SUL PRODOTTO ALL'INTERNO DEL CICLO PRODOTTO FINO, IL FENOMENO SI PRESENTA NELLA PARTE OPPOSTA AL PUNTO D'INIEZIONE. LA REALTÀ DEL PRODOTTO DOVREBBE ESSERE FATTA SU UNA AGO.
Who?	Who does it effect? everyone? Is it a problem for some individuals or teams? If so, what info can they offer? Is it skill related?	LO STAMPO PUÒ ESSERE ADIUTATO DA SETUP OPERATOR (2 PERSONE CONVERSE) CARFORINO (A DIVERSE PERSONS), TECHNOLOGIA (2 PERSONS). SOLTANTO PER LO STAMPAGGIO È PULITO DAL CARFORINO. IN CASO DI PROBLEMI SONO INTERVENUTE VARI TECHNOLOGI, IL FORNITORE STAMPO, FORNITORE MAT. PRIMA E CAMERA CALDA.
Which?	Which trend or pattern does the phenomena have? E.g. Is the phenomena more frequent on Monday mornings? After a change-over? Or is it random in nature? Which direction does the phenomena happen in? (Note: Not many phenomena are truly random!)	IL PROBLEMA SI VERIFICA IN TUTTE LE PRODUZIONI INDIPENDENTEMENTE DA GIORNO E TURNO, CON X MEDIANAMENTE >35%
How?	How is the state of the equipment changed from the optimal? How many times does the problem occur? Do problems increase or decrease?	LA MATERIA PRIMA (PIMA HT 45% ANTIPIRO) È ESSEZIATA NEL TURNO PRINCIPALE DA 200 FOR. PER 15 ORE A 100°C. 255 (FORNITORE) SOSPESSE DI ESCLUSIVA È ANTITURBO A 30-30 E TAO A 100°C. SOSPESSE ANTITURBO MAX DI 0,015 LE PORSQUE PRIMA È ESSEZIATA NEL TURNO A 2000 FOR. PER 15 ORE DI MATERIALI PRIMA CHE LAVORA A 30°C (NON A 100°C) PER CONTINUA FORNITURA DAL FORNO DI MAT. IL PROBLEMA È VERIFICATO IN TUTTE LE PRODUZIONI. IL PROBLEMA È VERIFICATO IN TUTTE LE PRODUZIONI.
Revised phenomena: LE SFUMIATURE SONO LOCALIZZATE SUL ROSSO, LONTANO DAL PUNTO D'INIEZIONE. SONO INDIPENDENTI DAL TURNO O DALLA PERSONA CHE ESSEGUE L'ANNO. IN CONDIZIONI IDEALI IL MATERIALE DOVREBBE AVERE UN'UNITÀ PIMA A 0,00% E FLOWRATE 1,5 e 2,0. LA MACCHINA INTERESSATA È UNA AGO 0		

Figura 4.12 - 5W+1H per kaizen 03612020 (foto)

4.2.3. 4M – Ishigawa

L'analisi delle cause radice è stata tenuta sempre in forma di *brainstorming*, periodicamente ogni settimana, per avere in un primo momento del materiale su cui compiere le indagini, e in seguito per confrontare i risultati delle verifiche sulle ipotetiche cause.

E' proposto in Figura 4.13 lo schema a lisca di pesce aggiornato con le ipotetiche cause radice che di volta in volta sono state aggiunte, suddivise secondo le 4 categorie tipiche di questo metodo.



Manpower

Ascrivibili alla manodopera, sono emerse solamente 3 possibilità:

- **Errato controllo da parte dell'Autonomous Maintenance:** essa è risultata una falsa possibilità poiché la pressa, come la maggior parte all'interno dello stabilimento, è soggetta a manutenzione preventiva e *machine ledger* associato.
- **Modifica errata dei parametri macchina:** tale possibilità è stata scartata, data la sistematicità del fenomeno, e la sua totale indipendenza da chi aziona la macchina.
- **Errore umano:** per le stesse ragioni di cui sopra, è stata subito scartata.

Material

Riguardo al materiale, ci si è focalizzati con più vigore, poiché il fenomeno della sfiammatura è, al più delle volte, causata da un'alterazione delle condizioni ottimali della materia prima.

Le cause ricercate sono pertanto:

- **Fluidità del materiale elevata:** materiale eccessivamente fluido raggiunge velocità di efflusso elevate con più facilità, e ciò può provocare una sfiammatura.
- **% di antiurto non conforme:** antiurto eccessivo nella miscela di materiale è causa di grani non omogeneamente disciolti, e ciò è causa di un possibile ostacolo per l'efflusso del materiale.
- **% di polveri di trasporto elevata:** ciò provoca la presenza di materiale inquinato, che se di ridotte dimensioni, non è visibile come tale, ma lo è la "scia" di materiale che urta contro di esso, e compone la sfiammatura. Quest'ipotesi è stata considerata possibile, poiché sulla stessa pressa si è presentata più volte la difettosità di materiale inquinato, e tale voce in particolare non è trascurabile per la lente Porsche, come evidenziato dalla Figura 4.14.

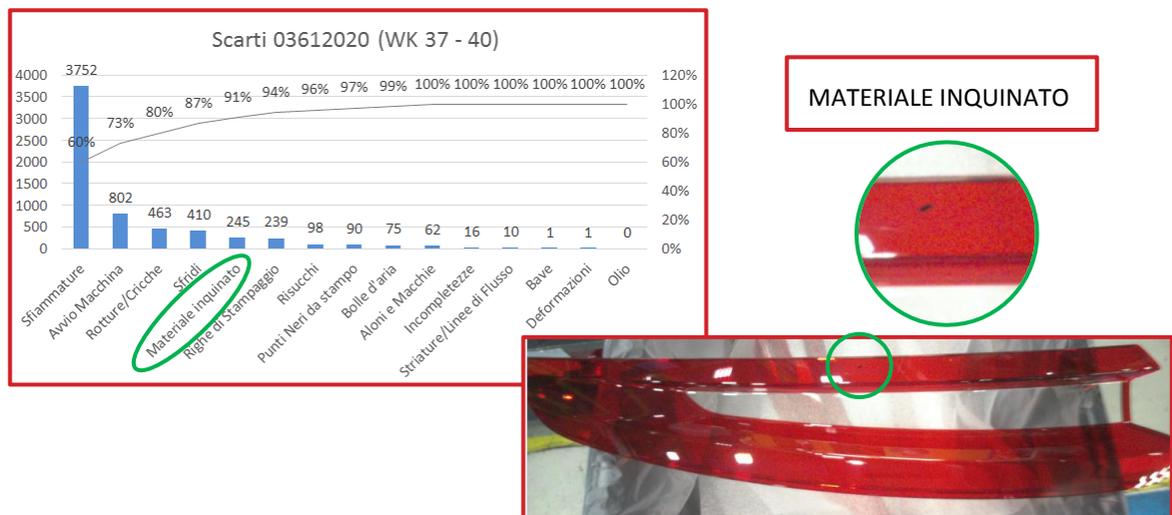


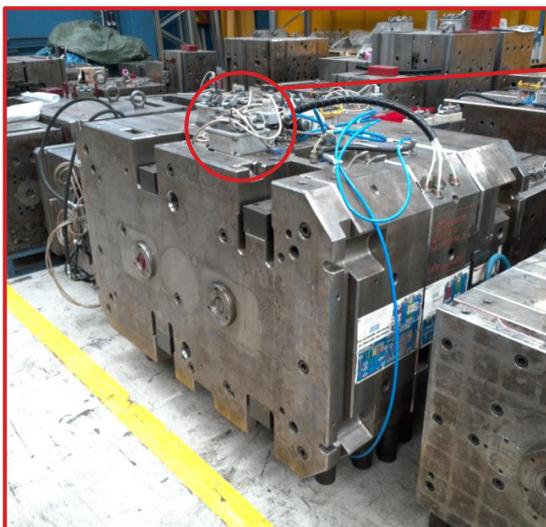
Figura 4.14 - Presenza di materiale inquinato tra le voci di scarto della lente Porsche

- **Incompatibilità tra PMMA e antiurto:** per lo stesso motivo per cui una percentuale di antiurto elevata può essere causa di sfiammature, può essere l'incompatibilità tra esso e il PMMA.
- **% di umidità elevata:** elevata umidità è causa di raffreddamento locale del materiale, che causa il punto freddo da cui ha origine la sfiammatura.

Machine

Riguardo alle cause legate ai macchinari, molte sono state le proposte, com'è possibile vedere in Figura 4.13, ma esse sono state in seguito smentite, dopo una verifica in *gemba* di quanto ipotizzato. Sono proposte qui di seguito, pertanto, solamente alcune delle possibili cause radice, le quali inizialmente potevano essere plausibili, ma comunque risultate false in seguito:

- **Rottura resistenze termocoppie:** sensori di temperatura usurati portano a un controllo errato della temperatura d'iniezione, e ciò è causa d'immane difetti di stampaggio, come le sfiammature. Le resistenze sono però risultate perfettamente operanti.
- **Trafilamento materiale tra ugello e boccola:** esso può determinare lo scaturirsi di materiale non omogeneo all'interno del flusso d'iniezione e determinare così una sfiammatura. Tale possibile causa sarà verificata successivamente con i 5Whys.
- **Malfunzionamento connessioni elettriche:** un cattivo funzionamento di quest'ultime può provocare uno scorretto scambio d'informazioni tra il sistema di controllo e lo stampo, causando un'instabilità dei parametri di stampaggio. Tuttavia, tale ipotesi è stata smentita dalla recente applicazione di **connettori ad attacco rapido per lo SMED**, acronimo di *Single Minute Exchange of Die*, cioè un metodo di cambio stampo rapido, di cui la pressa 41 è una delle macchine pilota (esempio in Figura 4.15)



CONNESSIONI ELETTRICHE AD
ATTACCO RAPIDO



Figura 4.15 - SMED: connessioni elettriche ad attacco rapido

- **Circuito di alimentazione materiale eccessivamente lungo:** ciò può provocare, in caso di usura del PVC delle tubazioni di apporto del materiale dal magazzino materie prime alla pressa, un inquinamento del materiale stesso, con le dovute conseguenze.
- **Vite universale (non dedicata a materiali amorfi):** quest'ipotesi è stata scartata. Benché una vite di plastificazione dedicata a materiali amorfi, come il PMMA, lavori sicuramente meglio di una vite universale, adatta, invece, anche a materiali non vetrosi come la poliammide (PA), essa dovrebbe influenzare anche altri tipi di prodotti dello stesso materiale, se la vite fosse la vera causa radice. Tuttavia, sulla stessa pressa è stampato frequentemente un altro prodotto in PMMA, la lente esterna del fanale posteriore Mini, codice 03635020, per il quale non si sono mai manifestati eccessivi KO dovuti a sfiammature, com'è possibile vedere dalla Figura 4.16 (la prima voce di scarto è sempre la sfiammatura, ma il tenore di pezzi scartati è notevolmente sotto il 38% del fanale Porsche).

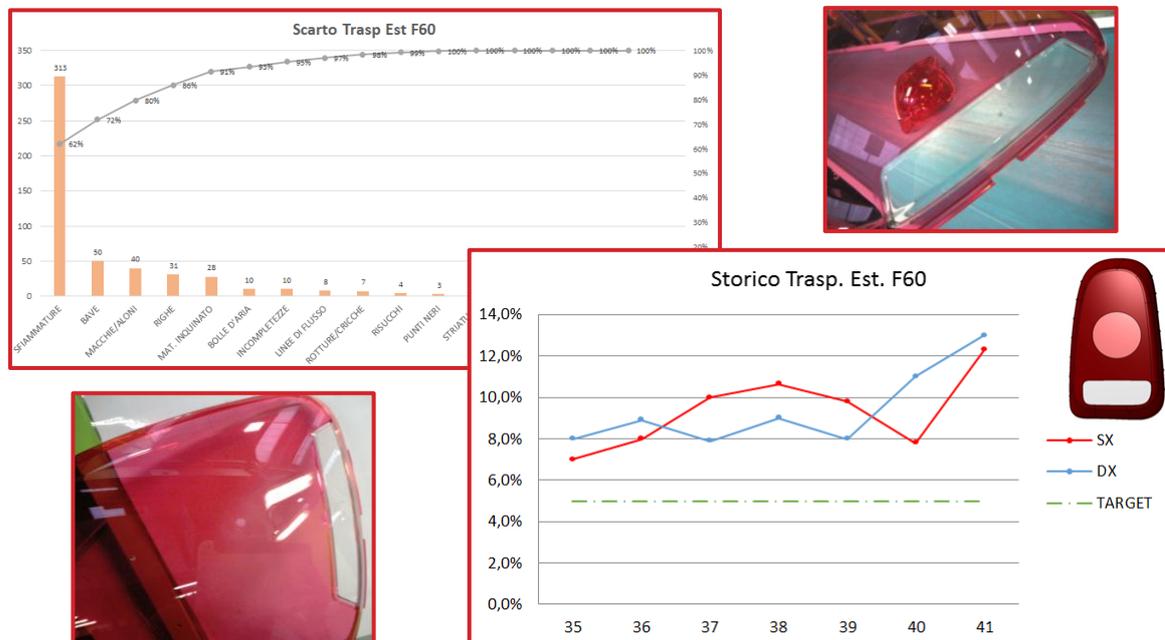


Figura 4.16 - Trend scarti e diagramma di Pareto 03635020

Method

Ultima delle 4M, il metodo come possibile categoria di cause radice.



Esse sono state giudicate di poca importanza, in seguito a verifica in *gemba*, ma sono comunque emerse durante i *brainstorming*:

- **Mancata pulizia filtri a manica soffianti:** le soffianti sono utilizzate durante il cambio stampo, e in particolare nel passaggio da un tipo di materiale a un altro (per esempio da poliammide a PMMA). Esse depurano le tramogge da eventuali polveri rimaste in seguito al loro svuotamento del vecchio materiale. La pulizia dei filtri è essenziale per garantire l'insufflaggio di aria non contaminata da particelle macroscopiche, ma essa è rigorosamente applicata in maniera periodica.
- **Frequenza pulizia tramoggia:** in conformità a quanto detto sopra, è stato ipotizzato che gli operatori non sempre pulissero la tramoggia durante il cambio di materiale, ma questo è risultato essere, in pratica, falso, nonostante non esistesse niente che normasse tale procedura. prima dell'applicazione definitiva dello SMED.
- **Parametri di stampaggio errati:** la loro correttezza è stata confermata dai tecnologi del *team kaizen* dopo una attenta supervisione. C'è da dire però, che tali parametri sono soggetti a frequenti modifiche, per far fronte a variazioni casuali delle condizioni al contorno. Tuttavia, la loro variazione è una conseguenza alle sfiammature, e non la causa, poiché ad avvio produzione, i parametri impostati sono corretti.

Completato il diagramma di Ishigawa, si è poi fatta una cernita delle cause radici che più si avvicinavano alla realtà dei fatti, dopo naturalmente un'attenta verifica di ciascuna voce, e dopo essere arrivati alle conclusioni di cui sopra. Tali elementi rimasti, sono stati posti sotto inchiesta attraverso il *tool* descritto qui di seguito, il 5Whys.

4.2.4. 5Whys

Anche in questo caso, le cause radici sono molteplici, e per ognuna di esse si è dovuto rispondere in maniera consecutiva ai vari "perché", per tentare di arrivare a una soluzione finale. Il documento ufficiale del 5Whys è proposto in Figura 4.17.

OLSA		5 WHY'S ANALYSIS											Corrective actions		
Effect description	1° Why	Check	2° Why	Check	3° Why	Check	4° Why	Check	5° Why	Check	Description	Who	When	Current status	
① MALFUNZIONAMENTO RESISTENZE TERMOCOPPIE	SORTURA RESISTENZE TERMOCOPPIE	✓	USURA RESISTENZE TERMOCOPPIE	✓	NON SONO SOSTITUITE	✓	NON C'È UN PIANO DI MANUTENZIONE PREVENTIVA	✓	NON È DEFINITA LA VITA DEL COMPONENTE	✓	INFERIORE CONTROLLO PIANO DI TERMOCOPIE	FRISO	WK 48	RESISTENZE TERMOCOPPIE FUNZIONANTI (OK)	
② INERTEZZA MAT. TRA UGELLO E SOCCOLA	UGELLO BOLLATO	✓	DISALLINEAZIONE CILINDRO	✓	OPERAZIONE DI MANTENIMENTO DELLA QUADRA SOSTITUITA A ERRORE UMANO	✓	NON ESISTE UN SISTEMA DI CONTROLLO INTEGRATO	✓			INTELLIGENZA DI UN CONTROLLO DA TERMOCOPIE DI REAZIONE DEL PLE	CHIAZZOLA	WK 49	FATTO (OK)	
③ PERCENTUALE UGELLI MATERIALE TROVA ACTA	IMPIANTO DI DEUMIDIFICAZIONE ESTERNE NON ESTE' CIBATE	✓	NON SONO STATE VERIFICATE AL MATERIALE NEL TERZO UGELLO	✓	PERCHÉ L'IMPIANTO È DA RIVISIONARE (ROTTURE)	✓					ASSICURAMENTO IMPIANTO DI DEUMIDIFICAZIONE	FRISO	WK 49	IMPIANTO ASSICURATO (MATERIALE TROVA ACTA BASSO UGELLI)	
④ MALFUNZIONAMENTO COMMISSIONI ELETTRICHE	RESISTORI COMMISSIONI CORRATI	✓	ERRORE UMANO	X							ANALISI ELETTRICHE COMMISSIONI SONO DISTINGUIBILI CONDOTTE	AUDISIO	WK 50	RESISTORI RICEVUTE (OK)	
⑤ INCOMPATIBILITÀ TRA PIRRE E ANTIURTO	MISCELAMENTO ANTIURTO ALTERNATO ALLA MISCELAZIONE UGELLI IN BAMBUCCE	✓	IL FORNITORE CONSEGNA IL PMMA HT CON 5% DI ANTIURTO IN GRANULI	✓	NON È PREVISTA LA CONSEGNA DEL MATERIALE GIÀ ESTRUSO CON ANTIURTO	✓					PROVA CON MATERIALE PMMA GIÀ ESTRUSO CON ANTIURTO	LAGO REA	WK 50	PROVA EFFETTUATA (OK)	
⑥ MATERIALE CON ACTA DI TRASPORTO	PERCENTUALE MATERIALE NEL MISCELAMENTO È NEL TERZO UGELLO		MATERIALE CON FACILITÀ DI FORMAZIONE POLVERE								RISERVA PERCENTUALE MATERIALE TROVA ACTA	CAPELLA	WK 50	RESISTORI RICEVUTE (OK)	
⑦ FLUIDITÀ MATERIALE SENZA A CILINDRO DI ALIMENTAZIONE NECESSARIE LUNGO															
⑧ INCOMPATIBILITÀ SOTTO TEMPERATURE DI SOLLECITAZIONE DEL MATERIALE	IL FORNITORE CONSEGNA IL PMMA HT CON 5% DI ANTIURTO IN GRANULI	✓	INCOMPATIBILITÀ SOTTO TEMPERATURE DEL MATERIALE	✓	PROVA CON MATERIALE GIÀ ESTRUSO CON ANTIURTO	✓					PROVA CON MATERIALE PMMA GIÀ ESTRUSO CON ANTIURTO	L'AGUIERA	WK 50	PROVA EFFETTUATA (OK)	
⑨ MATERIALE CON DATA DI CONSEGNA DI TRASPORTO	PERCENTUALE MATERIALE NEL MISCELAMENTO È NEL TERZO UGELLO		MATERIALE CON FACILITÀ DI FORMAZIONE POLVERE								UFFICIO DEPOSITO MATERIALE	FRISO	WK 50	RESISTORI RICEVUTE (OK)	
⑩ //	//		//								UFFICIO DEPOSITO MATERIALE	FRISO	WK 50	RESISTORI RICEVUTE (OK)	
⑪ % UGELLI MATERIALE TROVA ACTA	1° UGELLO MATERIALE TROVA ACTA		1° UGELLO MATERIALE TROVA ACTA								UFFICIO DEPOSITO MATERIALE	FRISO	WK 50	RESISTORI RICEVUTE (OK)	

Figura 4.17 - 5Whys per kaizen 03612020 (foto)

Incompatibilità tra PMMA e antiurto

Questo problema è stato affrontato sotto due punti di vista differenti: il **miscelamento omogeneo** e la **diversa temperatura di essiccazione**.

Per quanto riguarda il primo aspetto, ci si riferisce alla Tabella 4.1, che ne ripercorre lo schema di risoluzione dei 5 perché.

PERCHÉ?	
1	Incompatibilità tra PMMA e antiurto.
2	Miscelamento avviene all'interno della vite di plastificazione.
3	Il fornitore consegna il PMMA HT con 5% di antiurto in granuli.
4	Non è prevista la consegna del PMMA già estruso con antiurto
S	Prova con materiale PMMA omogeneo (estruso)

Tabella 4.1 - 5Whys: incompatibilità tra PMMA e antiurto

La diversa temperatura di essiccazione invece, è stata affrontata seguendo lo schema riportato in Tabella 4.2, anch'esso terminatosi con una prova di materiale alternativo.

PERCHE'?	
1	Incompatibilità tra temperature di essiccazione di PMMA e antiurto.
2	Il PMMA HT deve essiccare a 90-100°C, mentre l'antiurto a 80°C.
3	Caratteristiche standard del materiale.
4	Risoluzione cricche nello shock termico.
S	Prova con materiale PMMA senza antiurto

Tabella 4.2 - 5Whys: incompatibilità tra le temperature di essiccazione di PMMA e antiurto

Percentuale umidità troppo alta

Come spiegato in precedenza, l'umidità eccessiva è causa di un raffreddamento locale del materiale in prossimità del punto d'iniezione. Ciò porta alla formazione di un punto freddo, che determina una sottrazione di calore al flusso di materiale iniettato. Questo perciò, non avrà più le caratteristiche di omogeneità e isotropia proprie del PMMA originale, e andrà a formare così le sfiammature.

In Tabella 4.3 è proposto lo schema di risoluzione di questo problema attraverso il metodo a cascata dei 5 perché.

PERCHE'?	
1	Percentuale di umidità troppo alta.
2	L'impianto di deumidificazione non sottrae umidità in tempo utile affinché il materiale sia idoneo allo stampaggio.
3	Impianto di deumidificazione obsoleto e non efficiente.
4	Impianto di deumidificazione da revisionare e aggiornare.
S	Aggiornamento impianto di deumidificazione

Tabella 4.3 - 5Whys: percentuale di umidità troppo alta



PERCHE'?	
1	Percentuale di umidità troppo alta.
2	I forni principali non hanno la capacità di essiccare il materiale in 4 ore
3	I dryer non sono efficienti.
4	I dryer sono da aggiornare
S	Aggiornamento dryer

Tabella 4.4 - 5Whys: percentuale di umidità troppo alta

Materiale con alta percentuale di polveri di trasporto

La lunghezza del sistema di alimentazione è causa, non solamente per questo prodotto o per questa pressa, di materiale inquinato che finisce prima in tramoggia, poi in vite di plastificazione e infine all'interno del prodotto finale. Le tabelle seguenti forniscono lo schema seguito per la risoluzione.

PERCHE'?	
1	Materiale con alta percentuale di polveri di trasporto.
2	Frizione del materiale nel miscelamento e nel trasporto.
3	Circuito di alimentazione eccessivamente lungo
S	Bypass del sistema di alimentazione attuale

Tabella 4.5 - 5Whys: materiale con alta percentuale di polveri di trasporto

PERCHE'?	
1	Materiale con alta percentuale di polveri di trasporto.
2	Pulizia tramogge durante il cambio materiale non garantita.
3	Il cambio stampo non è normato da una <i>checklist</i> chiara e ufficiale.
S	Creazione checklist e SOP per la pulizia tramogge

Tabella 4.6 - 5Whys: materiale con alta percentuale di polveri di trasporto

4.3. DO

Le soluzioni trovate attraverso le 5Whys sono state di volta in volta attuate, compatibilmente con i tempi necessari e la fattibilità di ognuna.

4.3.1. Incompatibilità tra PMMA e antiurto

In risposta ai risultati del 5Whys relativo al materiale, sono state eseguite le prove con due tipi di PMMA alternativi alla soluzione attuale, le quali se avessero dovuto avere esito positivo, sarebbero state adottate come soluzioni standard.

Sono dunque state eseguite le prove di shock termico sul **PMMA senza antiurto** e sul **PMMA estruso**, quest'ultimo composto da grani, ognuno dei quali è omogeneamente composto da PMMA e antiurto (la soluzione attuale invece prevede la presenza di grani di PMMA e separatamente grani di antiurto).

		TEST REPORT PORSCHE F03612-3xxx 991 RL SAE UK	DOCUMENT ID DATE PAGE SPECIFICATION/RELEASE	5040_F03612- 3xxx_K-12 12/01/2017 - 8 - K-12 VW8000/2013						
<h2>ANNEX</h2>										
<table border="1"> <thead> <tr> <th>(NAME)</th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Object x</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Remark</td> <td> <p>Test condition :</p> <p>Samples are stored at Tmax 95°C for 30 min without function</p> <p>transition duration: < 4 s (for manual transition of Rear Lamp between temperature storage and splashing)</p> <p>transition duration: after every cycle < 2 min. (for manual transition of Rear Lamp between splashing and temperature storage, necessary to perform the visual check of welding profile)</p> <p>- test fluid: de-ionized water; - water temperature: from 3 °C to 5 °C; - water flow: between 3 l for 6/7 s (splash duration); - distance between shower and DUT surface: (300 mm) water shall be applied over the complete width of the Rear Lamp by water shower, the water go to the DUT by gravity - operating modes: no function - orientation of the Rear Lamp : as in the vehicle with Fixture assembly</p> </td> </tr> </tbody> </table>					(NAME)		Object x		Remark	<p>Test condition :</p> <p>Samples are stored at Tmax 95°C for 30 min without function</p> <p>transition duration: < 4 s (for manual transition of Rear Lamp between temperature storage and splashing)</p> <p>transition duration: after every cycle < 2 min. (for manual transition of Rear Lamp between splashing and temperature storage, necessary to perform the visual check of welding profile)</p> <p>- test fluid: de-ionized water; - water temperature: from 3 °C to 5 °C; - water flow: between 3 l for 6/7 s (splash duration); - distance between shower and DUT surface: (300 mm) water shall be applied over the complete width of the Rear Lamp by water shower, the water go to the DUT by gravity - operating modes: no function - orientation of the Rear Lamp : as in the vehicle with Fixture assembly</p>
(NAME)										
Object x										
Remark	<p>Test condition :</p> <p>Samples are stored at Tmax 95°C for 30 min without function</p> <p>transition duration: < 4 s (for manual transition of Rear Lamp between temperature storage and splashing)</p> <p>transition duration: after every cycle < 2 min. (for manual transition of Rear Lamp between splashing and temperature storage, necessary to perform the visual check of welding profile)</p> <p>- test fluid: de-ionized water; - water temperature: from 3 °C to 5 °C; - water flow: between 3 l for 6/7 s (splash duration); - distance between shower and DUT surface: (300 mm) water shall be applied over the complete width of the Rear Lamp by water shower, the water go to the DUT by gravity - operating modes: no function - orientation of the Rear Lamp : as in the vehicle with Fixture assembly</p>									



Figura 4.18 - Test di shock termico sui 2 diversi tipi di PMMA

MATERIALE	Mano sinistra (pezzi OK/tot)	Mano destra (pezzi OK/tot)	Esito
PMMA no antiurto	28%	38%	
PMMA estruso	100%	56%	

Tabella 4.7- Risultati test shock termico

Purtroppo, l'esito dei test ha dato risultati abbondantemente negativi nel caso del PMMA senza antiurto, e non sufficienti per il PMMA estruso. Tali soluzioni sono state dunque scartate.

4.3.2. Percentuale di umidità troppo alta

Un'altra soluzione al 5Whys è stato l'aggiornamento dell'impianto di deumidificazione. A tal proposito, è stato installato, durante la WK 49, un nuovo forno a bordo pressa, il **forno di mantenimento Moretto da 150 kg**, in grado di mantenere il materiale nello stato richiesto di 90 °C, in sostituzione a quello vecchio e obsoleto di capienza minore, ed è stata installata inoltre una **nuova tramoggia deumidificante Moretto** di ultima generazione, anch'essa in grado di soddisfare le temperature richieste dal processo.



AGGIORNAMENTO IMPIANTO DI
DEUMIDIFICAZIONE

Figura 4.19 - Nuovo impianto di deumidificazione Moretto

In Figura 4.20 è possibile avere una chiara visione sulle migliorie apportate da Moretto al nuovo modello di forno di mantenimento: la distribuzione di temperatura è molto più omogenea e la sua stratificazione è opportunamente controllata, così come per il flusso di materiale.

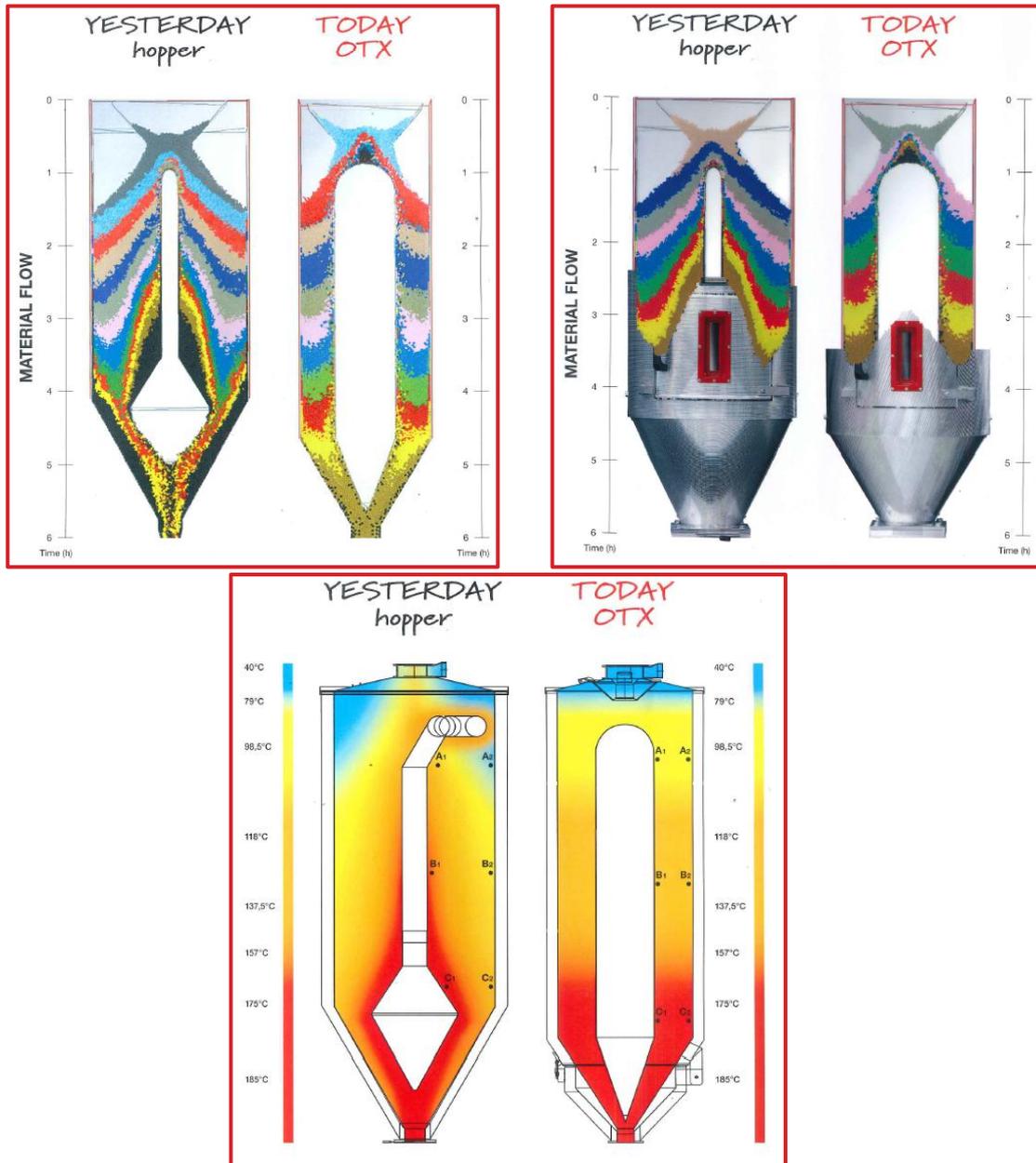


Figura 4.20 - Forno di mantenimento "hopper" vs "OTX"

Nonostante questo upgrade, durante la prima settimana di prova, in cui i tempi di essiccazione erano rimasti gli stessi, non si sono potuti apprezzare cambiamenti positivi sul *trend* degli scarti per sfiammature, come ben visibile in Figura 4.21.

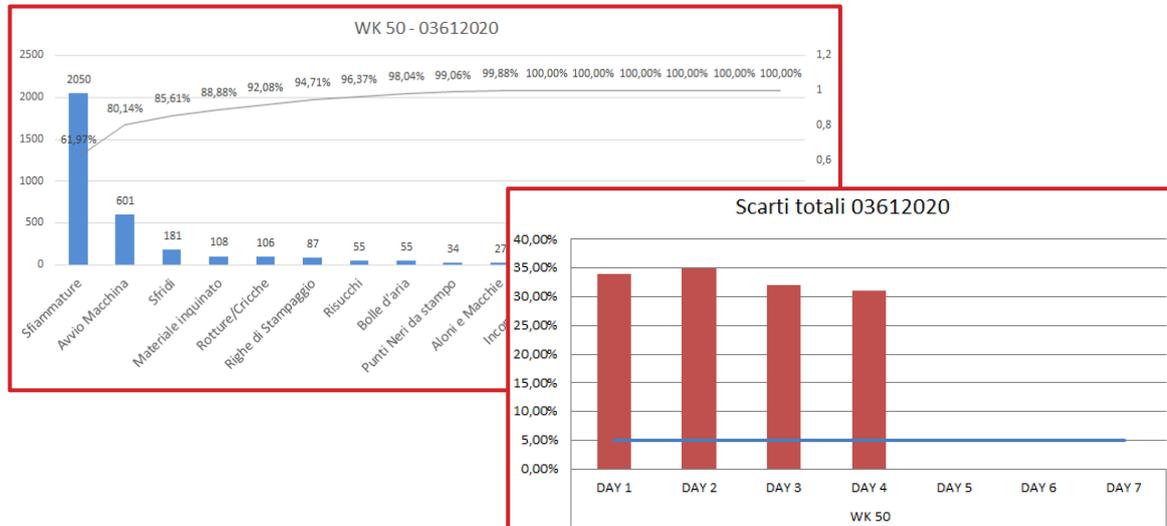


Figura 4.21 - Trend scarti WK 50 per 03612020

Nota questa invariabilità nei risultati, si è perciò pensato che i tempi di essiccazione non fossero sufficienti per garantire un'umidità pari a 0.0% del materiale. Si è perciò aggiornato il 5Whys con la seconda **soluzione**, quella dimostratasi poi **vincente**: poiché i dryer del forno principale, anch'essi datati e non più efficienti, non riuscivano a portare il materiale a completa essiccazione in un tempo utile di 8 ore (4 ore di preriscaldamento e 4 di essiccazione completa), si è pensato di **umentare il tempo di essiccazione del materiale fino a 30 ore**. Il consumo orario di PMMA era pari a **20 kg/h**, per cui la capacità di stoccaggio sarebbe dovuta salire fino a **600 kg**. Data la capacità di 250 kg per ogni forno principale, si è deciso di provare a **utilizzare 3 forni in serie**, in aggiunta al forno di mantenimento a bordo pressa.

Il risultato ottenuto, esposto nella sezione CHECK, è stato sorprendente: il valore degli scarti, nonostante non fosse completamente pari a zero, **era scesa sotto il target del 5%**, dopo quasi un anno di produzione con una soglia minima di 20%.

Questa soluzione finale, dopo una fase di CHECK di qualche settimana, ha decretato la chiusura di questo *major kaizen*, al quale non restava che la fase di standardizzazione dei risultati.

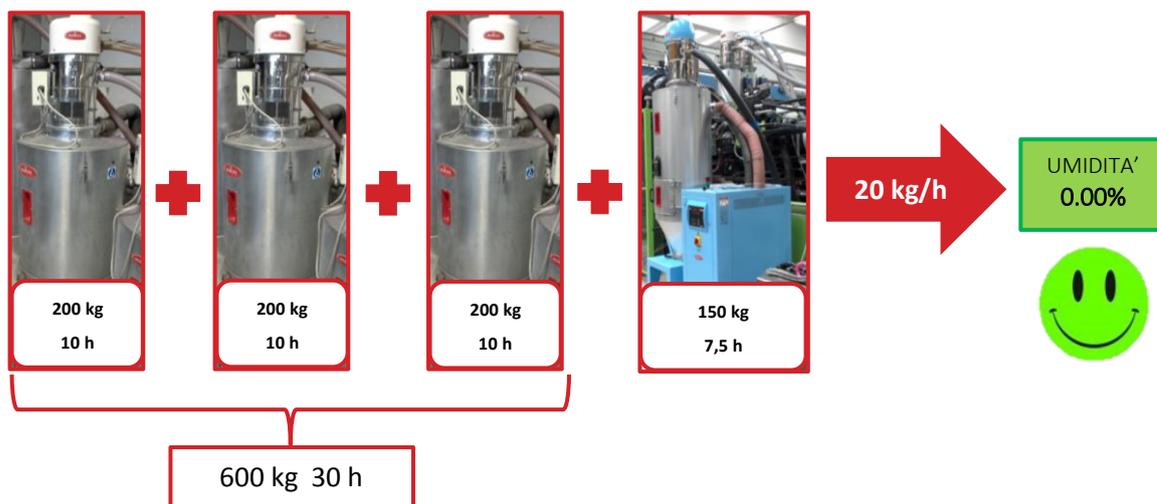


Figura 4.22 - Schema risoluzione major kaizen 03612020

4.3.3. Materiale con alta percentuale di polveri di trasporto

Avendo risolto il problema con la soluzione prima descritta di forni in serie, l'opzione di inquinamento del materiale è passata in secondo piano, questo anche per via dei risultati negativi di una prova eseguita durante la WK 50, prima dell'utilizzo dei forni in serie, atta a dimostrare la veridicità della causa radice legata all'inquinamento.

La prova consisteva nel riempire manualmente il forno a bordo pressa di materiale, in precedenza essiccato nei forni principali, dopo aver accuratamente pulito la tramoggia, in modo tale da escludere qualsiasi influenza dei condotti di alimentazione in PVC, e di monitorare poi gli scarti dovuti a sfiammature.

Come già detto in anteprima, i risultati sono stati comunque insoddisfacenti: le sfiammature continuavano a fare da padrona tra le voci di scarto, e la pressa comunque aveva un tenore di scarti superiore al 20%.

Si è abbandonata perciò questa ipotesi e ci si è concentrati sul fattore umidità, con i conseguenti risultati positivi visti in precedenza.

4.4. CHECK

4.4.1. Raggiungimento del target

Questa penultima fase è stata portata avanti in parallelo alla fase DO, poiché ciascun'azione correttiva intrapresa, venuta alla luce dal PLAN, doveva essere verificata in itinere, a conferma della sua bontà. I grafici mostrati prima sono, infatti, una prova di quanto detto.

Si è già detto prima che l'unica soluzione che abbia portato risultati concreti sia stata l'utilizzo di forni in serie per l'essiccamento del materiale, il quale, come si può vedere dal grafico riassuntivo proposto in Figura 4.23, ha decretato un impressionante abbassamento del tenore di scarti.

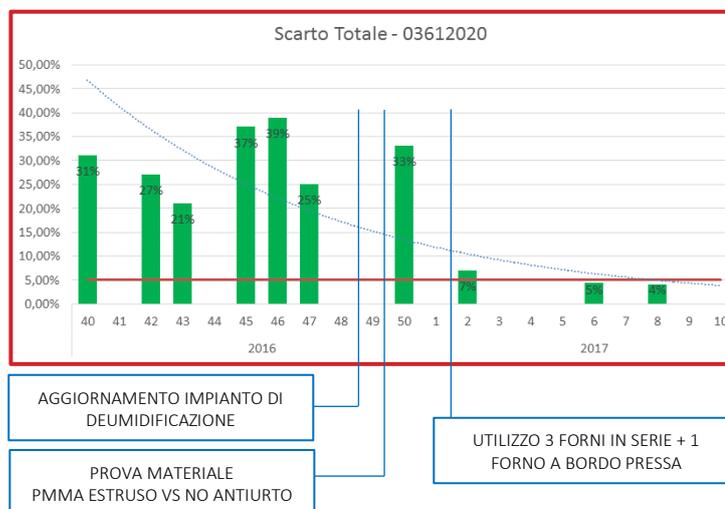


Figura 4.23 - CHECK: trend scarto totale 03612020

Grazie a questa soluzione, si è riusciti a scendere sotto il target previsto di 5% di scarto totale. Il *major kaizen* poteva dirsi quindi risolto con successo, e per quantificare tale risultato positivo, in questa fase si è redatto il B/C, cioè il rapporto benefici/costi.

4.4.2. Benefici/costi

Il calcolo del rapporto è stato condotto dal *team kaizen*, con l'aiuto del *Cost Deployment*, ed è stato eseguito valutando il costo di ciascun pezzo stampato. Esso è stato poi moltiplicato per il numero di scarti per sfiammature avuti in un anno di produzione, ottenendo così il loro valore monetario. Al risultato ottenuto è stato poi sottratto il valore in euro degli scarti per sfiammature che si sarebbe avuto, nello stesso anno, nel caso la percentuale di scarti fosse stata esattamente pari al target del 5% prefissato. In questo modo sono stati ottenuti i benefici del *major kaizen*.

Nella voce dei costi, invece, è stata introdotta solamente la spesa del nuovo impianto di deumidificazione, nonostante si debba tenere conto, a rigore, anche delle ore spese dai lavoratori del *team kaizen* nelle sedute di *brainstorming*.

Nella seguente tabella è riepilogato quanto detto sopra, e da essa si può notare un rapporto benefici/costi molto positivo, pari a 2,5.

TABELLA B/C	
Quantità totale scarti per sfiammature in 1 anno	18339
Costo al pezzo	€ 2,16
Valore scarti	€ 39.612,24
Quantità target scarti per sfiammature in 1 anno	5945,45
Valore scarti target	€ 12.842,17
Benefici	€ 26.770,07
Costo IMPIANTO DI DEUMIDIFICAZIONE	€ 10.500,00
B/C	2,55

Tabella 4.8 - Tabella benefici/costi

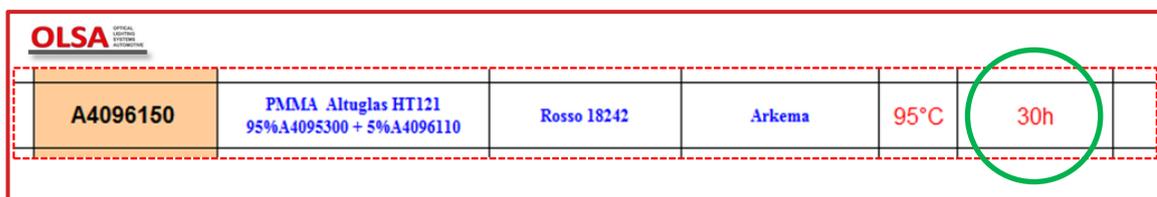
4.5. ACT

L'ultima sezione del *kaizen* è dedicata alla standardizzazione delle soluzioni al problema originario, in modo tale che non si verifichi in futuro, o quantomeno si possa più facilmente intervenire in caso esso debba ripresentarsi.

4.5.1. Aggiornamento tempo di deumidificazione materiale

La prima standardizzazione, la più importante, è riferita al tempo di deumidificazione del materiale all'interno dei forni principali. Esso è stato prontamente aggiornato dal responsabile del magazzino materie prime all'interno del database aziendale, così da tramandare l'informazione a chi in futuro dovrà ricoprire il ruolo che oggi lui detiene.

In Figura 4.24 è proposto un estratto dal database aggiornato del magazzino materie prime di OLSA.



OLSA					
A4096150	PMMA Altuglas HT121 95%A4095300 + 5%A4096110	Rosso 18242	Arkema	95°C	30h

Figura 4.24 - Estratto del database materie prime OLSA

4.5.2. Creazione checklist pressa

Si è pensato poi, di introdurre un documento ufficiale, una *checklist*, da utilizzare come guida, in caso di presenza di sfiammature, al fine di individuarne più rapidamente possibile la causa e poter così intervenire prontamente per la risoluzione del problema.

In questo modo, anche il tecnologo o il capoturno meno esperto in futuro sarà in grado di riconoscere il malfunzionamento della pressa, e di agire repentinamente per evitare che troppi pezzi siano scartati.



OLSA OFFICIAL LIGHTING SYSTEMS AUTOMOTIVE		CHECKLIST PRESSA
PROBLEMA	Sfiammature	
Il componente deve essere stampato rispettando la scheda parametri impostata con caratteristiche materia prima definite dal fornitore. In caso si presenti il problema seguire la seguente checklist		
1	Verificare la % di umidità residua sulla materia prima nella tramoggia	
2	Verificare corretto funzionamento delle resistenze e termocoppie del cilindro e il corretto posizionamento delle stesse	
3	Verificare la presenza di trafilamento materiale tra boccola e ugello	
4	Verificare presenza trafilamento materiale tra ugello e testata.	
5	Verificare l'assenza di materiale metallico nell'ugello	
6	Verificare corretto funzionamento degli otturatori (verificare correttezza della connessione pneumatica)	
7	Verificare presenza di materiale in eccesso in zona otturatore	
8	Verificare posizionamento quota cuscino	
9	Verificare la velocità di iniezione secondo scheda parametri	
10	Verificare la temperatura di plastificazione	
11	Verificare temperatura camera calda (tutte le zone sotto controllo)	
12	Verificare se le connessioni elettriche siano state collegate nel modo corretto.	

4.5.3. SOP pulizia tramoggia e ciclo cambio stampo

Poiché sono emerse altre problematiche durante il *kaizen*, oltre alle sfiammature, come per esempio la **presenza di materiale inquinato** dovuto alla troppo aleatoria pulizia della tramoggia, si è pensato di creare anche in questo caso 2 documenti ufficiali, una **SOP** e una **checklist**, per facilitare il lavoro degli operatori durante il cambio stampo, la parte più critica sotto il punto di vista della preservazione delle condizioni della materia prima.

La **checklist** è stata redatta in simbiosi con il progetto SMED, di cui si è già parlato in precedenza, e si compone di una serie di azioni schedate e suddivise in 2: le azioni che deve intraprendere l'operatore rosso e quelle che invece deve eseguire il blu. In questo modo, gli operatori possono lavorare sul

cambio stampo in parallelo, e ridurre notevolmente i tempi, che è per l'appunto l'obiettivo del *Single Minute Exchange of Die*.

La chiarezza delle operazioni da seguire durante il cambio stampo, porta ad annullare eventuali iniziative personali dell'operatore che possono portare alla formazione di materiale inquinato o degradato (come la pulizia del cilindro in presenza di PMMA o lo spegnimento prematuro dei termoregolatori).

CICLO CAMBIO STAMPO						
	Cod	Descrizione Attività	Operatore	Operatore	SOP	NOTE
OED	10	Consultazione Programma cambi stampo				
	20	Prelievo documentazione stampo				
	30	Trasferimento carrello degli attrezzi a bordo pressa				
	40	Schieramento attrezzi necessari su carrello				
	50	Trasferimento carroponete a bordo pressa				
	60	Verificare la presenza del Lancio commessa				
	70	Richiedere all'addetto Materie prime l'abbinamento Pressa-Forno				
	80	Ricerca dello stampo				
	90	Prelievo mano di presa				
	100	Prelievo centrale canale caldo/termoregolatore				
	110	Posizionamento a bordo pressa del prodotto per pulizia vite				
	120	Richiesta materiali per imballaggio al Logistico di reparto				
	130	Scollamento aspirazione materia prima dello stampaggio in corso e attesa arresto pressa per allarme mancanza materiale				
	140	Abbassamento temperature termoregolatore				
	150	Spegnimento termoregolatori				
	160	Ritiro vecchia documentazione				
	170	Spegnimento camera calda --> MACCHINA IN ALLARME				
	180	Allontanamento carro				
	181	Spurgo vite				
190	Svuotamento bidoni dell'acqua					
200	Pulizia del cilindro				Da non effettuare se PMMA --> PMMA	
210	Scarico pressione martinetti					
220	Apertura cancelli					
230	Introduzione mano di presa					
240	Scollamento totale impianti PARTE FISSA					
250	Scollamento totale impianti PARTE MOBILE					
260	Rimozione mano di presa					
270	Collegamento mano di presa nuova					
280	Uscita dalla pressa					
290	Calare il carroponete sopra i golfari					
300	Chiusura stampo					
310	Apertura cancello					
320	Attacco spina magneti					
330	Agancio carroponete allo stampo					
340	Messa in tiro carroponete					
350	Chiusura staffa salvastampo					
360	Uscita dalla pressa					
370	Pulizia generale					
380	Chiusura cancello					
390	Smagnetizzazione stampo					
400	Apertura pressa					
410	Chiamata memoria stampo nuovo					
420	Sollevamento stampo con carroponete					
430	Verifica temperature (vecchie e nuove) del cilindro					
440	Disinserimento martinetti					
450	Mettere in modalità "montaggio stampo" la pressa					
460	Cambio mano di presa					
470	Apertura cancello					
480	Abbassamento stampo in pressa					
490	Centrata stampo					
500	Chiusura cancello					
510	Ricerca spessore stampo					
520	Magnetizzazione piani magnetici					
530	Apertura cancello					
540	Rimozione cavi piani magnetici					
550	Apertura staffa salva stampo					
560	Chiusura cancello					
570	Sgancio carroponete + allontanamento					
580	Apertura stampo					
590	Apertura cancello					
600	Entrata nella pressa					
610	Collegamento impianti PARTE FISSA					
620	Collegamento impianti PARTE MOBILE					
630	Uscita dalla pressa					
640	Accensione termoregolatori					
650	Operatore ROSSO si sgancia					
660	Inserimento martinetti					
670	Verifica corretto funzionamento camera calda					
680	Verifica corretto funzionamento otturatore					
690	Verifica corretto funzionamento acqua termoregolatori					
700	Attesa raggiungimento temperatura stampo					
710	Avviamento					

Figura 4.26 - Checklist cambio stampo pressa 41

Affinché la pulizia tramoggia sia eseguita correttamente e senza iniziative dell'operatore che possono intaccare la sterilità della materia prima, è stata poi redatta una **SOP** (*Standard Operative Procedure*), comunicativamente molto chiara, la quale è stata esposta agli operatori dal formatore, il capoturno, e poi firmata da ognuno di essi, per così sancire il loro impegno a rispettarla.

OLSA	R3M176r0	Procedura Operativa Standard (SOP - Standard Operating Procedure)	Stabilimento:	MONCALIERI
SOP No : 111/2016 14/12/2016	del	Nome Attività/Operazione: FREQUENZA PULIZIA TRAMOGGIA	Area:	STAMPAGGIO
			Prodotto:	PRESSA 41
			Compilatore:	AUDISIO A.

1	SCARICARE MATERIALE DALLA TRAMOGGIA DURANTE FERMO	2	PULIZIA TRAMOGGIA E FILTRI DA ACCUMULO POLVERI TRAMITE ASPIRATORI
----------	--	----------	--

	
--	---

Figura 4.27 - SOP frequenza pulizia tramoggia

5. Conclusioni

In data 23 marzo 2017, OLSA è stata oggetto dell'*audit* per l'acquisizione del titolo di azienda *World Class*.

Per tale occasione, essa ha investito molti sforzi, economici e in termini di tempo e risorse umane. Era, infatti, da un paio di anni che il motore del WCM si era acceso al suo interno, e questo ha contribuito a cambiare profondamente ogni sistema radicatosi nell'arco di decenni di produzione secondo il vecchio stampo produttivo.

Per questo evento, ciascun *pillar* ha dovuto presentare il proprio operato di fronte all'*auditor*, il quale avrebbe poi deciso se assegnare un punto al pilastro che lo meritasse.

L'impianto è valutato per ogni metodologia con un punteggio compreso tra 0 e 5. La valutazione complessiva dell'impianto è sintetizzata in un indicatore chiamato **Index Implementation Methodology (IIM)**, ottenuto come la somma di tutti i livelli raggiunti nell'implementazione di ciascuna metodologia.



Figura 5.1 - Sistema di classificazione di aziende World Class secondo l'IIM



Il *major kaizen* sulle sfiammature della lente Porsche 911 è stato presentato ufficialmente come metodologia *kaizen* del *Quality Control*, e si può dire abbia contribuito all'ottenimento dei punti per il relativo pilastro, nel quale ho avuto il piacere di militare durante il mio stage.

Complessivamente, OLSA è riuscita a guadagnare 17 punti, ancora lontani dai 50 di una azienda WCM di classe bronzo, ma comunque molto gratificante come ingresso in questo sistema.

E' stata un'importante conquista da parte di OLSA, che ora può ambire a crescere ulteriormente e con più vigore nel mondo del *World Class Manufacturing*, e, grazie a esso, nell'industria dell'autoveicolo, in cui sempre più attori decidono di prendere parte vestendo i panni di azienda *World Class*.

E' stata però, un'importante conquista anche per me, poiché la gestione di un *major kaizen* così complesso e strategicamente importante come quello della lente Porsche, ha reso possibile la mia crescita personale e professionale, fornendomi capacità di *problem solving* che prima non potevo dire di avere, e introducendomi nel mondo del *World Class Manufacturing*, il presente ma soprattutto il futuro dell'industria 4.0.





6. Bibliografia

Banks, Jerry. 1989. *Principles of quality control*. New York : John Wiley & Sons, Inc., 1989.

Brusa, Luigi. 2016. Un caso di piano strategico: il caso OLSA. *Business plan: Guida per imprese sane, start-up e aziende in crisi*. Milano : Egea SpA, 2016.

Ca., C. 2013. La rivoluzione "snella" di Toyota. *www.ilsole24ore.com*. [Online] 17 settembre 2013. [Riportato: 11 maggio 2017.] <http://www.ilsole24ore.com/art/motori/2013-09-17/la-rivoluzione-snella-toyota-110922.shtml?uuid=ACP8QusB>.

CNH Industrial. 2013. AG CNH WCM SPECIAL ACTION. 2013. [Workpaper].

—. **2014.** Autonomous Maintenance Standard Book of Knowledge. 2014. [Workpaper].

—. **2011.** Basics of Process Capability. 2011. [Workpaper].

—. **2015.** FI Book of Knowledge. 2015. [Workpaper].

—. **2014.** QC Book of Knowledge. 2014. [Workpaper].

ISMEL - Istituto per la memoria e la cultura del lavoro dell'impresa e dei diritti sociali. Banca Dati: OLSA S.P.A. <http://www.impreseneltempo-torino.it/>. [Online] [Riportato: 13 aprile 2017.] http://www.impreseneltempo-torino.it/db/pdf_mod.php?nread=441.

JMAC Toranomaki. 2008. *Kaizen. Miglioramento continuo e strumenti principali*. Milano : JMA Consultants Europe SpA, 2008.

Lanciai, Ing. Marco. 2013. Controllare e ridurre sistematicamente i costi tramite la World Class Manufacturing. Vicenza : Camera di Commercio Vicenza, 2013. [Work Paper].

Mal., A. 2011. Olsa, da Torino a Shangay per dare i fanali a BMW. [Online] 2 aprile 2011. [Riportato: 13 aprile 2017.] <http://www.ilsole24ore.com/art/economia/2011-04-02/olsa-torino-shanghai-dare-081545.shtml?uuid=ABT3GxY>.

Monden, Yasuhiro. 2012. *Toyota Production System. An Integrated Approach to Just-In-Time*. New York : CRC Press, 2012.



Ohno, Taiichi. 1988. *TOYOTA PRODUCTION SYSTEM: Beyond Large-Scale Production.* New York : Productivity Press, 1988. (Toyota seisan hoshiki, 1978).

OLSA Parts S.r.l. Azienda: Chi Siamo. *www.olsagroup.com.* [Online] [Riportato: 13 aprile 2017.] <http://www.olsagroup.com/olsaparts/index.php/it/chi-siamo/>.

OLSA Parts S.r.l. Prodotti: Catalogo OLSA Parts 2014. *www.olsagroup.com.* [Online] http://www.olsagroup.com/olsaparts/images/cat_olsaparts2014.pdf.

OLSA SpA. Company: Mission & History. *www.olsagroup.com.* [Online] [Riportato: 13 aprile 2017.] <http://www.olsagroup.com/index.php/history/>.

Pino, Mauro Francesco. 2016. *World Class Manufacturing Overview.* Betim : FCA, 2016. [Work Paper].

Schonberger, Richard J. 1986. *World Class Manufacturing. The lessons of simplicity applied.* New York : THE FREE PRESS, 1986.

Womack, James P. e Jones, Daniel T. 1997. *Lean Thinking. Come creare valore e bandire gli sprechi.* [trad.] Alberto Poli. Milano : Angelo Guerini e Associati SpA, 1997. (Lean Thinking, 1996).

Womack, James P., Jones, Daniel T. e Roos, Daniel. 1993. *La macchina che ha cambiato il mondo.* [trad.] Antonio Bellomi. Milano : Rizzoli, 1993. (The machine that changed the world, 1990).



7. Ringraziamenti

Se sono riuscito ad arrivare fin qui con fatica e sudore, al termine del mio viaggio, è grazie non alle mie sole forze, ma alle persone che mi hanno accompagnato fino a oggi, e che mi sono state vicine anche nei momenti bui, in cui la luce che vedo oggi sembrava così lontana.

Grazie ai miei genitori, sostenitori morali ed economici di questo cammino, che mi han sempre spronato a non mollare, a studiare e a darci dentro fino alla fine, e che addirittura mi hanno premiato in anticipo, come augurio. Senza di loro sicuramente non sarei qui oggi.

Grazie alle mie nonne, e alle loro esagerate preghiere che finalmente si sono avverate.

Grazie a Miky, la sorella maggiore che tutti dovrebbero avere e con cui ho avuto l'onore di condividere questa vita, e a Vale, il mio maestro di chitarra e il mio "cognato" preferito.

Grazie a Lele, compagno di una vita, con il quale non è possibile sentire le centinaia di chilometri che ci separano.

Grazie a Ghibba e Benni, presenti col cuore anche se dall'altra parte del mondo.

Grazie a Ste, e per il suo prendere la vita con il sorriso come faccio io, e a Sara per la sua dolcezza.

Grazie a Beppe, e la sua tranquillità e la sua sicurezza nell'affrontare le situazioni, e ad Eli per la sua spensieratezza che sempre mi trasmette.

Grazie ad Ale, compagno fedele di una vita, sul quale so di poter sempre contare, e ad Ali per la sua gentilezza nel dare i consigli migliori.

Grazie a Moli, il buon vecchio Spark, che so esserci sempre, anche se milanese.

Grazie a Mozza, la mia migliore amica, che mi ha teso la mano nei momenti difficili.

Grazie Jae, che anche se parigina, rimarrà per sempre la mia cara e vecchia Joy.

Grazie ad Alessandro e Alice, amici purtroppo da meno tempo, ma già incredibilmente vicini.

Grazie al mio compagno di scorribande, mio zio Ino, divenuto mio fratello negli ultimi tempi.

Grazie a Simo, il mio pizzaiolo di fiducia, divenuto mio amico fedele nell'ultimo periodo.



Grazie a tutti i miei amici che qui non ho citato, che comunque mi hanno dato un pezzo di loro durante le mie disavventure, come Curlo e Ali, o Mari e Ste, con i quali ci vediamo pochissime volte ahimè.

Infine, grazie a te, Alexia, amore della mia vita. E' il ringraziamento più difficile da fare, poiché nell'ultimo periodo, quello più importante e conclusivo, non ci sei stata. Non posso però non ringraziarti di quanto mi hai sempre dato, di quanto tu mi sia stata vicina nei momenti bui del mio percorso, e credimi se dico che senza di te, non sarei qui oggi.