

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA
DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA INDUSTRIALE
CORSO DI LAUREA MAGISTRALE IN INGEGNERIA DELLA SICUREZZA
CIVILE E INDUSTRIALE

**Tesi di Laurea Magistrale in
Ingegneria della Sicurezza Civile e Industriale**

**Integrazione tra sistemi di gestione per la sicurezza e
pensiero snello: teoria ed esempi reali**

Relatore: Ch.mo Prof. Roberto Panizzolo

Laureando: ALESSANDRO BASEGGIO

ANNO ACCADEMICO 2017 – 2018

*Non possiamo pretendere che le cose cambino,
se continuiamo a fare le stesse cose
(Albert Einstein)*

Ringraziamenti

A conclusione di questo percorso desidero ringraziare il Prof. Giuseppe Maschio per aver proposto, sostenuto e fatto nascere questo nuovo Corso di Laurea che, a due anni dall'avvio, sembra aver destato un interesse degno della proposta.

Un ringraziamento anche al Relatore, Prof. Roberto Panizzolo, per aver voluto accogliere questa sfida e per avermi supportato con pazienza, spirito critico e curiosità nella stesura di questo lavoro. È stato un piacere incontrarlo nuovamente a distanza di oltre 15 anni e condividere l'interesse per il Pensiero Snello che mi ha visto iniziare e concludere questo percorso di studi.

Doveroso è un ringraziamento a Speedline srl che si è prestata a supportarmi fornendo i propri casi studio. In particolare nelle figure di Davide Furlan e Michele Vecchiato che mi hanno aperto il loro ufficio, i loro documenti e le loro menti per condividere le informazioni ma, soprattutto, per scambiare le esperienze su un metodo di lavoro.

Per ultimo, ma sicuramente il più importante e significativo, un ringraziamento alla mia famiglia che, in questi due anni, mi ha sostenuto e mi ha regalato il tempo necessario per portare a termine questo progetto. Spero di riuscire prima o poi a ricambiare degnamente i tutti i loro sforzi.

Riassunto

Il presente lavoro prende in considerazione la possibilità di integrare sistemi di gestione della sicurezza e sistemi di gestione della produzione, nella fattispecie l'approccio legato al Pensiero Snello sviluppato da Toyota. In particolare, si vuole determinare se un'applicazione delle tecniche della *Lean Manufacturing* possano produrre effetti benefici non solo sugli indici produttivi ma anche sulle condizioni di salute e sicurezza dei lavoratori.

L'analisi viene effettuata attraverso approcci diversi; in prima battuta è stata eseguita una comparazione teorica tra i requisiti cogenti e volontari derivanti dalla normativa in materia e gli strumenti del Pensiero Snello; tale analisi è stata corredata dai pareri di autori che hanno già sviluppato l'argomento.

La seconda parte, più pratica ed applicativa, ha visto l'analisi dal punto di vista della sicurezza di due casi studio messi a disposizione da Speedline srl, azienda produttrice di ruote per il settore automotive che da alcuni anni ha implementato un percorso verso il Pensiero Snello.

I due casi si riferiscono a progetti di miglioramento continuo orientati nel primo caso alla riduzione delle fermate e nel secondo caso ad un contenimento delle difettosità.

L'analisi pratica ha dimostrato una certa tendenza della *Lean Manufacturing* a migliorare le condizioni di salute e sicurezza, nello specifico attraverso la riduzione dell'esposizione ai rischi nel primo progetto e con una riduzione del carico biomeccanico nel secondo.

Tuttavia, i casi analizzati non possono essere considerati sufficienti per stabilire un nesso di causalità tra Pensiero Snello e miglioramento delle condizioni di sicurezza.

Indice

Introduzione.....	1
Capitolo 1 Inquadramento normativo.....	5
1.1 I sistemi di gestione come strumento per la sicurezza.....	5
1.1.1 I sistemi di gestione per la responsabilità amministrativa.....	9
1.1.2 I sistemi di gestione per le aziende a rischio di incidente rilevante.....	10
1.1.3 I sistemi di gestione come strategia antincendio.....	11
1.2 L'integrazione dei sistemi di gestione.....	12
Capitolo 2 L'approccio snello di Toyota.....	15
2.1 Da Henry Ford a Taiichi Ohno.....	15
2.2 Il Toyota Production System.....	18
2.3 I <i>bundle</i> del TPS.....	20
2.4 I 14 punti chiave di Toyota.....	23
2.4.1 Filosofia a lungo termine.....	24
2.4.2 Il giusto processo produrrà il giusto risultato.....	24
2.4.3 Aggiungere valore all'organizzazione sviluppando collaboratori e partner.....	26
2.4.4 Risoluzione continua dei problemi alla radice per permettere l'apprendimento dell'organizzazione.....	27
2.5 I 5 principi Lean per i sistemi di gestione per la sicurezza.....	28
Capitolo 3 Testo Unico e Pensiero Snello.....	35
3.1 Decreto Legislativo 81/08.....	35
3.2 Hoshin Kanri (o Policy Deployment).....	39
3.3 Coinvolgimento e gestione orizzontale dei gruppi di lavoro.....	44
3.4 Report A3.....	48
3.5 Kaizen Blitz.....	50
Capitolo 4 ISO 45001:2018 e Pensiero Snello.....	53
4.1 Requisiti della ISO 45001.....	53
4.2 Flusso e muda.....	64
4.3 Metodologia 5S.....	68
4.4 Jidoka e Gemba.....	71
Capitolo 5 Allegato 3 del D.Lgs. 105/2015 (Direttiva Seveso III).....	75
5.1 Direttiva Seveso e Pensiero Snello.....	75
5.2 Rispetto per l'uomo.....	80
5.3 TPM (<i>Total Productive Maintenance</i>).....	84
5.4 Analisi delle cause alla radice.....	88
Capitolo 6 Una visione più critica della relazione tra Pensiero Snello e sistemi di gestione della sicurezza.....	93
6.1 I rischi legati alla Lean Manufacturing.....	93
6.2 Just-In-Time e Takt-Time analysis.....	96
6.3 Stress Lavoro-Correlato e fenomeno del Karoshi.....	99
Capitolo 7 L'analisi empirica: il caso Speedline srl.....	105
7.1 Considerazioni sulla teoria.....	105
7.2 Il metodo utilizzato.....	107
7.3 Profilo aziendale Speedline Srl.....	108
7.4 L'approccio snello di Speedline srl.....	110
7.5 Il processo produttivo.....	115

7.6 I casi selezionati.....	117
Capitolo 8 Il progetto “lubrificazione minimale”.....	119
8.1 L’approccio Lean per il miglioramento della produttività.....	119
8.2 La tecnologia della lubrificazione minimale.....	121
8.3 L’analisi dei rischi.....	123
8.4 Conclusioni.....	131
Capitolo 9 Il progetto per la riduzione dei difetti post-verniciatura.....	133
9.1 L’approccio Lean.....	133
9.2 Il metodo OCRA.....	138
9.2.1 Calcolo del numero di azioni tecniche attuali.....	140
9.2.2 Calcolo del numero di azioni tecniche di riferimento.....	142
9.3 Il caso studio.....	150
9.4 Conclusioni.....	161
Conclusioni.....	163
Appendice A.....	167
Appendice B.....	179
Bibliografia.....	185

Introduzione

Nel panorama normativo internazionale sono presenti diversi sistemi di gestione in grado di ottimizzare alcuni aspetti relativi alle attività produttive, siano esse manifatturiere o di processo, all'interno di aziende o di cantieri.

Gli aspetti principali presi in considerazione dai sistemi di gestione, con la possibilità di ottenere anche un certificato emesso Organismo Notificato, riguardano prevalentemente la qualità (ISO 9001 o IATF 16949), il rispetto dell'ambiente (ISO 14001), la sicurezza (prima con OHSAS 18001 ed ora con ISO 45001), la gestione energetica (ISO 50001) e così via.

L'organismo internazionale ha lavorato negli anni scorsi per creare una capacità di integrazione tra i vari sistemi, attraverso il cosiddetto "standard di alto livello" che è stato recepito con le revisioni del 2015 delle norme ISO 9001 e ISO 14001 e sul quale si è basata la stesura delle ISO 45001.

Parallelamente a questi standard formalmente definiti, la storia ha visto lo sviluppo di diversi modelli produttivi, orientati al miglioramento dell'efficienza produttiva. Tra tutti, quello più studiato negli ultimi decenni e legato al Sistema di Produzione Toyota (*TPS – Toyota Production System*).

Produzione e sicurezza sono visti a volte come antagonisti, nel senso che le prescrizioni per garantire l'incolumità dei lavoratori spesso sono considerati degli impedimenti alle pratiche lavorative, in grado di peggiorare la prestazione operativa.

Può capitare anche che chi si occupa di sicurezza non abbia la percezione delle necessità produttive e viceversa.

Ci si chiede quindi se ci sia la possibilità di superare questo tipo di rivalità attraverso un'integrazione sinergica tra sistemi di gestione per la sicurezza, che peraltro sono requisito cogente nella normativa nazionale italiana, e sistemi per la gestione della produzione, in particolare il Pensiero Snello derivato dal Toyota Production System.

Con questo lavoro si vogliono esplorare i requisiti normativi in ambito sicurezza, siano essi cogenti o volontari, ed i fondamenti del Pensiero Snello per capire se esista un comune denominatore.

Inoltre, data l'attenzione della *Lean Manufacturing* (espressione del TPS) alla riduzione delle attività, ci si chiede se l'implementazione di queste tecniche produttive possa portare a dei benefici anche sulla salute e sicurezza dei lavoratori.

La valutazione sarà eseguita prima da un punto di vista teorico, attraverso un confronto tra requisiti normativi e strumenti del Pensiero Snello, anche grazie a studi di letteratura che hanno già affrontato l'argomento.

In un secondo momento, la teoria sarà confutata attraverso l'analisi di due casi studio reali forniti dall'azienda Speedline srl di Santa Maria di Sala (VE).

In particolare, l'azienda ha avviato da alcuni anni un percorso di miglioramento nell'ambito della *Lean Manufacturing*, senza però integrare intenzionalmente la sicurezza.

Verranno quindi presi in considerazione progetti di miglioramento continuo orientati ad incrementare le prestazioni produttive o qualitative e saranno analizzati in relazione al cambiamento degli scenari di rischio per la salute e sicurezza dei lavoratori.

La tesi si articola in nove capitoli e due appendici.

Il primo capitolo inquadra la situazione normativa italiana per quanto riguarda la sicurezza sui luoghi di lavoro e si sofferma in particolare sui requisiti relativi ai sistemi di gestione; rimandando ai capitoli successivi un confronto specifico tra requisiti e strumenti.

Il secondo capitolo descrive la storia che ha portato dalla crisi del sistema Ford-Tayloristico alla crescita della *Lean Manufacturing*, descrive i cinque principi del Pensiero Snello ed i 14 punti chiave del sistema Toyota. Inizia poi a delineare una rilettura dei cinque principi nell'ottica di un sistema per la gestione della sicurezza.

Il terzo capitolo riprende i requisiti normativi del D. Lgs. 81/08, analizzando nel dettaglio gli strumenti in grado di soddisfare la conformità. In particolare, a tal proposito, vengono descritti gli strumenti dell'*Hoshin Kanri*, il coinvolgimento del personale e la gestione orizzontale dei gruppi di lavoro, il *Report A3* ed il *Kaizen Blitz*.

Il quarto capitolo, sulla logica del capitolo precedente, analizza i requisiti della ISO 45001 e descrive il concetto di flusso e *muda* e gli strumenti del 5S, il *Jidoka* ed il *Gemba*.

Il quinto capitolo si dedica al D. Lgs. 105/15 (conosciuto come "Direttiva Seveso") e confronta ancora requisiti e strumenti, descrivendo il *bundle* del rispetto per l'uomo, il *Total Productive Maintenance (TPM)* e l'analisi delle cause alla radice.

Il sesto capitolo prende in considerazione un punto di vista diverso, legato a coloro i quali ritengono che la *Lean Manufacturing* crei dei problemi per la salute e sicurezza dei lavoratori, particolarmente in relazione all'aumento di problemi cardiovascolari o legati allo stress lavoro-correlato.

Il settimo capitolo descrive il passaggio dalla teoria alla pratica, introducendo l'azienda che si è prestata allo scopo, in particolare il suo approccio snello, e le modalità utilizzate per lo studio dei casi specifici.

L'ottavo capitolo riporta il primo caso studio; il progetto è legato ad un cambio di tecnologia nel sistema lubrorefrigerante in una macchina utensile, da tradizionale a minimale, con lo scopo di ridurre le fermate. Su questo ammodernamento viene eseguita una valutazione dei rischi (i cui

dettagli sono presenti nell'Appendice A) per capire quali siano i risultati sotto il piano della salute e sicurezza.

Il nono ed ultimo capitolo descrive il secondo caso, derivato da un processo di rinnovamento di una stazione di controllo qualità al fine di ridurre l'incidenza dei difetti nel prodotto finito. La vecchia e la nuova stazione vengono valutate sotto il profilo dell'ergonomia attraverso il metodo dell'Indice OCRA descritto nella ISO 11228-3.

Capitolo 1

Inquadramento normativo

Il presente capitolo si propone di inquadrare il ruolo dei sistemi di gestione della sicurezza nel panorama normativo italiano, sia attraverso la normativa cogente che attraverso adozioni di standard volontari. Successivamente viene presa in considerazione la possibilità di integrare i sistemi di gestione per la sicurezza con i sistemi di gestione della produzione, in particolare con il Pensiero Snello nato con Toyota.

1.1 I sistemi di gestione come strumento per la sicurezza

All'interno dell'impianto legislativo italiano relativo alla salute e sicurezza sui luoghi di lavoro la valutazione dei rischi gioca un ruolo fondamentale nell'assicurare ai lavoratori una condizione di benessere psico-fisico; ne è conferma il fatto che ai sensi del Decreto Legislativo n. 81 del 9 aprile 2008 "Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro." e successive modifiche ed integrazioni (di seguito indicato come D. Lgs. 81/08), meglio noto come "Testo Unico in materia di Salute e Sicurezza nei luoghi di lavoro", gli obblighi indelegabili da parte del Datore di Lavoro sono la valutazione dei rischi con la conseguente elaborazione del relativo documento e la nomina del Responsabile del Servizio di Prevenzione e Protezione.

Il processo di valutazione del rischio è ben descritto all'interno della norma ISO 31000:2018, ed è rappresentato in Figura 1.1. Come si può notare il percorso si compone di una serie di attività sequenziali che però vengono continuamente reiterate. Il processo inizia con la definizione dello scopo da considerare, definendo i limiti del sistema, lo scopo, gli strumenti da utilizzare, etc. Successivamente si procede con l'identificazione dei rischi; il D. Lgs. 81/08 contempla diverse tipologie di rischi, come ad esempio, la movimentazione manuale dei carichi, descritta al Titolo VI; i rischi legati all'utilizzo di attrezzature impiegate sul posto di lavoro, descritte al Titolo III e nei relativi allegati; la manipolazione di sostanze pericolose per la propria natura chimica o biologica, descritte rispettivamente ai Titoli IX e X.

Si tratta comunque di prendere in considerazione qualsiasi aspetto in grado di arrecare danno alla salute e sicurezza dei lavoratori.

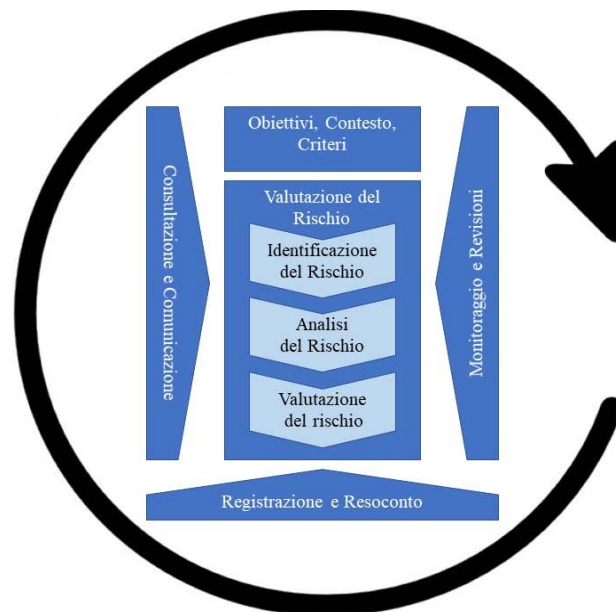


Figura 1.1: Processo di valutazione del rischio secondo ISO 31000

In linea di principio i rischi per la salute e la sicurezza possono essere suddivisi a seconda di criteri diversi.

Un primo modo consiste nel classificare i rischi in base alla fonte di pericolo, come rappresentato in Figura 1.2, distinguendo così rischi di natura infortunistica, responsabili di incidenti ed infortuni e dei potenziali danni conseguenti; rischi di natura igienico-ambientale, responsabili della compromissione dell'equilibrio biologico del lavoratore, e rischi trasversali, identificabili nel rapporto tra lavoratore ed organizzazione in cui è inserito; quest'ultima famiglia viene poi suddivisa in rischi di natura ergonomica, psicologica oppure legati all'organizzazione del lavoro.

Un'alternativa, rappresentata in Figura 1.3, consiste nel classificare i rischi in base alla tipologia di esposizione; si distingueranno in questo modo i rischi convenzionali, o generici, presenti nella quasi totalità degli ambienti di lavoro (ad esempio il rischio fisico del rumore); i rischi specifici, presenti in determinate attività lavorative (ad esempio il rischio biologico) e rischi di natura organizzativa, legati ad una inefficiente organizzazione del lavoro.

Questa prima classificazione fa capire come l'organizzazione derivante dall'implementazione di un sistema di gestione possa influire sulle prestazioni relative alla sicurezza.

Il passo successivo è costituito dall'analisi dei rischi; si cerca quindi di dare un peso al pericolo in base alla probabilità che questo possa creare un danno. Diversi possono essere gli strumenti ed il livello di approfondimento dell'analisi a seconda dell'analisi del contesto.

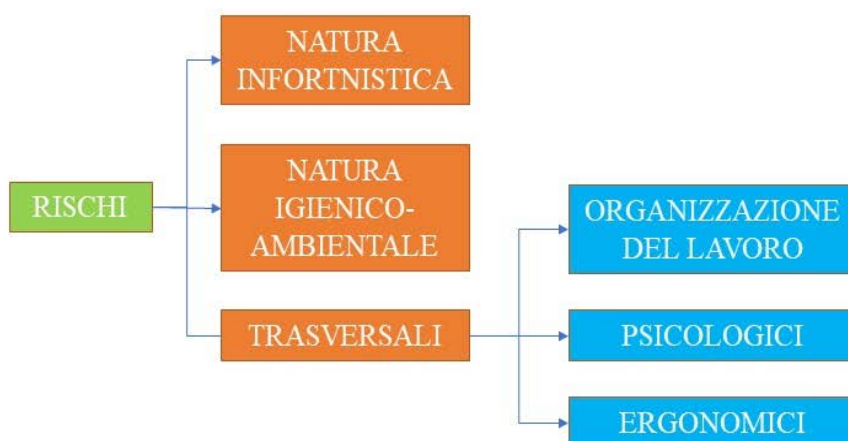


Figura 1.2: Suddivisione dei rischi in base al fattore di pericolo

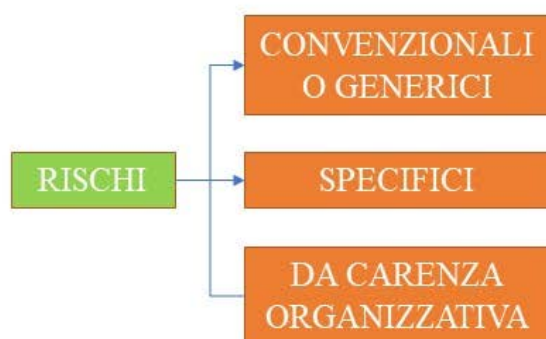


Figura 1.3: Suddivisione dei rischi in base all'esposizione

All'analisi, segue la valutazione del rischio; attività dalla quale scaturiscono le decisioni operative che possono essere:

- il fatto di non procedere oltre in quanto il rischio è stato valutato accettabile;
- la definizione di una strategia per il trattamento del rischio;
- l'opportunità di un ulteriore approfondimento per capire il fenomeno;
- il mantenimento del controllo esistente;
- la necessità di riconsiderare gli obiettivi.

Il processo di valutazione richiede una continua attività di monitoraggio e revisione, in particolare per quanto riguarda l'efficacia del trattamento; le evidenze raccolte vanno registrate per creare una reportistica adeguata al fine di comunicare internamente ed esternamente (se necessario) l'evoluzione del sistema e per fornire indicazioni a chi sia titolato per prendere le decisioni.

La fase di comunicazione e consultazione è fondamentale non solo nella fase attiva, in cui è la direzione a comunicare, ma anche nella fase passiva in cui si raccolgono dagli interessati pareri e suggerimenti sulle aree di intervento e riscontri sui trattamenti eseguiti.

Dalla fase di consultazione si acquisiscono ulteriori elementi per definire il contesto e ricominciare il ciclo.

La valutazione del rischio è un'attività particolarmente delicata e complessa che richiede non solo delle competenze tecniche relative alle operazioni condotte dall'azienda, siano esse in sede oppure in cantiere, ma anche degli elementi di natura organizzativa e comportamentale che vanno ad incidere sulle interazioni tra fonte di pericolo e persona. Esistono diverse tecniche per la valutazione dei rischi, sia di tipo qualitativo che quantitativo, sia di tipo induttivo che deduttivo; sostanzialmente si basano sull'identificazione più o meno accurata della probabilità di accadimento di un evento incidentale e dal danno conseguente al verificarsi dell'evento stesso. Per completezza si possono citare, a titolo esemplificativo senza entrarne nel merito, la tecnica HazOp, FMEA, l'albero dei guasti, metodi ad indici, etc. (Maschio, G., Materiale didattico del corso Analisi del Rischio nell'Industria di Processo, Corso di laurea in Ingegneria della Sicurezza Civile e Industriale, Università degli studi di Padova, A.A. 2016/2017)

Qualora dall'analisi venga evidenziata la necessità di mitigare il rischio, gli approcci possono essere di natura preventiva, agendo cioè sulla probabilità di accadimento dell'evento, oppure di natura protettiva, basati sul contenimento del danno conseguente all'evento.

Le misure preventive possono essere di natura tecnica andando ad agire sul pericolo, ad esempio, l'utilizzo di esoscheletri o manipolatori per supportare gli arti superiori nelle lavorazioni sopra la quota della spalla e ridurre il carico; l'utilizzo di protezioni per gli organi in movimento delle attrezzature come suggerito dalla Direttiva 2006/42/CE, nota come "Direttiva Macchine".

In alternativa si possono utilizzare misure organizzative, legati cioè alla stesura di procedure operative con cui vengono gestiti i rischi; si pensi ad esempio all'interdizione all'utilizzo di telefoni cellulari nelle vicinanze delle stazioni di rifornimento al fine di evitare che le batterie possano diventare una sorgente di innesco dell'atmosfera potenzialmente esplosiva tipica di questa situazione; oppure si può prendere in considerazione la necessità di non introdurre apparecchi di classe 0 (cioè dotati di solo isolamento principale e senza morsetto di terra) in ambienti isolati per evitare che un apparecchio con collegamento a terra possa essere fonte di un pericolo nel caso in cui la persona possa entrare in contatto simultaneamente con una parte attiva e la massa.

Il presente lavoro verrà sviluppato nel secondo ambito, valutando come possa essere modificato il rischio residuo agendo sugli aspetti organizzativi dell'attività; in particolare saranno determinate le variazioni introdotte dall'adozione di alcune tecniche per la gestione della produzione.

È facile intuire come la variazione delle procedure organizzative all'interno di un'azienda o di un cantiere possa modificare il livello di rischio associato ad un determinato pericolo, giocando un ruolo importante nel migliorare la sicurezza sul posto di lavoro; basti pensare all'introduzione di

percorsi distinti, e magari separati fisicamente, tra carrelli elevatori e personale a piedi. Lo spazio disponibile per le lavorazioni o per il magazzino verrebbe ridotto con una possibile perdita di efficienza produttiva ma il rischio di collisione tra personale a piedi e carrelli elevatori sarebbe quasi annullato.

L'aspetto organizzativo diventa quindi una misura generale di prevenzione e tutela, come viene esplicitamente indicato all'art 15, comma 1 del D. Lgs. 81/08.

1.1.1 I sistemi di gestione per la responsabilità amministrativa

L'adozione di un sistema di organizzazione da parte di un'azienda diventa condizione necessaria per limitare la responsabilità amministrativa della persona giuridica, così come definita dal Decreto Legislativo n. 231 del 8 giugno 2001 (di seguito D. Lgs. 231/01) in caso di infortunio sul luogo di lavoro ed attivazione dell'indagine ai sensi degli articoli 589 e 590 del Codice Penale (rispettivamente omicidio colposo e lesioni personali colpose).

L'esclusione della responsabilità amministrativa permette di evitare un'ulteriore sanzione pecuniaria (oltre a quella prevista per le violazioni del D. Lgs. 81/08) ai danni dell'azienda ed una possibile interdizione dall'esercizio delle attività; aspetto che potrebbe diventare motivo di crisi, particolarmente per aziende che operino nel settore pubblico dove le referenze costituiscono requisiti per l'accesso ai bandi.

All'interno del D. Lgs. 81/08, l'articolo 30 sancisce nel dettaglio i requisiti dei modelli di organizzazione e di gestione in grado di assicurare la conformità al D. Lgs. 231/01. Una disamina completa è riportata al § 3.1

Va comunque evidenziato che al comma 5 si definiscono alcuni modelli ritenuti idonei ai requisiti dell'articolo 30 stesso; in particolare, *“in sede di prima applicazione, i modelli di organizzazione aziendale definiti conformemente alle Linee guida UNIINAIL per un sistema di gestione della salute e sicurezza sul lavoro (SGSL) del 28 settembre 2001 o al British Standard OHSAS 18001:2007 si presumono conformi ai requisiti di cui al presente articolo per le parti corrispondenti. (...)”*

C'è da notare tuttavia che i modelli indicati al comma 5 non sono sufficienti a garantire la completa conformità ai requisiti dell'articolo 30 per quanto riguarda l'applicazione del D. Lgs. 231/01; infatti l'indicazione secondo cui i sistemi sono *“conformi ai requisiti di cui al presente articolo per le parti corrispondenti”* sta ad indicare che alcuni requisiti dell'articolo 30 non sono soddisfatti dalle Linee Guida UNIINAIL e nemmeno dal BS OHSAS 18001:2007.

I requisiti mancanti vengono elencati nella Lettera Circolare del 11/07/2011 prot. 15/VI /0015816/MA001.A001 dove si sancisce che per garantire la conformità all'articolo 30 del D. Lgs. 81/08 è necessario introdurre nel Sistema di Gestione per la salute e la sicurezza, sia esso basato su Linee

Guida UNINAIL o BS OHSAS 18001, un “*sistema disciplinare idoneo a sanzionare il mancato rispetto delle misure indicate nel modello*”.

La mancanza di tale requisito nelle norme emesse da INAIL e ISO è del tutto normale; la natura volontaria dei sistemi di organizzazione, infatti, non può prevedere una disciplina sanzionatoria che sarà invece regolata dal contratto di lavoro.

1.1.2 I sistemi di gestione per le aziende a rischio di incidente rilevante

I sistemi di gestione possono assumere un ruolo importante come strumento di prevenzione e/o protezione per la sicurezza al punto da venire indicati o prescritti in altre normative cogenti per il settore della salute e sicurezza nei luoghi di lavoro.

Si può considerare come esempio il Decreto Legislativo 26 giugno 2015, n. 105 “Attuazione della direttiva 2012/18/UE relativa al controllo del pericolo di incidenti rilevanti connessi con sostanze pericolose” (di seguito D. Lgs. 105/15), conosciuta come Direttiva Seveso III. Tale Direttiva, alla sua terza pubblicazione, nasce a seguito dell’incidente dell’ICMESA di Seveso del 1976 e si applica a tutti i siti dove la presenza di sostanze pericolose oltre una determinata soglia (definita dalla direttiva stessa) possa dar luogo ad un cosiddetto “incidente rilevante”, dove il termine “rilevante” sta ad indicare la possibilità che la fuoriuscita di sostanze pericolose possa produrre effetti in grado di interessare non solo lo stabilimento ma anche aree o soggetti fuori dall’area controllata dell’azienda stessa.

All’articolo 14 il D. Lgs. 105/15 stabilisce che “*Il gestore dello stabilimento redige un documento che definisce la propria politica di prevenzione degli incidenti rilevanti, allegando allo stesso il programma adottato per l’attuazione del sistema di gestione della sicurezza; tale politica è proporzionata ai pericoli di incidenti rilevanti, comprende gli obiettivi generali e i principi di azione del gestore, il ruolo e la responsabilità degli organi direttivi, nonché l’impegno al continuo miglioramento del controllo dei pericoli di incidenti rilevanti, garantendo al contempo un elevato livello di protezione della salute umana e dell’ambiente.*”

In questo caso viene espresso un criterio di proporzionalità, indicando che lo sforzo per la politica di prevenzione deve crescere al crescere del pericolo di incidente rilevante ed al contempo è richiesto un impegno al miglioramento continuo sia in termini di prevenzione che di protezione.

E’ interessante notare come la finalità del Decreto sia la prevenzione degli incidenti rilevanti ed il sistema di gestione della sicurezza sia la prima misura citata. Inoltre all’allegato 3 intitolato “*Informazioni (...) relative al sistema di gestione della sicurezza e all’organizzazione dello stabilimento ai fini della prevenzione degli incidenti rilevanti*” vengono descritti in modo dettagliato i requisiti minimi del sistema di gestione stesso.

1.1.3 I sistemi di gestione come strategia antincendio

Un'ulteriore definizione del sistema di gestione come misura di prevenzione e/o protezione appare nel Decreto Ministeriale 3 agosto 2015 “Approvazione di norme tecniche di prevenzione incendi, ai sensi dell'articolo 15 del decreto legislativo 8 marzo 2006”, n. 139; noto come Nuovo Codice di Prevenzione Incendi.

Infatti, al capitolo S.5 “Gestione della sicurezza antincendio” dell'allegato I si stabilisce che “*La gestione della sicurezza antincendio (GSA) rappresenta la misura antincendio organizzativa e gestionale atta a garantire, nel tempo, un adeguato livello di sicurezza dell'attività in caso di incendio*”.

Un progetto antincendio, sviluppato attraverso le strategie del Codice di Prevenzione Incendi, deve considerare una corretta gestione dell'attività (Dattilo e Pulito, 2015)

In questo ambito, la Gestione della Sicurezza Antincendio (GSA) agisce sia come misura preventiva che protettiva.

Nel primo caso, l'azione si esplica attraverso il controllo di tutti quei fattori in grado di contribuire all'innescò dell'incendio; sarà quindi opportuno, ad esempio, verificare che la quantità di materiale infiammabile o combustibile (carico d'incendio) non superi i valori stabiliti dal progetto, verificare che non vi sia presenza di sorgenti d'innescò, etc.

Nel secondo caso, il sistema di gestione della sicurezza avrà il compito di verificare la disponibilità di tutti i presidi in grado di limitare la propagazione del focolaio alla condizione di incendio generalizzato (*flash-over*) e dei sistemi di protezione passiva. Provvederà quindi alla verifica di impianti di rilevamento ed estinzione automatici, alla praticabilità delle vie d'esodo, etc.

Tali impianti potrebbero non entrare mai in funzione per tutta la durata dell'attività; tuttavia è estremamente importante verificarne il funzionamento sottoponendoli a delle prove stabilite dalla normativa. Il rischio sarebbe quello di trovarsi, nel momento del bisogno, con un impianto non funzionante o non in grado di garantire le prestazioni per cui è stato progettato.

Questa situazione è tanto più realistica quanto più l'impianto è complesso e tecnologico.

Inoltre, la Gestione per la Sicurezza Antincendio avrà un ruolo fondamentale nell'attivare i soccorsi e coordinare le operazioni di esodo degli occupanti (ad esempio nel caso di esodo per fasi) per portare le persone in luogo sicuro senza danni fino all'arrivo dei Vigili del Fuoco.

In alcuni casi, questa misura di prevenzione incendi può essere utilizzata come misura compensativa laddove non si possano raggiungere le soluzioni conformi e sia necessario ricorrere a metodi ingegneristici per studiare soluzioni alternative in grado di garantire lo stesso livello di sicurezza antincendio.

Data l'importanza e la specificità dell'argomento, il Codice di Prevenzione Incendi stabilisce che sia un progettista a definire il sistema di Gestione della Sicurezza Antincendio, lasciando invece al Responsabile dell'attività l'onere di mantenere le condizioni stabilite non sistema di gestione.

La struttura del sistema di gestione richiesta dal codice cambia a seconda del livello di rischio, partendo dalle usuali attività di predisposizione del piano d'emergenza, informazione, formazione ed addestramento, registrazione dei controlli e nomina delle figure specifiche ad un sistema più articolato che integri dei coordinatori per il sistema GSA con specifiche responsabilità.

1.2 L'integrazione dei sistemi di gestione

I sistemi di gestione non sono ad uso esclusivo della sicurezza; si trovano spesso aziende che abbiano implementato un sistema per la gestione della qualità, normalmente secondo lo standard ISO 9001, oppure un sistema per la gestione ambientale, tipicamente secondo ISO 14001 o EMAS. Molto spesso i sistemi di gestione secondo ISO 9001 e 14001 vengono integrati in un unico sistema; ciò avveniva già prima dell'adeguamento alla "struttura di standard ad alto livello" definita da ISO (International Organization for Standardisation) a cui le due norme si sono allineate con l'edizione del 2015.

All'interno di questo quadro, il sistema di gestione per la sicurezza secondo OHSAS 18001 è sempre stato considerato a sé a causa della sua diversa struttura, più difficile da integrare, e la paternità di un'istituzione diversa dall'ISO.

Lo standard di alto livello a cui si è adeguata qualche mese fa anche la ISO 45001 (che ha sostituito la OHSAS 18001) ha permesso di integrare anche il sistema di gestione per la Sicurezza all'interno del sistema integrato per la Qualità e Ambiente.

Inoltre è proprio la ISO 45001 a richiedere un'integrazione tra sistema di gestione della Sicurezza ed il sistema generale con cui viene gestita l'attività.

L'integrazione tra i diversi standard ISO di "alto livello" è resa possibile dal lessico e dalla struttura uniformati, ma anche dalla logica basata sul ciclo di Deming, *Plan-Do-Check-Act*.

Difficilmente però si giunge ad un'integrazione tra sistemi di gestione della sicurezza (o sistemi di gestione integrati) e gestione della produzione, nonostante molto spesso anche questi ultimi si basino sull'approccio del ciclo di Deming.

Sicuramente la mancanza di uno standard di alto livello per la produzione ne rende più difficile l'integrazione; tuttavia c'è anche da considerare che questi due ambiti sono normalmente gestiti da persone diverse con obiettivi apparentemente opposti: il responsabile della produzione tende ad ottimizzare i risultati di produttività, privilegiando la velocità di produzione; mentre il responsabile del Sistema di Gestione della Sicurezza tende a creare un ambiente conservativo, riducendo quanto più possibile i rischi senza curarsi troppo della produttività.

Diventa naturale chiedersi se esista la possibilità di integrare due aree molto diverse (produzione e sistema integrato di qualità, ambiente e sicurezza), ottenendo benefici sia per la produttività che per la sicurezza, qualità e ambiente.

Tra i sistemi di organizzazione nelle aziende produttive, sicuramente il più studiato negli ultimi decenni è quello legato all'approccio snello di Toyota, noto come *Toyota Production System (TPS)*, nato negli anni '60 sotto la guida di Taiichi Ohno, responsabile di produzione dell'azienda giapponese, con l'obiettivo di ridurre gli sprechi e minimizzare il tempo tra l'ordine del cliente e l'incasso.

L'implementazione metodica e costante del TPS portò la casa giapponese da un'azienda quasi sconosciuta (fuori dalla lista dei dieci grandi produttori di auto) nel 1950, al sesto posto nel 1970, per andare poi al terzo posto nel 2002 e diventare leader mondiale nel 2008 (Panizzolo R., Materiale didattico del corso Gestione Snella dei processi, Corso di laurea in Ingegneria Gestionale, Università degli studi di Padova, A.A. 2017/2018)

Il risultato ottenuto da Toyota e l'attenzione alla riduzione degli sprechi non potevano fermarsi dentro i confini di Toyota, ma dovevano necessariamente estendersi ed integrarsi a tutta la catena di fornitura e distribuzione, estendendo così la metodologia produttiva alle aziende che intrattenevano rapporti commerciali con la casa automobilistica giapponese.

Il passo successivo fu l'esportazione fuori dai confini giapponesi, implementando le tecniche della Produzione Snella (*Lean Manufacturing* come definita da John Krafcik) inizialmente tra le aziende dello stesso settore, prima negli Stati Uniti e poi in Europa.

Successivamente, la produzione snella (*Lean Manufacturing*) di Toyota venne estesa ad un livello più ampio, riportando i concetti della Produzione Snella al più generale concetto di Pensiero Snello (o con il termine *Lean Thinking* coniato da James Womack e Daniel Jones), applicabile non solo all'ambito produttivo, del settore *automotive* in particolare, ma anche al settore dei servizi come, ad esempio, l'ambito ospedaliero, amministrativo, commerciale.

Ci si chiede quindi se i pilastri del Pensiero Snello possano essere utilizzati per la progettazione ed il mantenimento di un sistema di gestione per la salute e sicurezza dei lavoratori.

Inoltre, si vuole valutare se gli strumenti del *Lean Thinking*, seppur sviluppati per perseguire obiettivi squisitamente produttivi, possano portare con sé un approccio intrinsecamente volto alla salute e sicurezza sui luoghi di lavoro, agendo sulle leve relative alla riduzione dei rischi di natura organizzativa citati al paragrafo precedente.

Per contro, è ragionevole pensare che un aumento di produttività possa degenerare verso ritmi di lavoro estremamente pesanti per il lavoratore in grado di affaticarlo e rendere più probabile l'errore con il successivo rischio di infortunio.

Da un'analisi bibliografica si può osservare che la possibilità di integrazione è stata presa in considerazione da alcuni autori; secondo Kurdve *et al.* (2014) "il focus del sistema ISO sul ciclo PDCA per il miglioramento continuo assicurano una certa familiarità con il mantra di continui passi di miglioramento del modello *Lean*".

Capitolo 2

L'approccio snello di Toyota

Il capitolo descrive il percorso che portò dalla crisi del sistema Fordista alla crescita del Sistema di Produzione di Toyota e ne introduce i cinque principi fondamentali ed i quattro ambiti su cui si sviluppa il Pensiero Snello.

Successivamente viene descritto lo schema di Liker basato sui quattro pilastri e sui 14 punti chiave. Il capitolo si conclude cercando di creare una prima comparazione tra i cinque pilastri del Pensiero Snello ed il contesto della salute e sicurezza sui luoghi di lavoro.

2.1 Da Henry Ford a Taiichi Ohno

L'approccio snello di Toyota nasce in seguito alla crisi della produzione di massa. All'inizio del '900 Henry Ford e Frederick Taylor misero a punto un nuovo sistema di produzione definito "scientifico", chiarendone i principi e razionalizzando gli strumenti e le metodologie necessari per questa rivoluzione.

L'idea di Ford era quella di realizzare una linea principale in grado di assemblare l'auto e produrre in modo sincrono i componenti da usare per l'assemblaggio. La teoria della produzione secondo Ford e Taylor si basava su tre principi, in particolare:

- 1) la divisione del lavoro in attività elementari che potessero essere eseguite senza particolari competenze tecniche;
- 2) l'intercambiabilità delle parti, intesa come capacità di produrre lo stesso oggetto in modo costante e ripetibile nel tempo sotto il profilo della qualità (all'interno di determinate tolleranze) per renderlo intercambiabile su altri prodotti finiti uguali;
- 3) la sincronizzazione delle attività per evitare i tempi morti.

Vennero così descritti e teorizzati, ad esempio, la misurazione dei tempi, la definizione dei metodi di lavorazione, la definizione delle mansioni, l'utilizzo di incentivi, etc.

Nel contesto tecnologico dell'inizio del '900 una soluzione di questo tipo avrebbe portato alla produzione di un unico modello di automobile, il famoso "modello T di qualsiasi colore purché nero", senza lasciare spazio a personalizzazioni.

Un modello di questo tipo era basato:

- su grossi lotti di prodotti standard realizzati attraverso la composizione di fasi elementari eseguite in modo ripetitivo e quindi molto efficiente;
- con l'ausilio di macchinari complessi e costosi specializzati in determinate operazioni e difficilmente riconfigurabili;
- gestite da una struttura organizzativa fortemente verticalizzata in grado di gestire in modo autoritario lavoratori senza specifica formazione;
- in presenza di una previsione di consumi costante;
- le cui fluttuazioni erano contrastate da grosse scorte di sicurezza.

Il sistema entrò in crisi negli anni '70 quando la grossa pressione di General Motors, in grado di fornire una variabilità di modelli decisamente superiore, spinse Ford a scendere a compromessi e ridimensionare la sua idea di un'unica grande linea ed introdurre magazzini di disaccoppiamento tra produzione dei componenti ed assemblaggio per poter garantire lavorazioni specifiche senza dover riattrezzare continuamente le macchine.

Inoltre, in quel periodo il consumatore stava uscendo dal periodo di difficoltà che seguiva la seconda Guerra Mondiale e poteva quindi elevarsi nella sua scala dei bisogni (così come definita da Maslow e rappresentata in Figura 2.1) non accontentarsi più di soddisfare i bisogni primari ma puntando ai bisogni sociali, attraverso il senso di appartenenza, di stima e realizzazione personale.

Questo salto nella qualità della vita portò a richiedere dei beni di consumo di qualità superiore allo standard abituale e con una domanda decisamente meno costante e prevedibile, generando una profonda crisi nella capacità di soddisfare il bisogno da parte del sistema di produzione di massa pensato da Ford e Taylor.

In questo contesto si innestò la teoria produttiva di Toyota sviluppata da Taiichi Ohno che, grazie anche ad una nuova disponibilità tecnologica, riuscì a sincronizzare produzione della componentistica ed assemblaggio in un'unica linea di produzione.

La Tabella 2.1 riporta un confronto tra il modello Ford-Taylorista ed il nuovo approccio di Ohno; come si può notare viene mantenuta una certa continuità nell'obiettivo fondamentale di creare una linea di produzione continua in grado di aumentare la velocità produttiva; tuttavia appaiono diversi aspetti fortemente innovativi nel metodo utilizzato per raggiungere tale obiettivo come, ad esempio, il ruolo di guida della domanda anziché dell'offerta; una flessibilità basata su piccoli lotti e macchinari riconfigurabili anziché una gamma ristretta di prodotti realizzati in grossi volumi per abbatterne i costi; la professionalizzazione del lavoratore che viene ora considerato una risorsa e non più un antagonista da sfruttare.

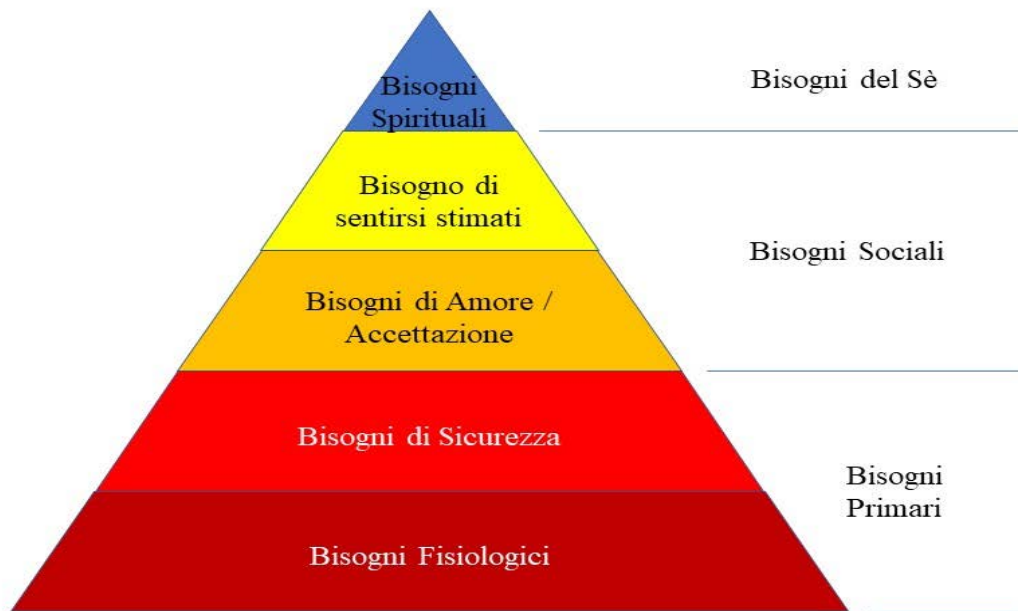


Figura 2.1: Piramide di Maslow

Tabella 2.1: Comparazione tra principali aspetti del metodo Fordista e Sistema di Produzione Toyota

Fordismo	Sistema di Produzione di Toyota
Aumento della produttività del lavoro ed eliminazione dei tempi morti	Riduzione del tempo di attraversamento attraverso la riduzione delle attività non a valore
Creazione di pochi modelli	Alta flessibilità dei prodotti
Produzione sincrona con cadenza produttiva costante	Produzione sincrona guidata dalla domanda
Domanda altamente prevedibile e controllabile da parte dell'offerta	Domanda non prevedibile e fortemente variabile
Elevati volumi produttivi	Bassi volumi produttivi
Economia di scala	Flessibilità e velocità di azione
Macchine specializzate	Macchine facilmente riconfigurabili
Elevati investimenti	Investimenti ridotti
Push	Pull
Elevate scorte di sicurezza	Basse scorte di sicurezza
Un modello ottimale	Miglioramento continuo
Lavoratore come antagonista	Lavoratore come risorsa

È fondamentale, nell'approccio di Toyota, lo spostamento del punto di vista dal produttore all'utilizzatore. Si evidenzia così una maggiore attenzione ai bisogni del cliente; per questo motivo la valutazione dei tempi di attraversamento viene fatta sulla base del valore aggiunto percepito dall'utilizzatore finale, non dalle necessità del produttore.

La domanda variabile e non prevedibile di beni diversi ed a bassi prezzi non può più essere realizzata con il sistema di massa basato sull'economia di scala, ma si deve basare su soluzioni

flessibili, facilmente riconfigurabili e capaci di mantenere un'efficienza produttiva soprattutto sui piccoli lotti.

Allo stesso modo, la variabilità dei prodotti non rende più sostenibili i grossi investimenti per macchine in grado di produrre velocemente un solo prodotto.

Lo stesso concetto di attenzione alle necessità del cliente si applica all'interno della fabbrica dove l'attività a valle rappresenta un cliente interno che deve ricevere esattamente quello di cui ha bisogno nel preciso momento in ne ha bisogno.

La sincronizzazione non è gestita a monte, va viene "tirata" sulla base delle esigenze del fine linea. È quindi la stazione a valle a richiedere a quella a monte il materiale necessario esattamente nella quantità necessaria (logica "pull"); contrariamente a quanto avviene nel metodo fordista, dove la stazione a monte prepara un lotto di dimensioni convenienti per garantire la propria efficienza e, a lotto completato, lo invia alla lavorazione successiva (metodo "push")

Infine, la partecipazione del lavoratore ad un sistema di miglioramento continuo diventa elemento trainante di un processo virtuoso di coinvolgimento e ricerca di soluzioni migliorative.

Questo approccio permise a Toyota di portare sul mercato i primi modelli di auto giapponesi, frutto del lavoro di Taiichi Ohno, caratterizzate da bassi costi, alta qualità ed alta varietà di modelli; in grado di acquisire nel tempo sempre maggiori quote di mercato, pur essendo inizialmente sottovalutate dai concorrenti occidentali.

Basti pensare che un manager di Detroit, a seguito di in visita a delle fabbriche automobilistiche in Giappone, sostenne di non aver visto le fabbriche vere in quanto non c'era nessuna evidenza di magazzini con materiale a scorta (Panizzolo R., Materiale didattico del corso Gestione Snella dei processi, Corso di laurea in Ingegneria Gestionale, Università degli studi di Padova, A.A. 2017/2018).

2.2 Il Toyota Production System

Il concetto alla base del Toyota Production System e, più in generale del Pensiero Snello, può essere riassunto con una celebre frase di Taiichi Ohno: *"tutto ciò che stiamo facendo è di misurare l'intervallo di tempo tra il momento in cui un ordine ci arriva e il momento in cui raccogliamo i soldi per esso. E poi cerchiamo di ridurlo eliminando le attività a nessun valore aggiunto."*

Questa dichiarazione d'intenti definisce chiaramente l'intenzione di eliminare qualsiasi attività ritenuta inutile (*muda*, usando il linguaggio di Ohno). La definizione di cosa sia utile deve essere necessariamente riferita ad uno scopo; da qui si delinea il primo punto della Pensiero Snello: *definire il valore*.

È importante notare come la scelta di cosa sia di valore non spetta al produttore ma va commisurata alla percezione che il beneficiario ha nei confronti del bene. In altri termini diventa "valore" qualsiasi caratteristica per la quale l'utilizzatore sia disposto a pagare, mentre diventa spreco quella

caratteristica che non sia realmente richiesta dall'utilizzatore finale, anche se il produttore la consideri importante al punto da investire tempo e denaro per lo sviluppo.

Capita di imbattersi in situazioni in cui i tecnici che sviluppano il prodotto impegnino particolari energie per la realizzazione di una prestazione per la quale l'utilizzatore finale non è disposto a pagare.

L'attenzione viene così spostata dalla produzione al cliente, con l'obiettivo di consegnare un bene od un servizio che contenga esattamente tutto ciò che questi considera di valore, esattamente nel momento richiesto.

L'identificazione del valore porta poi a definire quali siano i processi interni all'azienda in grado di creare il valore percepito dall'utente finale. Si definisce così il *flusso di valore* (*Value Stream*, nel linguaggio *Lean*) come l'insieme delle specifiche azioni richieste per portare uno specifico prodotto attraverso le tre attività di gestione di ciascuna attività industriale: le attività di soluzione dei problemi (*problem solving*), le attività di gestione delle informazioni e le trasformazioni fisiche (Womack e Jones, 1996).

Dalla schematizzazione del flusso di valore, si possono capire quali siano le operazioni in grado di aggiungere valore, le operazioni che non aggiungono valore ma che non possono essere eliminate (*muda di tipo I*) e le operazioni che non aggiungono valore e che costituiscono solo spreco (*muda di tipo II*).

Il terzo punto consiste nel *far scorrere il flusso* che genera valore aggiunto più velocemente possibile, senza sprechi di risorse (tempo, materiale, etc.). Il flusso può scorrere solo se il sistema funziona e non ci sono interruzioni. Al contrario di un sistema a lotti ("*batch and queue*", come viene indicato da Womack e Jones in "*Lean Thinking*"), il sistema a flusso di singole unità ("*single piece flow*"), azzerava la produttività in caso di guasto in qualsiasi punto della linea.

In altre parole, nel sistema a lotti il malfunzionamento di una fase produttiva interrompe solo la produttività della singola operazione, in quanto le lavorazioni relative alle stazioni precedenti e successive sono garantite dalle scorte (le code appunto). In questo modo, il malfunzionamento potrebbe essere considerato un evento incidentale che non richiede una particolare analisi delle cause, nascondendo così in un problema casuale un potenziale problema sistematico in grado di influenzare negativamente la produttività.

Al contrario, nel sistema *single piece flow*, il malfunzionamento di una singola stazione blocca tutta la linea (non avendo scorte tra le stazioni), costringendo a concentrarsi subito sul malfunzionamento per poter riprendere quanto prima la produzione.

Allo stesso modo, nel caso in cui l'operatore rilevi qualche difformità nella catena di produzione, è autorizzato a fermare la linea per risolvere il problema con l'obiettivo di evitare che la situazione possa condurre alla realizzazione di ulteriore materiale non conforme.

Secondo questa logica, qualsiasi fermata produttiva in un sistema a flusso è un'opportunità di miglioramento; il punto in cui si ferma la produzione identifica in modo inequivocabile il punto in cui iniziare la successiva attività di miglioramento (Womach e Jones, 1996).

Il modo migliore per far scorrere il flusso, e per farlo con la giusta cadenza, consiste nell'implementare un *sistema "pull"*; cioè nel far in modo che sia la stazione a valle (il cliente interno) a richiedere a quella a monte il materiale necessario al momento necessario per far procedere regolarmente il flusso. Ogni cosa viene prodotta solo quando serve e nella quantità richiesta.

Quinto ed ultimo principio del Pensiero Snello è la *ricerca della perfezione*, non intesa come una rivoluzione drastica e fine a sé stessa, ma come un percorso di miglioramento continuo (dal giapponese "*kaizen*" che significa "cambiare in meglio") fatto di piccoli passi continui e condiviso con le persone che dovranno partecipare al cambiamento e sostenerlo.

Secondo Anvari *et al.* (2011) per creare un clima di *Lean Manufacturing* un'organizzazione ha bisogno di sapere dov'è, quali sono i motivi del cambiamento e perché cambiare è importante. È necessario fornire ai dipendenti queste risposte così da renderli più coinvolti nel processo.

Il miglioramento continuo prevede che lo stato finale descritto nell'attività di miglioramento diventi subito lo stato iniziale di un nuovo processo di trasformazione, innescando così un circolo virtuoso.

2.3 I *bundle* del TPS

Per passare dai concetti enunciati ai paragrafi precedenti ad un approccio più applicativo, si può ritenere, in linea del tutto generica, che il Pensiero Snello si possa raggruppare in quattro ambiti (*bundle*) che contengono strumenti diversi in grado di focalizzarsi su aspetti produttivi diversi comunque finalizzati all'obiettivo ultimo di far scorrere il flusso di valore più velocemente possibile.

I quattro *bundle* sono:

- *Produzione Just-in-time (JIT)*, con l'obiettivo di far arrivare il materiale alla linea di assemblaggio esattamente quando serve, nella quantità e qualità richieste. Per questo motivo le tecniche del JIT puntano ridurre continuamente ogni forma di spreco, in particolare quelle legate a tempi di attesa, sovrapproduzioni e le giacenze a magazzino;
- *Sistema di gestione della qualità (QM, acronimo di Quality Management)*, un programma di miglioramento continuo della qualità di prodotti e processi, orientato a ridurre gli sprechi legati rilavorazioni, scarti e difettosità (*quality loss*);
- *Manutenzione preventiva (TPM, acronimo di Total Preventive Maintenance)* con lo scopo di massimizzare la disponibilità dell'impianto, attraverso l'aumento dell'indice di efficienza globale dell'impianto (OEE, acronimo di *Overall Equipment Efficiency*); riducendo così gli

sprechi legati a rallentamenti o fermate non programmate dovute alla scarsa funzionalità dell'impianto.

- *Gestione delle risorse umane* (HR, acronimo di *Human Resources*); con strumenti motivazionali a tutti i livelli gerarchici per mettere in atto efficacemente le tecniche produttive. Gli strumenti in questione possono essere gruppi di lavoro, rotazione del lavoro, formazione, coinvolgimento e incentivazione. L'obiettivo è quello di incoraggiare il lavoratore ad accrescere la sua competenza e dare il proprio contributo al miglioramento del sistema produttivo. Questo sottosistema viene anche definito "Rispetto per l'uomo".

Le diverse realtà produttive impongono la necessità di dosare ciascuno di questi *bundle* nel modo che più rispecchia la realtà, adattando gli strumenti della *Lean Manufacturing* alla specifica situazione. Ad esempio, per una società di servizi sarà difficile parlare di *Just-in-Time* in senso stretto; sarà però possibile considerare la prontezza con cui informazioni e documenti raggiungono la persona che deve prendere delle decisioni.

La cosa fondamentale, per una corretta applicazione del Pensiero Snello, risulta quella di integrare, seppure con modalità e proporzioni diverse, tutti i quattro *bundle*.

Una prima descrizione del metodo Toyota apparve nel 1977 identificando due soli *bundle*, il "*Just-in-Time*" secondo cui vengono realizzati solo i prodotti necessari, al momento corretto ed esattamente nella quantità necessaria; ed il *rispetto per l'uomo*, mettendo così i lavoratori in condizione di dimostrare le loro capacità attraverso la loro partecipazione attiva nel miglioramento continuo. (Panizzolo R., Materiale didattico del corso Gestione Snella dei processi, Corso di laurea in Ingegneria Gestionale, Università degli studi di Padova, A.A. 2017/2018).

Nella pratica il concetto di ridurre il tempo che passa dalla ricezione dell'ordine alla produzione si concretizza attraverso un grande lavoro di ingegneria su diversi aspetti che regolano la realizzazione di manufatti.

Da un punto di vista progettuale, vi è una grande attenzione a sviluppare soluzioni modulari, cioè capaci di rispondere a diverse esigenze attraverso le svariate possibilità di combinare in modo diverso gli stessi oggetti elementari; oppure garantendo un ciclo di lavorazione simile (basato sulla stessa sequenza) per prodotti diversi, permettendo così lo stesso transito lungo la linea di produzione.

Una struttura di questo tipo permette di rendere più agevole la personalizzazione del prodotto mantenendo uno standard produttivo flessibile e capace di adeguarsi alle richieste del mercato contenendo i costi di attrezzaggio ed i tempi di cambio da un articolo ad un altro.

Sulla riduzione dei tempi di attrezzaggio, ma anche sulle fermate per rotture o sui rallentamenti, si sviluppa il concetto della manutenzione produttiva totale (*Total Productive Maintenance*, abbreviato in TPM). L'obiettivo è legato all'idea di mantenere una produttività elevata grazie ad una elevata

efficienza dell'impianto, intesa come monte ore utilizzato per creare valore rispetto al tempo programmato per la lavorazione.

Da un punto di vista produttivo, la riduzione dei tempi di attraversamento viene ottenuta attraverso la sincronizzazione che riguarda sia le singole attività lungo la linea di produzione che tra le attività di produzione e rifornimento dei componenti alla linea di assemblaggio, nota come metodologia *Just-in-Time*.

Un sistema di questo tipo si riesce ad ottenere attraverso la produzione di lotti di dimensioni limitate e la veloce configurabilità delle celle che diventano capaci di produrre piccole quantità con la stessa efficienza, nei tempi e nei costi, con cui si produrrebbero lotti di quantità consistente, tipici del modello Fordista; riducendo allo stesso tempo le scorte necessarie.

Una grande attenzione viene posta in questa fase alle attività di attrezzaggio, cercando di disegnare gli utensili e le macchine in modo da ridurre i tempi di preparazione e di cambio produzione riuscendo a ridurre ulteriormente il lotto minimo realizzabile in modo conveniente. Le attività di miglioramento continuo si pongono spesso l'obiettivo di ridurre i tempi di attrezzaggio; nel linguaggio Toyota questa metodologia viene definita "cambio stampo in un minuto" (*Single Minute Exchange of Die*, abbreviato in SMED).

La sincronizzazione viene facilitata dal metodo di lavoro "pull", secondo cui la linea richiede la fornitura di nuovo materiale, generalmente attraverso dei cartellini (*kanban*) che seguono il lotto in tutte le sue fasi all'interno dell'area produttiva.

La riduzione delle dimensioni dei lotti richiede un rifornimento più frequente; viene quindi ripensato il sistema di approvvigionamento, sia internamente che esternamente.

Nella gestione interna, i "supermercati di linea", impiegati per fornire il materiale per l'assemblaggio, vengono riforniti più frequentemente con tutti e soli i componenti necessari a produrre pochi oggetti, generalmente diversi.

Allo stesso modo l'approvvigionamento attraverso fornitori esterni viene basato su consegne più frequenti con quantità inferiori di materiale, costringendo a ripensare completamente la logistica.

In questo modo sarà preferibilmente un fornitore situato a breve distanza per non impattare in modo significativo sui costi di trasporto e, soprattutto, sui tempi di consegna.

Un ulteriore accorgimento in grado di sostenere il nuovo metodo di approvvigionamento è legato al livellamento della produzione (*Heijunka*): secondo questo modello per poter garantire un flusso costante anche le richieste di materiale a monte devono essere più costanti possibile nel tempo. Per fare questo il mix produttivo nel lungo termine viene riprodotto in cicli unitari che rispettino le stesse proporzioni; in questo modo una variazione nella richiesta di un prodotto si va a distribuire sull'intero intervallo di produzione, producendo una variazione (minimale) nei flussi che vanno ad alimentare (senza scorte) la linea di assemblaggio.

2.4 I 14 punti chiave di Toyota

Una rappresentazione del metodo Toyota più immediata da capire e da applicare viene data da Liker (2004) attraverso un modello basato su 14 principi fondamentali che possono essere raggruppati in quattro pilastri, normalmente rappresentati una piramide, come in Figura 2.2, che deve essere sviluppata dal basso verso l'alto partendo dalla definizione della strategia nel lungo termine che definisce gli obiettivi ed i principi in grado di sfidare ogni persona nell'azienda.

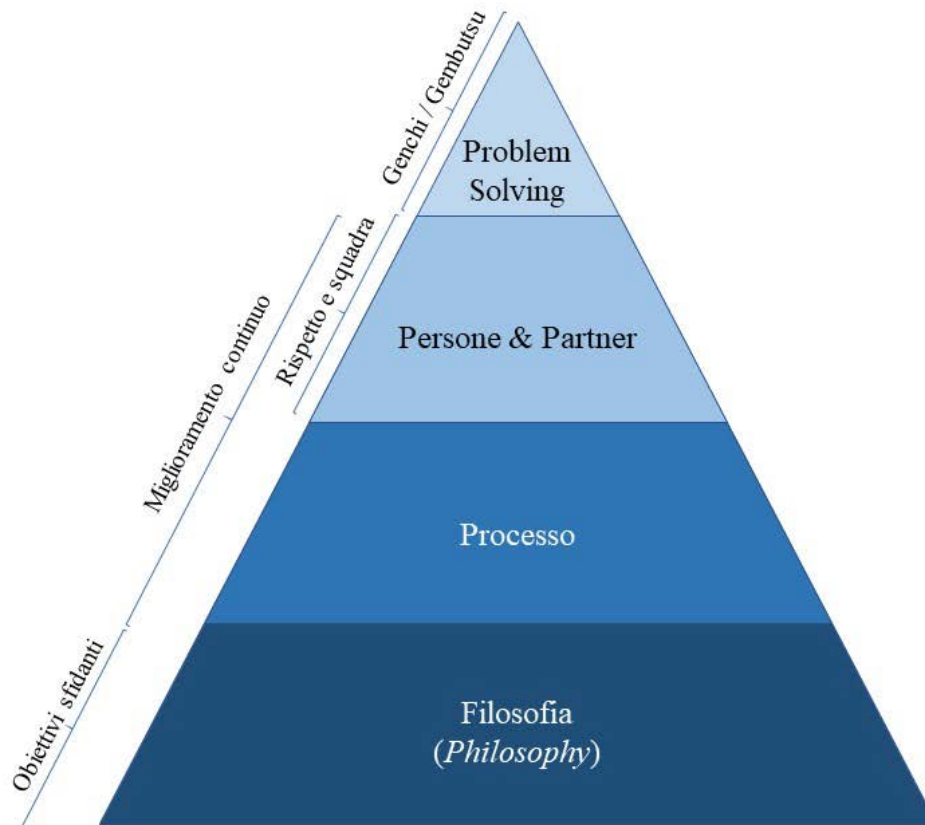


Figura 2.2: Rappresentazione dei quattro pilastri che descrivono il metodo Toyota secondo Liker (2004).

Successivamente vanno definiti i processi da utilizzare per ridurre gli sprechi ed eseguire quanto più possibile attività di valore.

I processi e le relative attività verranno condotte da persone e gruppi di lavoro coinvolti negli obiettivi aziendali ed in grado di accrescere mutuamente le proprie competenze.

Per ultimo le attività di risoluzione dei problemi diventano il naturale risultato delle attività precedenti e comportano un'attività di miglioramento continuo ed autoapprendimento.

2.4.1 Filosofia a lungo termine:

Il primo pilastro comprende un solo principio: nel sistema di produzione Toyota *le gestioni manageriali devono essere basate su una filosofia a lungo termine, anche a scapito degli obiettivi finanziari a breve termine.*

L'azienda deve identificare la propria posizione nel mercato e prendere quelle decisioni in grado di creare valore e permetterle di sostenere una posizione trainante per un periodo più lungo possibile.

La risoluzione di un problema non deve essere un'azione fine a sé stessa, ma un modo per evitare che il problema si ripresenti in futuro e, soprattutto, uno strumento per rafforzare le capacità di *problem solving* dei collaboratori, che potranno così crescere professionalmente e diventare promotori del miglioramento continuo.

Il concetto che imparano i manager giapponesi dal loro mentore si può sintetizzare nel “fare la cosa più giusta per l'azienda, i suoi dipendenti, il cliente e la società nella loro visione complessiva”

2.4.2 Il giusto processo produrrà il giusto risultato

Il secondo pilastro è legato ai processi e si sviluppa su sette principi; il primo dei quali richiede di *creare un processo a flusso continuo per portare i problemi in superficie.*

Qualsiasi problema determina un'interruzione del flusso ed una fermata completa della produzione. È interessante notare come questo aspetto potrebbe essere considerato uno svantaggio, in quanto non permette la necessaria flessibilità per gestire gli imprevisti. Tuttavia, oltre a migliorare la gestione degli imprevisti, il sistema tradizionale Ford-Taylorista è in grado di nascondere tutte le inefficienze del processo, garantendo così la soluzione immediata, senza però risolvere il problema nel lungo termine, contrariamente a quanto stabilito dal primo principio.

La logica di flusso, rispetto alla produzione di massa, permette anche di ottenere un incremento del livello qualitativo; infatti, qualora venisse identificato un difetto sul prodotto, la probabilità di trovarlo su altri pezzi sarebbe limitata ai soli componenti già avviati alla lavorazione, in quantità decisamente inferiore rispetto a quella di un sistema a lotti.

Per lo stesso motivo, il sistema a flusso permette inoltre di avere una miglior gestione della programmazione data la minor quantità di prodotti in fase di lavorazione.

Liker (2004) sostiene inoltre che l'adozione di un sistema a flusso permette di ottenere un miglioramento nella sicurezza. La tesi è basata sull'esperienza della trasformazione della Wiremold Corporation, dove non si è deliberatamente messo in piedi alcun programma per la sicurezza perché la direzione era consapevole che nel passaggio verso il sistema a flusso ci sarebbe stata minor movimentazione di materiale e conseguentemente meno rischi.

Il secondo principio richiede di *usare un sistema “pull” per evitare la sovrapproduzione.* Nel metodo tradizionale di Taiichi Ohno il metodo si sviluppa attraverso l'utilizzo di *kanban* (cartellini)

in grado di autorizzare la stazione a monte ad iniziare la produzione di un nuovo lotto oppure stabilire il trasporto di una quantità di materiale definita da una determinata posizione ad un'altra.

Il terzo principio punta a *livellare il carico di lavoro lavorando come una tartaruga, non come una lepre*. Introduce così, a fianco del concetto di *muda* (spreco), quello di *muri* (sovraccarico) sia nei confronti delle persone che dei macchinari.

L'attività di caccia agli sprechi deve rimanere entro un livello di carico per l'operatore, oltre il quale gli effetti di ulteriori aumenti del ritmo di lavoro potrebbero portare ad un efficientamento ma, allo stesso tempo, creare problemi di sicurezza e qualità.

Il concetto di *mura* (fluttuazioni) invece è legato alle variazioni del ritmo produttivo dovute a problemi interni, oscillazione della domanda, etc. in grado di rendere il processo meno efficiente.

La presenza di *mura* produrrà necessariamente *muda*.

Il quarto principio richiede di *costruire la cultura per fermarsi a sistemare i problemi per ottenere la qualità giusta al primo tentativo*. Questo concetto è chiaramente spiegato da Fujio Cho, il quale sostiene che "se l'impianto non si ferma significa che non ci sono problemi, ma ogni azienda produttiva ha problemi, quindi ci deve essere qualche criticità che viene nascosta dalle scorte. È quindi necessario ridurre le scorte per far emergere i problemi. Questo porterà a delle fermate ma darà modo di continuare a risolvere i problemi ed ottenere una qualità migliore ed una maggior efficienza."

L'approccio è opposto alla produzione di massa dove l'importante è produrre continuamente per abbattere i costi fissi. Qualora venga rilevato un lotto non conforme, questo viene isolato e messo da parte per poter essere rilavorato in seguito da un altro reparto.

La capacità di identificare i problemi alla radice e risolverli velocemente permette di risparmiare tempo e costi a valle. Questo concetto si accompagna alla progettazione a prova di errore (*poka-yoke*) secondo la quale l'assemblaggio deve essere progettato per fare in modo che non ci siano possibilità di errore, facilitando le lavorazioni e l'esecuzione dei controlli di qualità

Il quinto principio consiste nello *standardizzare le attività come fondamento per il miglioramento continuo ed il coinvolgimento dei lavoratori*. Secondo la logica di Toyota, la definizione dello standard non deve essere un vincolo oppure un sistema coercitivo ma un consolidamento delle competenze acquisite per evitare di sprecare tempo a "inventare la ruota ogni volta" e come una condizione standard per garantire la qualità.

La creatività deve essere usata come strumento per migliorare lo standard, ma è evidente che per introdurre un cambiamento è necessario conoscere le regole della situazione attuale.

La grossa differenza con il metodo fordista sta nel fatto che lavoratore non è più solo un paio di mani ma la maggior risorsa dell'azienda.

Il sesto principio consiste nell'*usare il controllo visuale per evitare di nascondere problemi*. In Toyota il controllo visivo è uno strumento comunicativo che permette di rappresentare

istantaneamente quanto lavoro sia stato fatto, quanto ce ne sia da fare e le eventuali deviazioni rispetto al programmato che richiedono un'attenzione particolare.

Il concetto si basa sulla capacità umana di recepire le informazioni con tutti i sensi e, nel caso in cui si utilizzino dei segnali convenzionali, l'informazione diventa fruibile anche per personale non specificatamente formato.

Questa tecnica si può applicare in svariati ambiti, ad esempio nel posizionamento degli strumenti di lavoro, ai livelli di riordino nei magazzini, all'avanzamento di una commessa, etc.

L'ultimo punto di questo pilastro richiede di *usare tecnologie testate ed affidabili in grado di servire persone e processi*. Il concetto è quello di muoversi lentamente attraverso soluzioni consolidate senza lasciarsi entusiasmare da strumenti in grado di risolvere tutti i problemi. La tecnologia deve essere a supporto di persone e processi e molti sistemi tecnologici hanno fallito proprio nella prova che richiedeva loro di supportare le persone, i processi ed i valori. Sono stati così abbandonati in favore di sistemi manuali più semplici.

Secondo questa logica le tecnologie sono devono essere implementate solo quando sono state collaudate, non da una sola persona, ma da un gruppo interdisciplinare in grado di apportare diverse esigenze e diversi punti di vista.

2.4.3 Aggiungere valore all'organizzazione sviluppando collaboratori e partner

Il terzo pilastro riguarda la gestione e la valorizzazione dei collaboratori e si articola in tre principi. Il primo richiede di *sviluppare guide che capiscano profondamente il lavoro, vivano la filosofia e lo insegnino ad altri*.

L'azienda dovrebbe quindi puntare a mettere alla guida personale interno, che abbia vissuto l'azienda e ne conosca profondamente i principi e la filosofia aziendale, ma che sia anche in grado di conoscere gli aspetti tecnici del proprio lavoro.

Secondo il metodo Toyota, il personale alla direzione deve avere un comportamento da facilitatore in un approccio di coinvolgimento dal basso (*bottom-up*), ma deve anche avere le competenze tecniche per capire se il lavoro è fatto bene e per diventare mentore. Per poter svolgere questa triplice funzione (facilitatore, valutatore e mentore) oltre ad un approccio collaborativo è necessario avere una conoscenza profonda dei processi.

Uno degli slogan più presenti in Toyota sostiene che "prima di costruire auto, si costruiscono le persone".

Il secondo principio punta a *sviluppare persone e gruppi di lavoro eccezionali che seguano la filosofia aziendale*.

L'organizzazione orizzontale con gruppi di lavoro è una peculiarità del Pensiero Snello; capi gruppo formati che conoscono ed hanno vissuto la filosofia aziendale possono dare un notevole contributo, non solo nella soluzione dei problemi, ma anche nella prevenzione.

Tuttavia, non è sufficiente organizzare un gruppo di lavoro per ottenere i risultati. Tutti gli strumenti nel TPS servono per supportare il gruppo di lavoro a fare attività ad alto valore aggiunto, ma se non è stata definita una cultura ed i processi non sono chiari, nemmeno il gruppo di lavoro riuscirà a dare i frutti desiderati.

L'approccio di Toyota consiste nello sfidare e rispettare allo stesso tempo i propri collaboratori, investendo nelle persone per ottenere dalle stesse un ritorno sotto forma di impegno, dedizione e fedeltà.

L'ultimo principio del terzo pilastro richiede di *rispettare la rete di collaboratori, partner e fornitori sfidandoli ed aiutandoli a migliorare*. Nello stesso modo con cui si cerca di costruire una relazione duratura di fiducia volta al miglioramento continuo con i propri collaboratori, si cerca un approccio equivalente al di fuori dei cancelli dell'azienda, instaurando meccanismi di confronto e crescita continua in un approccio basato sulla logica *win-win*.

2.4.4 Risoluzione continua dei problemi alla radice per permettere l'apprendimento dell'organizzazione

Il quarto ed ultimo pilastro si articola in tre principi e tratta la risoluzione dei problemi.

Il primo principio richiede di *andare e vedere direttamente per capire completamente la situazione*, è la traduzione del concetto giapponese di *genchi genbutsu*, conosciuto anche più semplicemente come *gemba* (§ 4.4).

Il primo passo per poter risolvere un problema è quello di capirne i fenomeni e, in particolare, le relazioni causa-effetto. Diverse sono le tecniche per l'individuazione della causa, ma nell'ottica di questo principio è fondamentale andare a vedere le cose con i propri occhi per capire.

Il secondo principio ha un approccio che potrebbe sembrare controintuitivo, infatti suggerisce di *prendere decisioni lentamente attraverso il consenso, considerando tutte le opzioni ed implementando rapidamente le decisioni*.

Nel Pensiero Snello, il modo in cui si arriva alla decisione è importante tanto quanto la qualità della decisione presa. Non ci si ferma quindi alla prima soluzione possibile ma si considerano diverse soluzioni alternative e, nel processo decisionale, ci si chiede perché una soluzione sia preferibile rispetto alle altre.

Questo processo richiede sicuramente più tempo per l'analisi rispetto ad un approccio tradizionale, ma viene compensato dalla velocità con cui si può implementare la soluzione dopo averla individuata ed esaminata in dettaglio.

La decisione poi non avviene con un'imposizione dall'altro ma si costruisce attraverso il consenso nel gruppo di lavoro. Questo permette un'interiorizzazione della decisione da parte del gruppo che si vedrà partecipe della decisione e conseguentemente sostenitore.

Un ulteriore vantaggio della decisione attraverso il consenso è legato alla possibilità di acquisire ulteriori informazioni e dettagli in grado di arricchire il quadro e fornire ulteriori basi per prendere la miglior decisione tra la possibilità presentate.

L'ultimo principio richiede di *diventare un'organizzazione che impara continuamente attraverso la riflessione incessante ed il miglioramento continuo*.

La chiave di questo principio consiste nel concentrarsi sul processo e non sulle persone. Nell'ottica del Pensiero Snello i problemi sono interruzioni di flusso che portano a galla potenzialità di miglioramento. È importante però non colpevolizzare le persone nelle fasi di miglioramento ma cogliere l'opportunità di un apprendimento e miglioramento continuo.

Per essere un'organizzazione che impara continuamente c'è bisogno di stabilità nel personale in grado di mantenere e diffondere la conoscenza e la cultura. Imparare significa costruire sul proprio passato e muoversi avanti senza dover ripartire ogni volta per inventare la ruota in occasione di un nuovo progetto o l'inserimento di una nuova persona.

Secondo il metodo Toyota, il miglioramento può avvenire solo se c'è un'attitudine alla riflessione ed alla critica costruttiva.

2.5 I 5 principi Lean per i sistemi di gestione per la sicurezza

Al fine di eseguire una prima valutazione sulla possibilità di applicare i principi del Pensiero Snello ai sistemi di gestione per la sicurezza e individuare se un sistema produttivo basato sulla *Lean Manufacturing* possa essere propedeutico all'implementazione di un sistema di gestione per la sicurezza verranno ora ripercorsi i cinque principi descritti da Womack e Jones (1996) calandoli nell'ambito di un sistema di gestione aziendale per la salute e sicurezza, come definiti al §2.2.

Una schematizzazione di tale confronto è rappresentata in Figura 2.3.

Per la definizione del valore è necessario partire dal soggetto a cui il datore di lavoro ha l'obbligo di garantire la tutela della salute e sicurezza, cioè il lavoratore. Qualsiasi lavoratore coinvolto dal sistema di gestione per la sicurezza diventa un "cliente interno" pertanto, nei suoi confronti, si deve identificare il valore e mettere in atto le misure necessarie per promuovere attività in grado di generare valore, eliminando nel contempo quelle che si possono considerare spreco.

Secondo Kurdve *et al.* (2014), azionisti, clienti, dipendenti e società hanno legittime aspettative dall'organizzazione; si può quindi ridefinire il concetto di valore dal solo aspetto della qualità per il cliente integrandolo con altri valori quali ad esempio, le condizioni di lavoro, la reputazione nel mercato, l'impatto nell'ambiente circostante, etc. Questo richiede la rivisitazione degli strumenti di

gestione a disposizione ed una revisione del sistema di audit e di monitoraggio attraverso nuovi Indicatori di Prestazione (*Key Performance Indicators – KPIs*).



Figura 2.3: Traduzione dei 5 principi del Pensiero Snello ai Sistemi di Gestione per la Salute e Sicurezza

Secondo la logica del Testo Unico non è accettabile creare rischio ai Lavoratori (ma lo stesso si potrebbe applicare all'ambiente) per l'interesse di migliorare la prestazione produttiva. In questo caso il miglioramento auspicato dal Pensiero Snello sarebbe una falsità in quanto il rischio per la salute e sicurezza e/o per l'ambiente potrebbero raggiungere un livello inaccettabile. Quindi, la ricerca di riduzione degli sprechi potrebbe in realtà aumentarli nella visione più ampia e globale del sistema.

I processi definiti dal sistema produttivo possono quindi essere visti sotto un duplice punto di vista: da una parte un'attribuzione di valore aggiunto del bene o servizio (per l'utilizzatore finale) e dall'altra un'attribuzione di valore aggiunto (salute e sicurezza) nei confronti dei lavoratori, aspetto che generalmente non viene preso in considerazione nei criteri di mappatura del flusso di valore.

In quest'ottica diventa ragionevole introdurre una seconda variabile nell'analisi che porta dal *Value Stream Attuale (As Is)* al *Value Stream Futuro (As To Be)*; tale analisi terrà in considerazione non solo il valore aggiunto relativo alle prestazioni tecniche ma anche al miglioramento della sicurezza del processo.

I tre livelli di *muda* possono essere trasposti in tre nuove categorie frutto della valutazione del rischio nelle singole fasi; si potranno così distinguere:

- attività che migliorano il livello di sicurezza del processo (o attività che garantisce un livello di sicurezza al processo): ad esempio lavorazioni preparatorie in grado di ridurre

l'esposizione del lavoratore ad un determinato pericolo oppure un'attività per mettere in sicurezza il posto di lavoro prima di accedervi;

- attività che non modifica il livello di sicurezza del processo;
- attività che peggiora il livello di sicurezza del processo: ad esempio attività che introduce nuovi rischi, come il decentramento di un'attività rumorosa da un'area dedicata a vari punti lungo la linea di produzione con un aumento del personale esposto.

Un approccio bidimensionale di questo tipo permetterebbe di focalizzare la metodologia *Lean* non solo sulla produttività ma anche sulla sicurezza dei processi fin dalle fasi progettuali.

I tre livelli definiti per ciascun aspetto (valore per il cliente e sicurezza per il lavoratore) potrebbero essere combinati in una matrice sulla quale definire le azioni da intraprendere per raggiungere un duplice obiettivo: una riduzione dei tempi di attraversamento con un miglioramento delle condizioni di sicurezza.

La matrice definita in questo modo è rappresentata in Figura 2.4 e potrebbe suggerire le tipologie di interventi da eseguire nel processo al fine di ottenere un effetto sinergico.

		Valore del prodotto		
		Attività di valore	Muda tipo I	Muda tipo II
Sicurezza del processo	Riduzione del rischio	1	2	3
	Rischio inalterato	4	5	6
	Aumento del rischio	7	8	9

Figura 2.4: Matrice per l'analisi combinata del valore per il cliente e la sicurezza del processo

Il caso della casella 1 è evidentemente un caso virtuoso dal quale prendere spunto per il miglioramento continuo; al contrario il caso 9 è un'attività di eliminare in quanto oltre a non generare valore aggiunto per il prodotto introduce anche rischi per i lavoratori; lo stesso vale per le altre attività della colonna "Muda tipo II" in quanto rallentano il flusso di valore. Per la casella 3 è interessante capire quali siano le caratteristiche in grado di migliorare le condizioni di sicurezza senza creare valore aggiunto per capire se possano essere riprodotte nelle attività caratterizzate dalle caselle 5, 7 e 8, cioè operazioni che non possono essere eliminate ma che richiedono un intervento per migliorarne il livello di sicurezza per gli operatori.

Nel caso della casella 2 non ci sono molte alternative, l'attività non si può eliminare ma non introduce rischi.

Allo stesso modo le attività 4 e 7, che rappresentano con l'attività 1 il cuore del processo, devono essere valutate attentamente per capire quali possano essere i margini di miglioramento; tuttavia, la metodologia impiegata permette di definire quali siano le attività su cui concentrare gli sforzi; infatti la casella 7 meriterà una maggiore attenzione della casella 4 data la sua maggiore probabilità di creare sprechi legati ad infortuni o malattie professionali.

Le strategie utilizzate per la mitigazione del rischio, sono quelle tipicamente impiegate nell'ingegneria della sicurezza, preferendo l'eliminazione del pericolo per passare poi alle misure di prevenzione e proseguire, qualora non sia possibile applicare le prime due strategie, alle misure di protezione.

È evidente che un approccio combinato di questo tipo durante la fase di progettazione del processo può essere molto più efficace ed economico rispetto ad una metodologia in cui viene ottimizzata la produttività per poi coinvolgere l'Ingegnere della Sicurezza al fine di garantire un livello di sicurezza adeguato.

Utilizzando un punto di vista puramente monetario, un'analisi combinata di questo tipo permetterebbe di valutare gli impatti degli interventi per il miglioramento delle condizioni di sicurezza ed imputarli sul progetto o sulla linea di prodotto. Un approccio di questo tipo permetterebbe di considerare sia i costi relativi agli interventi materialmente eseguiti, facilmente reperibili dalle voci di bilancio, ma anche i guadagni (o mancati costi) legati alla riduzione degli infortuni e malattie professionali, più difficili da quantificare e generalmente mai considerati, se non in caso di incidente.

Secondo uno studio dell'*Health and Safety Executive*, effettuato analizzando i costi degli incidenti su un ampio campione di aziende eterogenee, le spese vere per gli incidenti sono molto più alte di quanto la maggior parte dei manager immaginino (D'avenia, 2018).

Seppur sia vero che, a fronte di una certezza dei costi di investimento per migliorare la sicurezza, ci sia un'aleatorietà dei costi legati ai possibili infortuni, è altrettanto vero che secondo lo studio condotto da *International Social Security Association* (Bräunig e Kohstall, 2011) su 300 aziende europee per ogni euro investito in sicurezza si ha un ritorno sulla prevenzione (*ROP: Return-on-prevention*) di 2,2 €. Lo studio specifica che è un valore medio e che non può essere garantito; tuttavia, dà l'indicazione che un approccio meditato di analisi dei rischi e delle misure compensative può comportare un costo nel breve termine ed un risparmio nel lungo termine, coerentemente con il primo principio definito da Liker (§ 2.4).

Peraltro, in alcuni Paesi tra cui l'Italia, un miglioramento delle condizioni di sicurezza comporta una riduzione del premio assicurativo, con un'evidenza immediata sul bilancio; nel nostro Paese le aziende che abbiano implementato sistemi per la gestione della sicurezza o miglioramenti volti a ridurre il rischio possono beneficiare di una riduzione del premio INAIL¹.

Inoltre, non si deve pensare che siano sempre necessari investimenti importanti; infatti, in accordo con il quinto pilastro del pensiero snello, il miglioramento della produttività deve essere fatto con

¹ <https://www.inail.it/cs/internet/comunicazione/avvisi-e-scadenze/avviso-ot24-anno2018.html>

piccoli passi continui; allo stesso modo i miglioramenti nel livello della sicurezza devono essere gradualmente ed economicamente sostenibili; secondo Womack e Jones (1996) “ se non si possono ottenere miglioramenti significativi in tre giorni si sta facendo qualcosa di sbagliato” ; allo stesso modo “se è richiesto un investimento sostanziale, non si sta ottenendo un risultato *Lean*”.

È evidente che l'attribuzione del livello di sicurezza del processo è estremamente più complessa rispetto all'identificazione dei *muda* in quanto, a differenza del valore aggiunto relativo al prodotto che rispecchia le esigenze dell'utente finale, la definizione di sicurezza passa attraverso la complessa valutazione dell'interazione dei lavoratori con i diversi rischi presenti nel processo.

Trasponendo nell'Ingegneria della Sicurezza il concetto che richiede di far scorrere il flusso è possibile fare ulteriori osservazioni: sebbene sia evidente come un infortunio possa fermare una linea di produzione concentrando l'attenzione di tutto il personale sulla salute dell'infortunato; è altrettanto vero che si contano una serie di mancati incidenti (cosiddetti “*near-miss*” o eventi sentinella) che, per una serie fortuita o intenzionale di azioni o circostanze, non giungono al punto di compromettere la salute dei lavoratori ma che sono indici di “*scarsa qualità della sicurezza*”.

Molto spesso questi *near-misses* non vengono considerati perché rimane forte la pressione produttiva; in realtà rappresentano un difetto di produzione allo stregua di un componente non conforme e, in accordo con la logica del *Jidoka* (§ 4.4), richiedono la fermata della linea per risolvere il problema “subito e per sempre” evitando così di “produrre” ulteriori rischi (difetti) alla salute e sicurezza dei lavoratori.

Il concetto produttivo che punta a far scorrere il flusso dovrebbe essere tradotto in termini di rilevazione di tutti i *near-miss* in quanto costituiscono “difetti di sicurezza” in grado di fermare il flusso. L'identificazione diventa fondamentale per attivare il processo di investigazione volto a risolvere il problema alla radice, scongiurando così il rischio che un mancato incidente si trasformi in un infortunio.

A tal proposito è importante ricordare il modello di Heinrich (Figura 2.5) secondo cui esiste una determinata proporzione (1:30) tra incidenti gravi (anche fatali) ed infortuni significativi ed una seconda proporzione (1:300) tra incidenti gravi e mancati incidenti.

Le tecniche usate nell'investigazione dei mancati incidenti possono essere una combinazione tra tecniche *Lean* - molto utile in questo caso la tecnica dei “5 perché?” (§ 5.4) - e tra le tecniche di analisi del rischio, come ad esempio l'albero dei guasti (*Fault Tree Analysis*, abbreviato in FTA).

Un esempio di integrazione tra *near-misses* e sistemi di gestione per la sicurezza è proposto da Gnoni *et al.* (2013): gli autori ritengono che ogni *near-miss* possa contribuire pesantemente a migliorare la conoscenza e la cultura della sicurezza in svariati settori industriali; particolarmente nell'industria manifatturiera dove il livello di sicurezza si basa sulla frequenza degli infortuni piuttosto che sull'analisi delle conseguenze dell'incidente, come avviene nelle industrie di processo. Nello studio, i *near-misses* vengono classificati in base alla distanza rispetto all'evento incidentale (come Figura 2.6) e si distinguono in:

- *azioni insicure*: strettamente collegate al comportamento umano;
- *condizioni insicure*: legate alle condizioni del luogo di lavoro;
- *mancati incidenti*: situazione che avrebbe portato ad incidente se la catena degli eventi non si fosse interrotta, indipendentemente dal fatto che l'interruzione sia voluta o casuale.

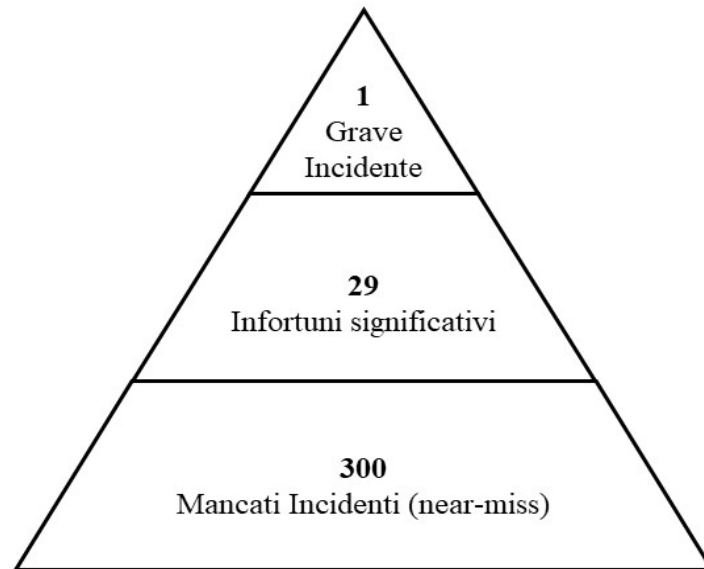


Figura 2.5: Rappresentazione del modello proposto da Heinrich. Gnoni et al. (2013)

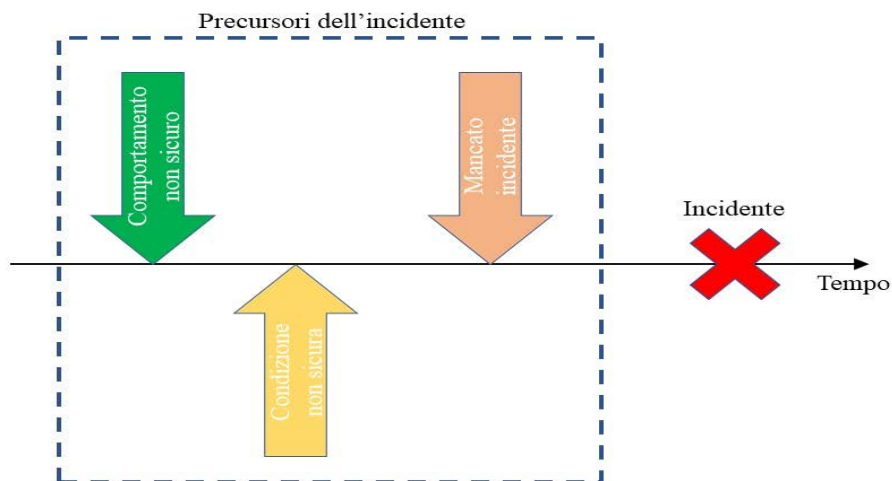


Figura 2.6: Definizione degli eventi nel sistema di gestione dei near-miss proposto da Gnoni et al. (2013)

La segnalazione del *near-miss* deve arrivare da delle “sentinelle”, cioè da ciascuna persona coinvolta nell’attività lavorativa, stabilendo in questo modo l’identificazione del quasi-incidente attraverso un sistema “*pull*” in grado di attivare la valutazione ed eventualmente la mitigazione di un rischio senza attendere un intervento dall’alto per la risoluzione del problema, in ottica “*push*”.

La partecipazione da parte di sentinelle potrà permettere di mantenere alto il livello di sicurezza ed evitare sprechi, intesi sia come perdite di capacità lavorative a causa di malattie o infortuni, che come perdite economiche.

Nel modello di Gnoni *et at.* (2013) i *near-miss* vengono poi classificati in base alle cause (errori umani, difetto del sistema o difetto della procedura) ed alle conseguenze (perdita di produttività, potenziale danno all'ambiente, alla struttura o ai lavoratori), creando così una base statistica in grado di definire le priorità di intervento.

La logica *pull* permette quindi di coinvolgere dal basso (approccio *bottom-up*) lavoratori per collaborare con preposti ed esperti in sicurezza (tendenzialmente Responsabili o Addetti al Servizio di Prevenzione e Protezione) in piena ottica di Pensiero Snello ed infine ridistribuire le lezioni imparate e le attività di miglioramento a tutto il personale, con un approccio dall'alto (*top-down*).

Secondo Hafey (2009), diventa quindi fondamentale l'analisi dei *near-miss* che, per chi ha fatto tesoro del Pensiero Snello, non sono fenomeni negativi ma una miniera di opportunità per il miglioramento continuo del livello di sicurezza.

Si viene così a chiudere il cerchio con l'ultimo pilastro fondamentale del Pensiero Snello: il miglioramento continuo.

Quest'ultimo aspetto è un requisito già presente in tutti i sistemi di gestione conformi agli standard ISO di alto livello, non solo per la sicurezza ma anche, ad esempio, per l'ambiente, la qualità, la gestione energetica, etc.

I *near-misses* diventano quindi un'ulteriore opportunità di miglioramento continuo che va ad aggiungersi alle canoniche attività di audit e riesame della direzione.

Per concludere, alla luce di quanto esposto, si riporta un pensiero di Taubitz (2010) per cercare di dare una risposta all'opportunità di integrazione tra sistemi di produzione basati sulla produzione snella e sistemi di gestione della sicurezza. Secondo Taubitz ogni responsabile di area riporta alla direzione le proprie analisi basate sui propri indicatori senza curarsi degli altri; questo crea una "mancanza di integrazione tra informazioni diversificate che può aggiungere sprechi in un sistema di gestione progettato per il miglioramento continuo delle prestazioni operative".

Inoltre, "dato che infortuni e malattie professionali sono sprechi, il principio secondo cui un processo non può essere *Lean* senza essere sicuro introduce di fatto la sicurezza all'interno del pensiero snello".

Capitolo 3

Testo Unico e Pensiero Snello

Il capitolo ripercorre l'articolo 30 del Testo Unico relativamente ai sistemi di organizzazione per la sicurezza e li mette in relazione agli strumenti del Pensiero Snello in grado di soddisfarne i requisiti. Successivamente si focalizza sugli strumenti principali individuati con l'obiettivo di darne una descrizione e stabilire se ci siano o meno delle caratteristiche comuni tra logica produttiva e di sicurezza in grado di favorire un'integrazione sinergica tra i due sistemi.

3.1 Decreto Legislativo 81/08

Il Testo Unico per la Sicurezza definisce gli obiettivi e gli ambiti a cui applicare i criteri generali per la sicurezza. In alcuni casi, generalmente in presenza di rischi specifici, è possibile ottenere delle prescrizioni specifiche; in altri casi invece l'applicazione tecnica dei principi descritti nel D. Lgs. 81/08 viene demandata ad altre fonti, siano esse Direttive Comunitarie, come ad esempio la Direttiva Macchine (Direttiva 2006/42/CE) e la Direttiva Bassa Tensione (Direttiva 2014/35/UE), oppure a norme tecniche emesse dai relativi organismi nazionali o internazionali (UNI e CEI in Italia).

L'articolo 30 (Modelli di organizzazione e di gestione) del Testo Unico sulla Sicurezza richiede di attivare un sistema di gestione per la sicurezza e ne descrive gli ambiti di interesse; seppure non sia prevista una specifica sanzione, l'applicazione diventa fondamentale al fine di evitare la responsabilità amministrativa dell'azienda ai sensi del D.Lgs. 231/01.

L'articolo fornisce prescrizioni sul sistema di gestione; tuttavia, dovendo abbracciare tutti i settori a cui questa norma è soggetta, ne descrive i principi fondamentali demandando al Datore di Lavoro la responsabilità nel definire strategie e strumenti.

Tale aspetto rende agevole la costruzione di un sistema di gestione per la sicurezza, che sarà soggetto a pochi vincoli, ma ne rende difficile una verifica sistematica relativamente all'applicabilità di un approccio decisamente più operativo quale quello del Pensiero Snello.

Nel tentativo di valutare i punti in comune od in contrasto si riporta di seguito il contenuto integrale dell'articolo 30, con i relativi commenti.

1. Il modello di organizzazione e di gestione idoneo ad avere efficacia esimente della responsabilità amministrativa delle persone giuridiche, delle società e delle associazioni anche prive di personalità giuridica di cui al decreto legislativo 8 giugno 2001, n. 231(N), deve essere adottato ed efficacemente attuato, assicurando un sistema aziendale per l'adempimento di tutti gli obblighi giuridici relativi:

- a) al rispetto degli standard tecnico-strutturali di legge relativi a attrezzature, impianti, luoghi di lavoro, agenti chimici, fisici e biologici;*
- b) alle attività di valutazione dei rischi e di predisposizione delle misure di prevenzione e protezione conseguenti;*
- c) alle attività di natura organizzativa, quali emergenze, primo soccorso, gestione degli appalti, riunioni periodiche di sicurezza, consultazioni dei rappresentanti dei lavoratori per la sicurezza;*
- d) alle attività di sorveglianza sanitaria;*
- e) alle attività di informazione e formazione dei lavoratori;*
- f) alle attività di vigilanza con riferimento al rispetto delle procedure e delle istruzioni di lavoro in sicurezza da parte dei lavoratori;*
- g) alla acquisizione di documentazioni e certificazioni obbligatorie di legge;*
- h) alle periodiche verifiche dell'applicazione e dell'efficacia delle procedure adottate*

Nel primo comma viene richiesta l'adozione e l'applicazione efficace del sistema relativamente agli obblighi giuridici elencati nel comma stesso; in particolare sono presi in considerazione sia attività tecniche, come la valutazione dei rischi, che organizzative, come la gestione delle emergenze, le procedure e le istruzioni. Infine si prende in considerazione la verifica dell'efficacia.

L'attuazione efficace del sistema di gestione passa inevitabilmente attraverso la consapevolezza e la partecipazione del personale, che ne conosce gli obiettivi e gli strumenti.

Nel linguaggio del Pensiero Snello, lo strumento in grado di allineare il personale a tutti i livelli viene identificato con il nome giapponese "Hoshin Kanri" (tradotto in inglese come *Policy Deployment*); letteralmente può essere tradotto come "controllo ragionato della direzione". Questo strumento verrà discusso in dettaglio al §3.2.

2. Il modello organizzativo e gestionale di cui al comma 1 deve prevedere idonei sistemi di registrazione dell'avvenuta effettuazione delle attività di cui al comma 1.

Il modello di registrazione per eccellenza del Pensiero Snello è il *Report A3*; uno strumento in grado di guidare la risoluzione dei problemi e di sintetizzare in un foglio di dimensione A3 le evidenze dell'attività, passando generalmente attraverso una fase iniziale di enunciazione del problema,

un'analisi delle cause, la definizione degli obiettivi, l'implementazione del piano di attività e la verifica dell'esecuzione e dell'efficacia delle azioni intraprese. Lo strumento verrà descritto in dettaglio al § 3.4.

3. Il modello organizzativo deve in ogni caso prevedere, per quanto richiesto dalla natura e dimensioni dell'organizzazione e dal tipo di attività svolta, un'articolazione di funzioni che assicuri le competenze tecniche e i poteri necessari per la verifica, valutazione, gestione e controllo del rischio, nonché un sistema disciplinare idoneo a sanzionare il mancato rispetto delle misure indicate nel modello.

4. Il modello organizzativo deve altresì prevedere un idoneo sistema di controllo sull'attuazione del medesimo modello e sul mantenimento nel tempo delle condizioni di idoneità delle misure adottate. Il riesame e l'eventuale modifica del modello organizzativo devono essere adottati, quando siano scoperte violazioni significative delle norme relative alla prevenzione degli infortuni e all'igiene sul lavoro, ovvero in occasione di mutamenti nell'organizzazione e nell'attività in relazione al progresso scientifico e tecnologico.

Il terzo comma riprende il concetto del primo comma definendo la fase di pianificazione del ciclo PDCA; viene quindi richiesto di individuare figure idonee alla gestione del sistema.

Il quarto comma invece definisce le fasi di verifica e riesame; tuttavia si limita al mantenimento delle condizioni di idoneità normative, senza puntare ad un miglioramento continuo (*Kaizen*) per raggiungere l'eccellenza, sia produttiva che di sicurezza, attraverso un approccio collaborativo per processi, e non punitivo, che richieda il coinvolgimento delle persone che operano sul campo.

Nelle realtà produttive in cui vengano applicate le logiche della *Lean Manufacturing* è frequente l'organizzazione di attività di miglioramento, come pilastro fondamentale del Pensiero Snello, grazie anche ad eventi dedicati come i *Kaizen Blitz* in cui vengono riunite persone con competenze diverse per risolvere uno specifico problema, un'analisi più completa verrà proposta al § 3.5. Purtroppo, difficilmente viene posta la stessa attenzione ad un miglioramento delle condizioni di salute e sicurezza che vada oltre la conformità normativa.

Si può quindi dedurre che l'integrazione di un sistema di gestione della sicurezza in un contesto produttivo basato sul Pensiero Snello possa permettere di superare questa situazione di stallo. Infatti, nella *Lean Manufacturing* è accettabile la situazione in cui si fallisca un'attività di miglioramento; al contrario, non è concepibile la mancanza di ricerca del miglioramento (Womack e Jones, 1996).

In realtà, il fallimento nelle attività di miglioramento che riguardano la sicurezza potrebbero avere degli effetti non trascurabili, che potrebbero non limitarsi ad una semplice perdita economica come nel caso del fallimento di un'attività *kaizen* legata alla produzione. Va quindi prestata una particolare attenzione a tal proposito, particolarmente durante le fasi transitorie dell'implementazione, prevedendo un piano di ripristino veloce delle condizioni iniziali.

Ritornando al terzo comma, il concetto di sanzionabilità espresso è quello che più stride con l'approccio del Pensiero Snello.

Nell'ottica della flessibilità, già vista in precedenza in relazione alla possibilità di riconfigurare velocemente le linee di produzione, diventa frequente la riorganizzazione di gruppi di lavoro a seconda delle competenze necessarie per uno specifico progetto.

È possibile quindi che le gerarchie vengano modificate rendendo nebulosa l'identificazione della catena di responsabilità.

Gli aspetti sfidanti che vadano oltre la conformità, il coinvolgimento delle persone, la misurazione e relativa verifica degli obiettivi sono tutte tematiche affrontate nelle fasi di applicazione dello strumento dell'*Hoshin Kanri*.

5. In sede di prima applicazione, i modelli di organizzazione aziendale definiti conformemente alle Linee guida UNINAIL per un sistema di gestione della salute e sicurezza sul lavoro (SGSL) del 28 settembre 2001 o al British Standard OHSAS 18001:2007 si presumono conformi ai requisiti di cui al presente articolo per le parti corrispondenti. Agli stessi fini ulteriori modelli di organizzazione e gestione aziendale possono essere indicati dalla Commissione di cui all'articolo 6.

Per poter dare una prima risposta alla necessità di avere delle indicazioni operative per lo sviluppo del sistema di gestione, il Testo Unico considera validi due strumenti già esistenti: le Linee Guida INAIL, di applicazione prevalentemente e lo Standard OHSAS 18001.

Quest'ultimo in particolare è stato ritirato per essere sostituito da qualche mese con la ISO 45001; si assume che il Testo Unico sarà integrato anche di questa nuova norma. Per un'analisi approfondita relativamente alla conformità del Pensiero Snello alla ISO 45001:2018 si rimanda al § Capitolo 4.

5-bis. La commissione consultiva permanente per la salute e sicurezza sul lavoro elabora procedure semplificate per la adozione e la efficace attuazione dei modelli di organizzazione e gestione della sicurezza nelle piccole e medie imprese. Tali procedure sono recepite con decreto del Ministero del lavoro, della salute e delle politiche sociali. (...).

Il comma 5-bis non introduce requisiti; tuttavia anticipa l'uscita delle procedure semplificate dedicate a piccole e medie imprese, avvenuta per mezzo del Decreto Ministeriale datato 13 febbraio 2014.

La Tabella 3.1 riporta una sintesi di quanto sinora discusso.

Tabella 3.1: Schematizzazione degli strumenti del Pensiero Snello in grado di soddisfare i requisiti dell'articolo 30 del D. Lgs. 81/08 e dei relativi effetti.

Requisiti	Strumento	Effetti
Sistema adottato ed efficacemente attuato	Hoshin Kanri basato su obiettivi definiti da Politica Aziendale, DVR e risultati della riunione periodica	- Comprensione degli obiettivi finali; - definizione di un percorso concreto di miglioramento; - motivazione al cambiamento.
Campi di applicazione definiti al comma 1	-	Definizione di conformità che potrebbe essere un limite al miglioramento continuo
Idonei sistemi di registrazione	A3 Report	sintesi ed essenzialità; condivisione dei risultati
Articolazione di funzioni con competenze tecniche e poteri	Requisito in contrasto con Pensiero Snello	Flessibilità gruppi di lavoro genera difficoltà a stabilire chiaramente la catena di responsabilità
Sistema disciplinare	Non previsto nel Pensiero Snello. Si assume che coinvolgimento e partecipazione portino tutti a lavorare per lo stesso obiettivo	-
Riesame in occasione di violazioni o modifiche sostanziali	Kaizen	Il riesame avviene in modo continuo senza limitarsi a conformità normativa. Nell'approccio del Pensiero Snello non è accettabile rimanere fermi.
Sistema di controllo sull'attuazione	Hoshin Kanri (indicatori definiti in fase iniziale)	Chiarezza degli obiettivi, capacità di monitorare l'avanzamento da parte di tutti.

Dalla tabella si può vedere come alcuni strumenti siano in grado di soddisfare i requisiti dell'articolo 30, mentre per altri la fattispecie non sia considerata dal Pensiero Snello. Il fenomeno è in parte legato alla natura della norma che deve definire delle regole per l'attribuzione delle responsabilità mentre l'approccio del Pensiero Snello è più collaborativo, volto a raggiungere un obiettivo condiviso.

3.2 Hoshin Kanri (o Policy Deployment)

Lo strumento dell'*Hoshin Kanri* permette un rafforzamento della capacità di un'organizzazione attraverso l'allineamento di obiettivi aziendali di lungo termine con la pianificazione del *middle management* nel medio termine e l'attività operativa del personale nel breve termine per far in modo che tutti procedano compatti nella stessa direzione, attraverso azioni coordinate di miglioramento continuo.

Infatti il termine *Hoshin Kanri* può essere tradotto scomponendo le due parole: *ho* significa "direzione" e *shi* significa "ago", ottenendo il concetto della bussola, cioè "l'ago che dà la direzione"; mentre *kanri* deriva da *kan*, che significa "controllo", e *ri*, che significa "logico". I due termini possono perciò essere tradotti come "controllo ragionato della direzione" oppure in inglese come *Policy Deployment*.

L'obiettivo è quello di fare in modo che ogni azione di ogni persona all'interno dell'azienda sia consapevolmente volta al raggiungimento degli obiettivi aziendali, decisi dalla Direzione e condivisi con i Lavoratori.

Per poter raggiungere questo obiettivo è opportuno seguire un metodo di lavoro specifico, descritto in Figura 3.1.



Figura 3.1: Metodo di sviluppo dello strumento dell'Hoshin Kanri

In primo luogo l'azienda deve capire quale sia la propria visione, deve quindi capire l'obiettivo della presenza sul mercato; inevitabilmente questo è un compito che spetta alla Direzione aziendale ed agli azionisti o soci.

Definito lo scopo dell'azienda è fondamentale capire quali siano gli obiettivi di lungo termine da perseguire per tener fede alla missione dell'azienda.

Una volta definito il valore e mappati i flussi è probabile trovarsi di fronte ad una lunga lista di obiettivi per portarsi dalla situazione attuale (*as is*) ad una situazione futura (*as to be*), con il rischio di non saper dove partire oppure di partire su tutti i fronti senza portarne a compimento alcuno, lasciando così il personale nello sconforto e facendo fallire l'idea innovativa del Pensiero Snello.

In questa situazione, il *Policy Deployment* permette di individuare, sulla base della visione dell'alta direzione, i due o tre obiettivi da perseguire per primi. Questo non significa abbandonare gli altri ma

prenderli in considerazione in un secondo momento, una volta raggiunti i primi risultati, coerentemente con la logica di *one-piece-flow*. (Womack e Jones, 1996).

Hoshin Kanri consiste nel definire coerentemente con la Visione (o Politica Aziendale usando il linguaggio delle normative sui sistemi di gestione) i pochi progetti da sviluppare ed assegnare le risorse umane (in particolare la competenza), economiche e temporali per raggiungere gli obiettivi nei tempi stabiliti.

Per fare questo la direzione ha la necessità di suddividere gli obiettivi di lungo termine in obiettivi annuali che saranno successivamente distribuiti ai direttori di funzione.

Il grande vantaggio dello strumento dell'*Hoshin Kanri* sta nel fatto che questo passaggio di obiettivi non avviene in modo impositivo ed unidirezionale; si instaura invece una sorta di contrattazione in cui le parti hanno lo stesso obiettivo ma approcci diversi: se da un lato la direzione punterà ad obiettivi estremamente sfidanti, in grado di aumentare produttività e flessibilità riducendo i costi; dall'altro i direttori operativi con un approccio decisamente più pratico avranno una visione molto più attenta al dettaglio, ai rischi ed alla fattibilità dell'operazione.

Il fatto di comunicare le finalità, discuterle e raggiungere un accordo su obiettivi realistici e condivisi permette di fornire alla direzione operativa responsabilità delle scelte e la giusta motivazione per perseguire l'impegno preso.

Da questo punto l'aspetto applicativo passa nelle mani della direzione operativa che traduce gli obiettivi annuali in obiettivi mensili. Questo avviene, ovviamente, con la stessa logica di coinvolgimento tra direzione operativa e capi reparto; ottenendo così un programma di attività mensile basato sulla logica del ciclo di Deming.

Assieme alla definizione degli obiettivi vengono anche stabiliti i metodi e gli strumenti per misurare e verificare l'avanzamento. Saranno quindi previsti dei momenti di verifica mensili per aggiustare il tiro su obiettivi di breve termine, evitando di realizzare solo dopo un anno di essere lontani dagli obiettivi concordati. Allo stesso modo, la valutazione annuale servirà per allineare gli obiettivi di medio termine a quelli di lungo termine.

La definizione formale del processo di *Policy Deployment* normalmente avviene con una matrice a X, come quella rappresentata in Figura 3.2 dove nelle righe in basso, in corrispondenza del settore 1 vengono identificati gli obiettivi di lungo termine; ognuno di questi viene poi suddiviso in obiettivi annuali, elencati nel settore 2.

Successivamente, gli obiettivi a breve termine danno origine ad una o più opportunità di miglioramento che vengono riportate in corrispondenza del settore 3.

A ciascuna opportunità di miglioramento viene associato un parametro numerico (KPI), elencato nel settore 4, in grado di determinare l'avanzamento ed il raggiungimento dell'obiettivo.

Per ultimo, ad ogni attività vengono associate le relative risorse e responsabilità, come evidenziato nell'area 5.

nell'ottica del *Policy Deployment*, con i Preposti rappresentati, a rigor di logica, dai Capi Reparto o responsabili di funzione.

Qualora si riuscisse nella stessa sede e con le stesse persone a discutere e definire sia gli obiettivi produttivi che quelli per la sicurezza, molto probabilmente si potrebbe ottenere un effetto sinergico in grado di integrare di fatto i due sistemi, evitando il rischio di stabilire obiettivi contrastanti tra i due ambiti.

In via del tutto teorica, essendo la sicurezza un interesse per tutti, la convergenza sulla definizione degli obiettivi dovrebbe essere molto semplice da ottenere rispetto a quella su obiettivi produttivi.

Utilizzando l'approccio del Pensiero Snello nella fase di pianificazione e manutenzione del Sistema di Gestione per la Sicurezza è possibile sfruttare la logica del miglioramento continuo ed andare oltre gli obblighi previsti dal D. Lgs. 81/08 senza limitarsi ad una revisione (o verifica di conformità) del sistema stesso solamente in occasione della riunione periodica o di importanti variazioni tecnologiche ed operative.

Il beneficio per quanto riguarda la salute sul luogo di lavoro diventa così molteplice: in primo luogo è probabile che la contrattazione tra le parti porti a definire un piano di lavoro realizzabile e non un'idea puramente teorica e difficile da realizzare; in secondo luogo il coinvolgimento delle parti interessate permette di responsabilizzare i Lavoratori e renderli parte attiva nelle scelte dell'azienda relativamente alla Sicurezza. Quest'ultimo aspetto comporta un evidente beneficio per la salute intesa come benessere psico-fisico; inoltre permette alla Direzione di avere un alleato nell'esecuzione del progetto. Infatti il Lavoratore sarà molto più stimolato a perseguire un obiettivo che ha condiviso piuttosto che uno che gli venga assegnato dall'alto.

Per ultimo si ottiene anche un aumento di fiducia nella Direzione; riportando il pensiero di Hafey (2009) "per il lavoratore non è importante quanto il capo ne sappia di sicurezza ma quanto egli si curi della sicurezza dei propri dipendenti". Lo strumento del *Policy Deployment* è sicuramente in grado di mettere in evidenza questo tipo di attenzione nei confronti dei collaboratori.

C'è infine da notare come la prima definizione del termine inglese di "*Policy Deployment*" si applichi ad un concetto più esteso di gestione della qualità in cui il raggiungimento di obiettivi a lungo termine stabiliti dalla Direzione possono essere realizzati solo quando i bisogni del livello più basso (operativo) sono soddisfatti, in piena analogia con la gerarchia dei bisogni di Maslow, rappresentata in Figura 2.1. (Ćwiklicki e Obora, 2011).

In Tabella 3.2 viene schematizzato quanto discusso

Tabella 3.2: Metodi ed effetti sulla salute e sicurezza legati all'applicazione della tecnica dell'Hoshin Kanri.

Fasi	Modalità	Effetti
Definizione politica e scelta macro-obiettivi di lungo termine.	Sulla base di Politica per la Sicurezza, DVR. Possibilmente integrando politica aziendale	Integrazione e sinergia di obiettivi
Definizione obiettivi di medio termine	sulla base della valutazione dei rischi e del coinvolgimento dei lavoratori (SPP, Preposti, RLS)	- Scelta di pochi obiettivi (con maggiore rischio) realizzabili. - Il lavoratore diventa alleato, non antagonista, con miglioramento del benessere psico-fisico - Convergenza più semplice dato l'interesse comune.
Condivisione obiettivi	distribuzione (deployment) attraverso Preposti e SPP	- Obiettivi realizzabili. - Efficacia dell'adozione del sistema, aumento di fiducia nei confronti della direzione
Definizione di metodi e parametri di valutazione, anche nel breve termine	Definizione di indicatori di prestazione in fase di distribuzione	- Motivazione dei lavoratori; - Stimolo al miglioramento; - Monitoraggio continuo.
Assegnazione risorse	Coinvolgimento	Attuazione principio responsabilità del lavoratore (art. 20)

Come si può notare, lo strumento dell'*Hoshin Kanri* mette assieme tutte le figure definite dal Testo Unico creando momenti volti a rafforzare la condivisione e l'orientamento di un risultato, quale la salute e sicurezza, in grado di portare beneficio a tutti i livelli gerarchici.

3.3 Coinvolgimento e gestione orizzontale dei gruppi di lavoro

Il coinvolgimento dei collaboratori, o "Lavoratori" utilizzando le definizioni del D. Lgs. 81/08, all'interno del contesto definito dal Pensiero Snello descrive un approccio collaborativo dal basso (*bottom-up*), in contrapposizione con la metodologia impositiva dall'alto (*top-down*) tipica della struttura gerarchica nelle aziende tradizionali.

Tale attitudine non riguarda solo l'ambito teorico ed organizzativo, facendo così venire meno i concetti di "ufficio" e "reparto", ma anche l'ambito pratico, mettendo nello stesso ambiente lavorativo, tipicamente quello produttivo, chi è deputato ad eseguire le lavorazioni e chi invece deve pensarle e verificarle. In questo modo vengono eliminate le barriere fisiche (i muri degli uffici) e comportamentali.

Per contro, l'appiattimento dell'organigramma e la trasformazione da una gestione per dipartimenti ad una per gruppi di lavoro con composizione variabile a seconda dell'obiettivo del progetto potrebbe rendere difficoltosa la chiara identificazione del proprio responsabile.

In questo caso infatti, con un organigramma a matrice, si hanno due referenti: un responsabile funzionale (il capo ufficio o capo reparto) e contemporaneamente ad un capo progetto, responsabile del raggiungimento dello specifico obiettivo.

Questa doppia dipendenza potrebbe creare dei conflitti per il lavoratore introducendo dei rischi di Stress Lavoro-correlato.

A tal proposito è opportuno ricordare che, nella procedura di valutazione del rischio da Stress Lavoro-Correlato predisposta dell'INAIL, si prevede la somministrazione di specifici questionari a gruppi omogenei di dipendenti con specifiche domande dalle quali identificare degli indici sulla qualità del clima aziendale.

Tra le domande, di cui si porta un estratto alla Figura 3.3, vi è una valutazione sulla chiara identificazione della struttura gerarchica e relativi ruoli e responsabilità.

Ruolo nell'ambito dell'organizzazione					
Tale Dimensione descrive situazioni in cui non è chiaro il ruolo che rivestono i singoli lavoratori. Pertanto sono presenti condizioni di ambiguità, sovrapposizione e conflitto di ruoli.					
N.	Indicatore	Si	No	Punteggio finale	Note
48	I lavoratori conoscono la linea gerarchica aziendale	0 <input type="checkbox"/>	1 <input type="checkbox"/>		
	I lavoratori conoscono l'ordine in cui il potere è esercitato e delegato: il datore di lavoro, i dirigenti, i preposti.				
49	I ruoli sono chiaramente definiti	0 <input type="checkbox"/>	1 <input type="checkbox"/>		
	I lavoratori sono a conoscenza dell'attività che devono svolgere e del ruolo che esercitano nei confronti di colleghi e superiori.				
50	Vi è una sovrapposizione di ruoli differenti sulle stesse persone (capo turno/preposto/responsabile qualità, ecc.)	1 <input type="checkbox"/>	0 <input type="checkbox"/>		
	Ci sono lavoratori che ricoprono più ruoli contemporaneamente.				
51	Accade di frequente che i dirigenti/preposti forniscano informazioni contrastanti circa il lavoro da svolgere	1 <input type="checkbox"/>	0 <input type="checkbox"/>		
	Si sono verificati errori o incomprensioni per mancata condivisione delle informazioni tra dirigenti e preposti o per confusione nella linea gerarchica aziendale.				

Figura 3.3: Estratto del questionario INAIL per la valutazione del rischio da Stress Lavoro-Correlato

Inoltre, attenendosi alle prescrizioni del D. Lgs. 81/08, questo dualismo di controllo nei confronti del lavoratore potrebbe creare alcune difficoltà nella definizione del ruolo di preposto. Infatti sia il Capo Progetto che il responsabile funzionale hanno un ruolo organizzativo e rappresentano una *“persona che, in ragione delle competenze professionali e nei limiti di poteri gerarchici e funzionali adeguati alla natura dell'incarico conferitogli, sovrintende alla attività lavorativa e garantisce l'attuazione delle direttive ricevute, controllandone la corretta esecuzione da parte dei lavoratori ed esercitando un funzionale potere di iniziativa”*; esattamente la definizione di Preposto riportata all'articolo 2 del Testo Unico.

Qualora ci si limitasse a considerare come preposto il solo Responsabile di Funzione, sulla base del fatto che questo potere gerarchico non sia temporaneo come nel caso del Capo Progetto, sarebbe necessario considerare anche l'articolo 299 secondo cui *“le posizioni di garanzia relative ai soggetti di cui all'articolo 2, comma 1, lettere b), d) ed e), gravano altresì su colui il quale, pur*

sprovvisto di regolare investitura, eserciti in concreto i poteri giuridici riferiti a ciascuno dei soggetti ivi definiti.”, con il rischio di estendere gli obblighi di preposto anche al Capo Progetto, pur non avendo personale subordinato.

Queste valutazioni possono sembrare cavilli legali, inutili a chi si occupi quotidianamente di problemi produttivi; tuttavia assumono un'importanza rilevante a seguito di un infortunio in cui sia necessario definire la catena di responsabilità ed attribuire le relative sanzioni.

Indipendentemente dalla figura con obbligo di vigilanza, gli autori sono concordi nel constatare il beneficio legato al coinvolgimento dei lavoratori nelle attività aziendali.

In particolare, nell'approccio integrato di *Lean Manufacturing* e Sicurezza proposta da Hafey (2009), l'introduzione di un gruppo di lavoro sui temi della sicurezza assicura che il programma per la sicurezza non sia solo un'attività legata al reparto produttivo; infatti la possibilità di lavorare assieme tra rappresentanti dell'organizzazione nella sua totalità fa in modo che non venga solo trasmessa la tecnica della sicurezza ma anche la cultura da portare poi nei vari reparti dell'azienda.

Inoltre, il fatto di far lavorare il gruppo su obiettivi come la salute e la sicurezza in grado di portare beneficio al gruppo stesso (oppure ai lavoratori in generale) permetterà di eliminare gli scarti più velocemente di qualsiasi altro metodo.

Un'ulteriore conferma, ma limitatamente all'ambito produttivo, arriva da Womack e Jones (1996), secondo i quali, dopo anni di esperienza è diventato evidente che tutti gli esperti delle diverse tecniche *Lean* quali, ad esempio *Toyota Production System*, *Total Productive Maintenance*, *Total Quality Control* e *Total Quality Management*, dovrebbero “vivere nella stessa gabbia” eliminando le rivalità e creando un lessico comune. Infatti, indipendentemente dalla tecnica utilizzata, perseguono tutti l'obiettivo del processo perfetto.

Combinando il pensiero di Hafey con quello di Womack e Jones si potrebbe quindi affermare che la miglior integrazione si crea con un gruppo di lavoro costituito da esperti di tecniche di *Lean Manufacturing* ed esperti di sicurezza che lavorino insieme senza rivalità nel perseguimento del processo a maggior valore aggiunto, sia per il cliente (o utilizzatore finale) che per ogni persona coinvolta nel ciclo progettuale e produttivo.

Un'ulteriore riflessione va fatta in relazione all'approccio proattivo del lavoratore; infatti l'approccio *Lean* di Toyota presuppone il coinvolgimento del personale di linea per la soluzione dei problemi e per le proposte di miglioramento continuo. Le decisioni quindi vengono prese da chi dispone di potere organizzativo e/o decisionale ma attraverso il coinvolgimento dei collaboratori.

Allo stesso modo, la normativa sulla salute e sicurezza nei luoghi di lavoro attribuisce la posizione di garanzia al Datore di Lavoro, identificato come figura dotata di potere decisionale e di spesa, ma attribuisce degli obblighi anche ai Lavoratori che non rappresentano solamente l'oggetto della garanzia ma diventano corresponsabili con il Datore di Lavoro delle condizioni di sicurezza, con precisi obblighi definiti nel Testo Unico per la Sicurezza e sanzionabili in caso di inadempienza:

- a) contribuire, insieme al datore di lavoro, ai dirigenti e ai preposti, all'adempimento degli obblighi previsti a tutela della salute e sicurezza sui luoghi di lavoro;*
- b) osservare le disposizioni e le istruzioni impartite dal datore di lavoro, dai dirigenti e dai preposti, ai fini della protezione collettiva ed individuale;*
- c) utilizzare correttamente le attrezzature di lavoro, le sostanze e le miscele pericolose, i mezzi di trasporto e, nonché i dispositivi di sicurezza;*
- d) utilizzare in modo appropriato i dispositivi di protezione messi a loro disposizione;*
- e) segnalare immediatamente al datore di lavoro, al dirigente o al preposto le deficienze dei mezzi e dei dispositivi di cui alle lettere c) e d), nonché qualsiasi eventuale condizione di pericolo di cui vengano a conoscenza, (...) dandone notizia al rappresentante dei lavoratori per la sicurezza;*
- f) non rimuovere o modificare senza autorizzazione i dispositivi di sicurezza o di segnalazione o di controllo;*
- g) non compiere di propria iniziativa operazioni o manovre che non sono di loro competenza ovvero che possono compromettere la sicurezza propria o di altri lavoratori;*
- h) partecipare ai programmi di formazione e di addestramento organizzati dal datore di lavoro;*
- i) sottoporsi ai controlli sanitari previsti dal presente decreto legislativo o comunque disposti dal medico competente.*

Viene quindi messo in evidenza il concetto secondo cui la sicurezza è una responsabilità distribuita, dove ogni lavoratore ha qualche responsabilità e deve dare il proprio contributo per mantenere il luogo di lavoro sicuro e salubre, per sé stesso e per i colleghi.

Pertanto, adottare un approccio *Lean* nella progettazione di un sistema di gestione della sicurezza significa applicare un modello basato sul coinvolgimento dei dipendenti e miglioramento dell'attività imprenditoriale usando gli strumenti del Pensiero Snello. Risulta quindi evidente come un approccio collaborativo e non impositivo con il Lavoratore permetta di facilitare la cultura della sicurezza dal basso, rendendola più efficace e duratura, favorendo gli adempimenti previsti dal Testo Unico sia da parte del Datore di Lavoro che dei Lavoratori.

Va ricordato comunque che il coinvolgimento dal basso può essere efficace solo con un pieno coinvolgimento dall'Alta Direzione ai supervisori di linea nel verificare quotidianamente la prestazione del sistema (Gnoni *et al.*, 2013).

Il coinvolgimento delle persone per rendere le giornate di lavoro più sicure dimostra un grande rispetto da parte del Datore di Lavoro e/o delle persone preposte a promuovere la sicurezza. (Hafey, 2009).

Un approccio di questo tipo potrebbe sembrare pura teoria, in realtà secondo Womack *et al.* (2009) un'azienda che abbia adottato l'approccio *Lean* riceve dai propri collaboratori migliaia di proposte di miglioramento e di queste mediamente il 90% vengono accettate; per contro, un'azienda

tradizionale non ha nemmeno evidenza delle azioni di miglioramento proposte; ovviamente, affinché il metodo sia efficace e stimolante, è necessario dar seguito alle proposte, ascoltarle e, se opportune, metterlo in pratica.

In Tabella 3.3 vengono sintetizzati gli effetti dell'organizzazione orizzontale in relazione ai requisiti del sistema di gestione per la sicurezza.

Tabella 3.3: Effetti dell'organizzazione orizzontale del Pensiero Snello

Metodo	Effetto	Pos / Neg
Destutturazione organigramma	Perdita della catena responsabilità	(-)
	Stress Lavoro-Correlato	(+/-)
	Difficile identificazione della figura di preposto	(-)
Coinvolgimento	Integrazione tra reparti diversi	(+)
	Diffusione della cultura della sicurezza+	(+)
	Corresponsabilità	(+)
Rotazione del lavoro	Riduzione fenomeno accomodamento	(+)
	Stress legato alla necessità di settare la mente su nuova attività	(-)

Come si può vedere, coinvolgendo la sfera psico-sociale, gli effetti non sono sempre positivi e, in alcuni casi, possono assumere anche effetti diversi a seconda della persona interessata, come nel caso della rotazione del lavoro.

3.4 Report A3

Lo strumento del Report A3 prende il nome dalle dimensioni del foglio di carta utilizzato per la sua compilazione. Esso permette di applicare in modo concreto il ciclo di Deming (*Plan-Do-Check-Act*) e sintetizzarne i concetti in due pagine, sviluppando la crescita intellettuale del personale. È importante notare che non si tratta di un'attività cerebrale da svolgere alla propria scrivania ma di una serie di passaggi che coinvolgono più persone, andando spesso sul posto in cui il problema si manifesta.

Esistono sette elementi che contraddistinguono l'approccio del Report A3 (Galgano *et al.*; 2013):

- *Processo di pensiero logico*: è significativo realizzare che secondo Toyota l'impossibilità di distinguere tra "causa" ed "effetto" sia il motivo principale di decisioni errate e dei problemi che restano irrisolti nella gestione quotidiana.

La chiara comprensione dei legami tra causa ed effetto permette di focalizzarsi sulle poche cause essenziali in grado di generare la maggior parte di effetti negativi, il 20% delle cause in grado di provocare l'80% dei problemi usando l'approccio di Pareto. L'identificazione di queste poche cause permette di evitare lo spreco di tempo in attività inutili in grado di non portare alcun risultato.

- *Obiettività*: le informazioni contenute nel Report A3 dovrebbero essere meno soggettive possibile; per questo l'autore del documento crea una propria visione del problema e lo condivide con gli esperti o le persone interessate raccogliendo dati e affinando continuamente la propria comprensione per isolare ipotesi, pregiudizi, luoghi comuni.
- *Risultati e processi*: nella logica del Report A3 sono importanti sia i processi che i risultati, nel senso che il raggiungimento del risultato non giustifica l'attuazione di un processo mediocre; allo stesso modo, l'implementazione di un processo perfetto ma che non porti a risultati è sintomo di un errore nella valutazione dello stato dei fatti e delle relazioni causa-effetto.
- *Sintesi, distillazione, visualizzazione*: il limite di spazio a disposizione per la redazione del documento comporta la necessità di sintetizzare e distillare le informazioni importanti ricevute da ogni fonte, necessarie a capire il problema. Molto spesso questa necessità porta a presentare le informazioni in modo grafico, condensando ulteriormente i concetti e rendendone più immediata la comprensione.
- *Allineamento*: l'attività di indagine e di raccolta permette di ottenere una sintesi dei vari punti di vista razionalizzati dall'autore che, con un approccio logico, definisce gli elementi oggettivi e propone delle strategie di intervento. L'attività di mediazione permette di creare una condivisione sullo stato delle cose e sul piano di intervento. Qualora una posizione non possa essere presa in considerazione, sarà opportuno spiegarne i motivi all'interessato per dimostrare che comunque il suo punto di vista non è stato trascurato con il rischio di inibire la collaborazione in un'occasione futura.
- *Coerenza ed omogeneità*: il flusso di informazioni riportate nel documento deve essere logico, coerente con gli obiettivi aziendali e basato su di una struttura omogenea (tra diversi autori, tra diversi stabilimenti, ...) in modo da renderne più immediata la comprensione.
- *Visione sistemica*: le evidenze del Report A3 devono essere in un'ottica globale dell'azienda; il beneficio ottenuto non deve essere a solo vantaggio di un reparto creando problemi da un'altra parte dell'organizzazione.

Definite le caratteristiche fondamentali, esistono diversi modi di articolare il Report A3 contenenti informazioni leggermente diversi a seconda che si tratti di un documento per registrare la risoluzione di un problema (come quello riportato in Figura 3.4), per proporre una soluzione, per dare evidenza dell'avanzamento dei lavori o altro.

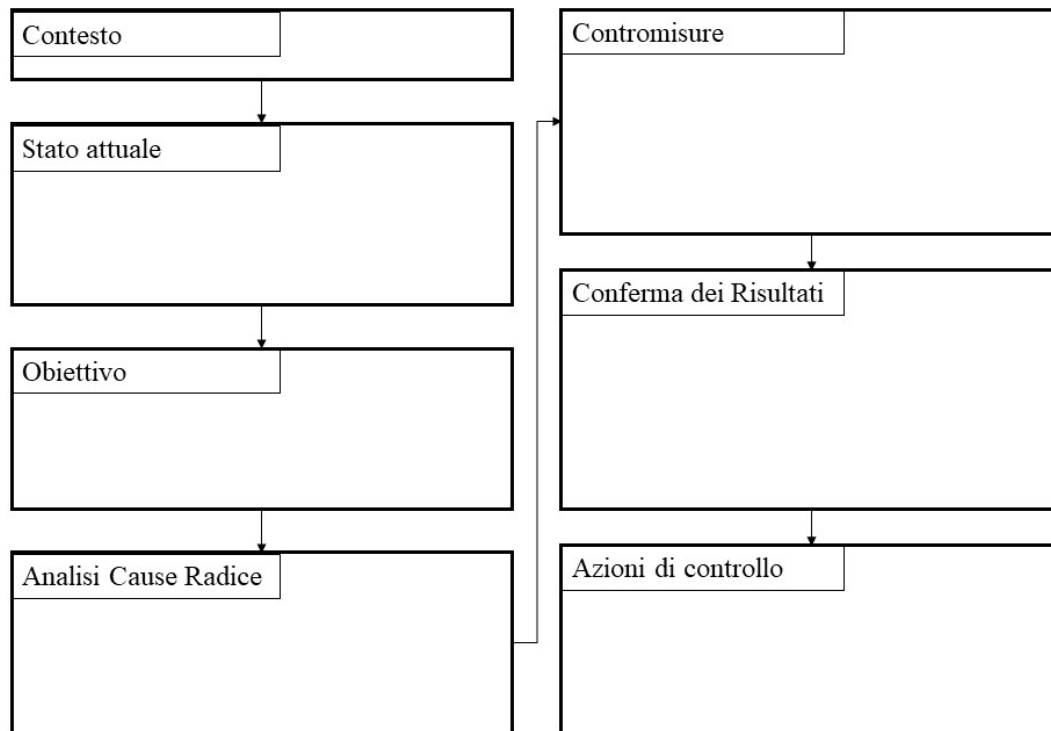


Figura 3.4: Struttura e contenuti di un Report A3 per la risoluzione di un problema

L'aspetto fondamentale relativo a questa trattazione consiste nel considerare il Report A3 come potente strumento in grado di condividere e registrare le informazioni relative agli adempimenti previsti dall'articolo 30 del D. Lgs. 81/08 o da qualsiasi sistema di gestione per la sicurezza; senza limitarsi ad una semplice lista di controllo in grado di stabilire la conformità, ma come uno strumento in grado di provare, anche da un punto di vista legale, l'attenzione alla risoluzione delle criticità attraverso il completamento o lo stato di avanzamento di determinate attività.

3.5 Kaizen Blitz

Il *Kaizen Blitz* è un evento rapido e concentrato di miglioramento continuo; infatti la parola "*Kaizen*" può essere tradotta come "cambiamento verso il meglio", mentre *blitz* dà l'idea di un'attività rapida e concentrata.

Si tratta di eventi di gruppo della durata di alcuni giorni in cui ci si concentra in un obiettivo specifico, generalmente nei sistemi produttivi basati sulla *Lean Manufacturing* si punta alla riduzione dei tempi ciclo attraverso metodologie per velocizzare i cambi utensile grazie all'esperienza di persone con competenze diverse, come tecnici, manutentori, esperti di processo, etc.

In quest'ottica, il *Kaizen Blitz* diventa uno strumento potentissimo nel momento in cui non viene focalizzato sulla riduzione dei tempi ciclo ma sul miglioramento delle condizioni di sicurezza, attraverso la riduzione degli scarti, intesi come situazioni, comportamenti e modi di operare che possano determinare situazioni in grado di stabilire inutili condizioni di rischio per la salute e sicurezza dei lavoratori.

Capita frequentemente che a seguito di *Kaizen Blitz* focalizzati sulla sicurezza si ottengano anche dei vantaggi produttivi. Questo fenomeno è legato al fatto che nel tentativo di rendere il lavoro più sicuro si ottiene una semplificazione del processo in grado di renderlo più veloce (Hafey, 2009).

Come per ogni attività, la pianificazione dell'evento assume un'importanza decisiva; è necessario determinarne gli obiettivi, individuare i partecipanti più appropriati allo scopo, predisporre il materiale necessario e soprattutto ottenere la disponibilità dello spazio produttivo dato che generalmente questo tipo di eventi avviene nel luogo reale (*Gemba*, si veda § 4.4) dove si manifestano i problemi.

Normalmente, il gruppo di lavoro è composto da un esperto di processi, in grado di portare la visione globale del sistema; un sostenitore del miglioramento continuo, per trainare le attività di miglioramento; un oppositore del miglioramento continuo, per dargli la possibilità di vivere l'esperienza e cambiare il punto di vista; dei tecnici esperti, in grado di eseguire le operazioni oggetto di *kaizen*; personale coinvolto nelle attività a monte ed a valle, per evitare di spostare gli sprechi da un luogo all'altro del processo.

Nella prima parte dell'evento viene fatta una formazione generale sugli strumenti da utilizzare e sull'obiettivo dell'evento; si passa poi ad analizzare la situazione attuale cogliendo le opportunità di miglioramento che verranno successivamente raggruppate per ambiti simili; ogni ambito sarà assegnato ad un sottogruppo di lavoro che produrrà delle proposte di miglioramento da discutere per selezionarne alcune da implementare subito dopo.

Normalmente, avere del tempo per pensare alla propria attività permette di stimolare la creatività; per questo motivo, durante questi eventi, vengono proposte diverse soluzioni migliorative.

Il *Kaizen Blitz* è un momento pratico, per cui non ci si limita ad enunciare le possibili soluzioni ma si eseguono direttamente delle modifiche in campo per arrivare a fine evento con lo stato futuro ("*As to be*") realizzato.

Il tutto si chiude con la formalizzazione dei risultati ottenuti dai vari sottogruppi attraverso una presentazione e l'elenco delle ulteriori possibilità di miglioramento.

Il maggior beneficio di questo tipo di eventi non sta nel miglioramento del processo ma nel cambio di mentalità che significa, nel caso specifico, una maggiore cultura della sicurezza, creando persone in grado di identificare possibili miglioramenti nel lavoro di ogni giorno, senza limitarsi a compilare delle liste di controllo. Il fatto di vivere un'esperienza in prima persona permette inoltre di diffondere tra i colleghi l'attitudine al miglioramento continuo più di quanto possa farlo una figura apicale, designata a quello scopo.

Capitolo 4

ISO 45001:2018 e Pensiero Snello

Il capitolo descrive i requisiti di conformità della norma ISO 45001 relativa ai sistemi di gestione per la sicurezza e li mette in relazione agli strumenti del Pensiero Snello in grado di soddisfarne i requisiti. Successivamente si focalizza sugli strumenti principali individuati con l'obiettivo di darne una descrizione e stabilire se ci siano o meno delle caratteristiche comuni tra logica produttiva e di sicurezza in grado di favorire un'integrazione sinergica tra i due sistemi.

4.1 Requisiti della ISO 45001

Il confronto tra la ISO 45001 e l'approccio del Pensiero Snello si basa sulla verifica dei requisiti previsti ai punti da 4 a 10. Rispetto a quanto previsto dal D.Lgs. 81/08 risulta più semplice eseguire una comparazione data la natura decisamente più tecnica dello standard internazionale.

Una prima similitudine può essere legata al fatto che sia la ISO 45001 che gli strumenti del Pensiero Snello sono ispirati al ciclo di Deming. Nel caso dello standard ISO questo concetto è chiaramente descritto al paragrafo 0.4, mentre nell'approccio *Lean* lo si riscontra dalle trattazioni di alcuni autori, ad esempio Galgano (2013) e Attolico (2012).

Prima di entrare nel dettaglio di una comparazione puntuale, si può comunque vedere come i due strumenti (norma ISO e approccio snello) abbiano alcuni aspetti in comune, in particolare:

- l'analisi dello stato iniziale ("contesto") e la rappresentazione dello stato finale che si vuole ottenere ("obiettivi") vengono rappresentati nel mondo del Pensiero Snello con la Mappa del Flusso di Valore (*Value Stream Map*) nella situazione attuale ("*As Is*") e nella proiezione futura ("*As To Be*");
- il coinvolgimento delle persone, il cui strumento principale è noto come *Hoshin Kanri*, o *Policy Deployment*; descritto al § 3.2;
- l'approccio al miglioramento continuo, attraverso il termine giapponese *Kaizen*, che significa "cambiamento verso il meglio";

- la misurazione del processo; sia in termini di prestazioni impiantistiche attraverso gli indicatori di prestazione definiti in fase di analisi iniziale, ma soprattutto sotto il punto di vista del valore aggiunto percepito per l'utilizzatore finale.

Analogamente al paragrafo precedente, nella Figura 4.1 viene presentato il confronto tra i requisiti specifici della norma e gli strumenti del pensiero snello in grado di fornire una risposta. In questo caso i contenuti della norma saranno sintetizzati per capitoli per renderne più agevole la lettura e per aspetti legati al diritto d'autore.

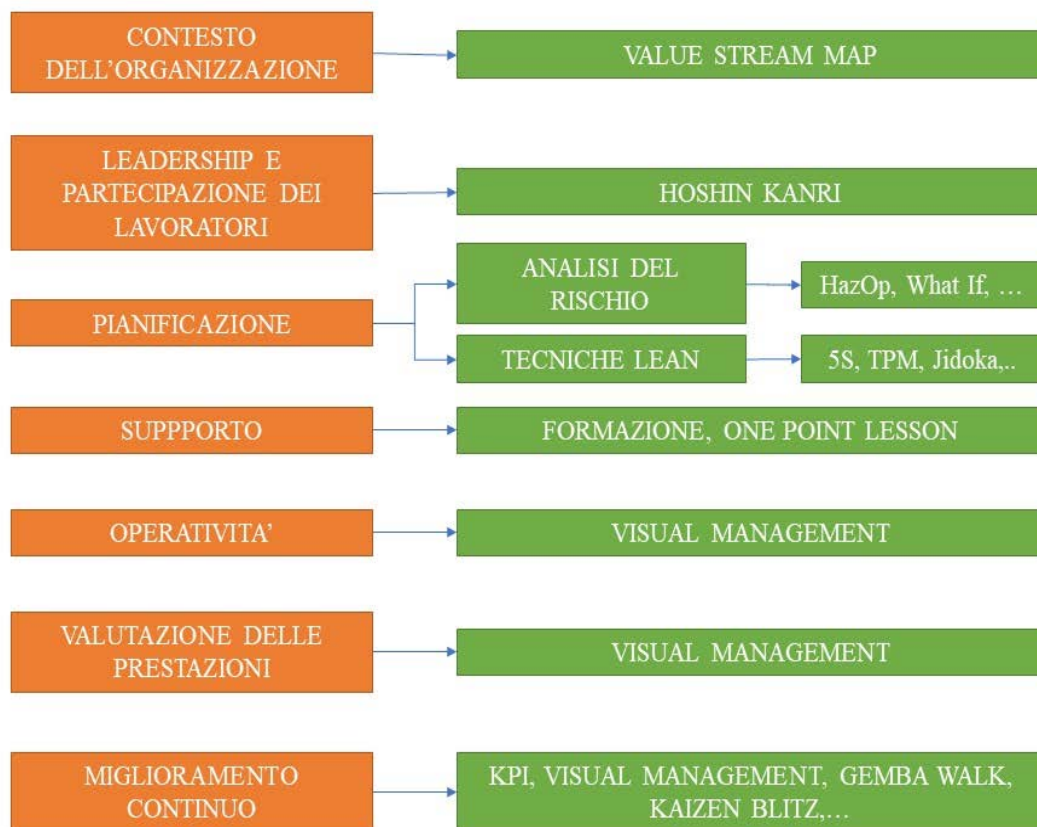


Figura 4.1: Confronto tra requisiti della EN ISO 45001 e tecniche del Pensiero Snello

Il capitolo 4 della ISO 45001 descrive i requisiti per la valutazione del contesto iniziale dell'organizzazione, definendo i confini dell'analisi; gli aspetti ambientali; i requisiti legali e le aspettative delle parti interessate, includendo tra queste anche i lavoratori. Infine richiede di stabilire, implementare, mantenere e migliorare continuamente il sistema sulla base di monitoraggi periodici e dei valori ottenuti per gli indici prestazionali.

Nell'ottica del Pensiero Snello, la definizione del contesto si traduce nella mappatura del flusso di valore attuale e nella progettazione di uno stato futuro dove sia aumentata la quota parte di attività a valore aggiunto, facendo scorrere il flusso in modo continuo senza interruzioni, come descritto al § 4.2. Un esempio di Value Stream Map è rappresentato in Figura 4.2. L'aspetto importante da tenere

in considerazione è che la definizione di valore deve essere fatta nei confronti dell'oggetto della garanzia, cioè il Lavoratore così come definito all'articolo 2 del D. Lgs. 81/08.

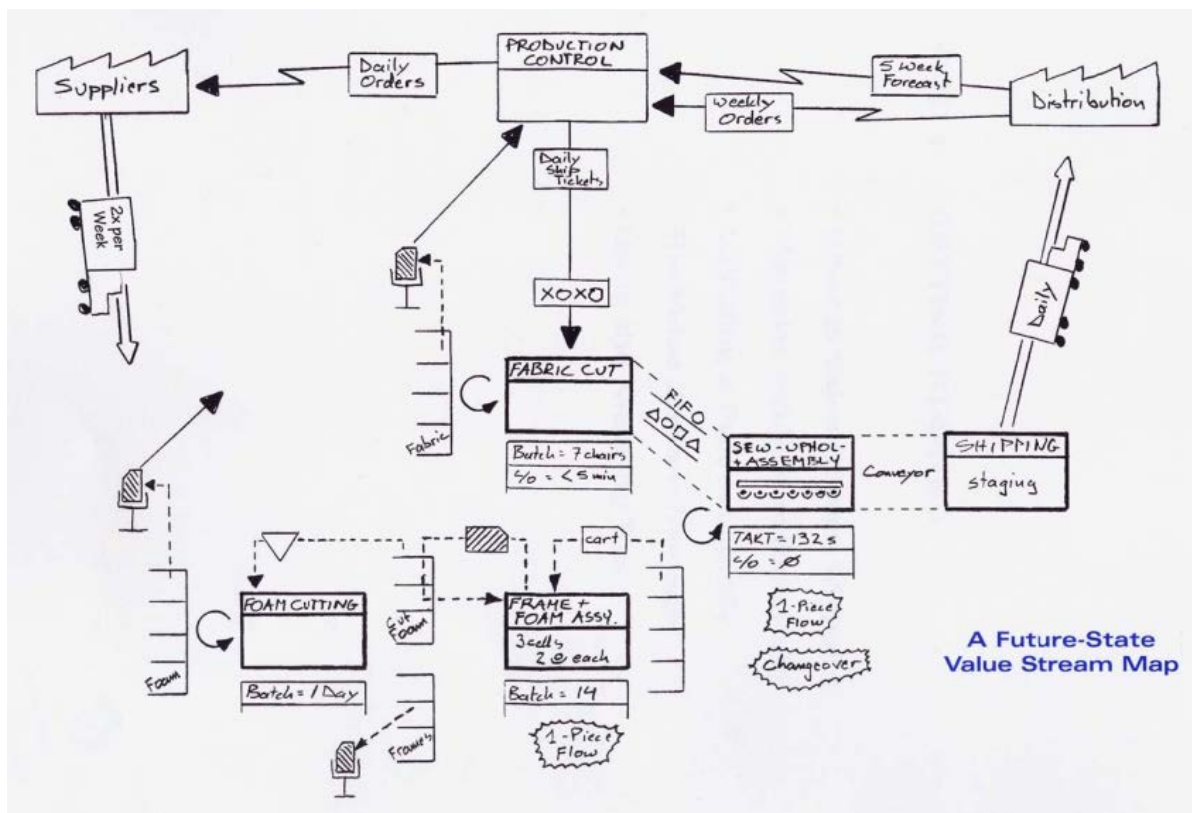


Figura 4.2: Esempio di Value Stream Map. Rother e Shook (1999)

L'attenzione a non interrompere il flusso ed a non rallentarlo porterà a galla numerosi sprechi (o rischi) che andranno preferibilmente rimossi o, in alternativa, trattati riducendoli ad un livello più basso possibile in relazione alle conoscenze e tecnologie disponibili.

Nel capitolo 5 della ISO 45001, intitolato "Leadership e partecipazione dei lavoratori" si richiede sostanzialmente una presa di coscienza da parte della direzione in relazione alla garanzia di sicurezza, una definizione degli obiettivi aziendali coerentemente al contesto ed alla politica aziendale, l'integrazione con i processi aziendali e l'allocazione di risorse (intese come competenze, autorità, disponibilità economiche e di mezzi) per raggiungere gli obiettivi previsti.

Gli impegni stabiliti dovranno essere comunicati e la direzione avrà il compito di supportare i manager nel perseguire l'obiettivo, anche sviluppando una cultura della sicurezza a tutti i livelli con il coinvolgimento dei lavoratori.

La Politica Aziendale per la Sicurezza dovrà puntare ad ottenere un ambiente di lavoro sano e sicuro per i lavoratori, in relazione ai rischi ed alle opportunità dell'attività, attraverso la conformità legale, una riduzione dei rischi ed un miglioramento continuo, anche grazie alla partecipazione dei lavoratori.

Nel capitolo 6 viene definita la parte sostanziale dell'analisi del rischio, dove si richiede che vengano presi in considerazione contesto aziendale, requisiti delle parti interessate, obiettivi del sistema di gestione per la sicurezza e gli elementi in uscita dal riesame delle azioni precedenti per costruire un piano di attività realizzabili in grado di garantire un miglioramento continuo delle condizioni di salute e sicurezza.

Lo strumento *Lean* ideale per la definizione degli obiettivi (Politica per la Sicurezza in questo caso) da parte dell'alta direzione, la condivisione ai vari livelli e la distribuzione delle responsabilità va sotto il nome giapponese di *Hoshin Kanri*, o *Policy Deployment*, descritto al § 3.2.

Si tratta di uno strumento in cui la direzione determina alcuni obiettivi di lungo termine da perseguire. Il fatto che vengano scelti pochi obiettivi ha lo scopo di spingere a concentrarsi su pochi problemi e risolverli, evitando di disperdere le energie su più fronti, con il rischio di non giungere mai a conclusione.

Gli obiettivi di lungo termine vengono successivamente “rimbalzati” al livello gerarchico successivo, con il quale vanno contrattati e condivisi definendo gli obiettivi annuali. Come visto al § 3.2, questa contrattazione permetterà di ottenere obiettivi ambiziosi, sotto la pressione della direzione, ma realistici in quanto valutati attraverso l'approccio più pratico ed operativo dei manager di medio livello.

Definiti gli obiettivi di medio livello, il processo si sposta al livello inferiore, cercando la condivisione degli obiettivi di medio termine con capi reparto e definendo nuovi obiettivi di breve termine.

La definizione di obiettivi annuali, porta con sé la definizione di indicatori di prestazione in grado di valutare l'efficacia dell'azione di miglioramento e l'avanzamento rispetto al traguardo finale, permettendo di ottenere obiettivi che siano concreti, attuabili e misurabili, esattamente come richiesto dalla ISO 45001.

La pianificazione più dettagliata delle attività e le relative soluzioni tecniche sono sostanzialmente basate sulla classica analisi e valutazione del rischio per identificare le priorità di intervento.

Gli strumenti in grado di supportare questa fase possono essere reperiti sia tra le tecniche dell'analisi del rischio che tra quelle della *Lean Manufacturing*.

Tra i primi possiamo citare ad esempio:

- la tecnica *HazOp*, tipica delle aziende di processo in cui si suddivide l'impianto in diverse sezioni ed in ciascun nodo si assumono delle deviazioni nei parametri fisici rispetto al comportamento normale, valutandone le conseguenze;
- il metodo *What If*, in cui si fanno delle ipotesi di malfunzionamenti per stabilire le conseguenze di tale evento;
- il metodo FMEA, acronimo di *Failure Mode Effect Analysis*, in cui si stabilisce un metodo di guasto e si vanno a valutare gli effetti conseguenti. L'utilizzo di indici permette di

calcolare un numero che dà indicazione della priorità di rischio sulla base del quale si programmano le attività di mitigazione del rischio.

- metodi speditivi o ad indici, come il caso del Codice di Prevenzione incendi, dove in base a tabelle vengono definiti degli indici che si compongono per determinare un profilo di rischio. Nel caso specifico, ad esempio, si parla di “Rischio Vita”, “Rischio Beni” e “Rischio Ambiente”.

Parallelamente, si può attingere a strumenti del Pensiero Snello per utilizzare altre tecniche per l’analisi e la risoluzione dei problemi, come ad esempio

- il *metodo 5S* per l’eliminazione di attività inutili ai fini dei processi e potenzialmente fonte di rischio, descritto in dettaglio al §4.3;
- i *kaizen blitz* per l’identificazione delle criticità e la risoluzione dei problemi sul campo grazie al coinvolgimento degli operatori, descritto in dettaglio al § 3.5;
- il TPM (*Total Productive Maintenance*) in grado di fornire un monitoraggio costante della funzionalità dei macchinari ed intervenire prima che avvengano le rotture, con effetti significativi sia sulla produttività che sulla sicurezza, descritto in dettaglio al § 5.3;
- la tecnica dei *5 Perché* per non fermarsi alla prima soluzione evidente ma identificare la causa radice della fonte di rischio, descritto in dettaglio al §5.4;
- il *Jidoka*, che consiste nel fermare la produzione in caso di produzione anomala per far in modo che un difetto o malfunzionamento non possa fermare la linea. Questo aspetto verrà descritto in dettaglio al § 4.4;
- i *Safety Gemba Walk* per l’identificazione delle opportunità di miglioramento direttamente nel luogo si manifestano i rischi, con la possibilità di coinvolgere l’operatore nella soluzione del problema evidenziando un interesse nel prendersi cura della *sua salute e sicurezza*, anch’esso descritto al § 4.4;
- Il *Report A3* per la sintesi e la documentazione delle attività eseguite, descritto al § 3.4.

Nella seconda parte del paragrafo 6 vengono identificate le caratteristiche del piano di lavoro scaturito dall’analisi e valutazione dei rischi. Questo deve contenere attività coerenti con la politica, misurabili, monitorate, comunicate a tutti gli interessati ed appropriate.

Definite le attività da portare a termine, il capitolo 7 si concentra nella pianificazione delle risorse e strumenti necessari all’organizzazione per poter svolgere i compiti assegnati e raggiungere efficacemente l’obiettivo.

In particolare si parla di competenze tecniche, intese sia come capacità di identificare i pericoli e prevederne i rischi, che come consapevolezza della politica aziendale e dell’importanza del contributo di ciascuno alla riduzione dei rischi.

Nell'approccio del Pensiero Snello, la formazione assume un'importanza fondamentale. Infatti la necessità di mantenere un'elevata flessibilità produttiva richiede di riorganizzare frequentemente i gruppi di lavoro, concentrando più risorse in una cella di lavoro (o linea produttiva) nel momento di maggior carico di lavoro. Questi spostamenti sono possibili solamente grazie alla formazione del personale che lo rende in grado di lavorare su più postazioni, con un vantaggio per l'azienda ed una valorizzazione per la persona stessa.

Per tenere sotto controllo le competenze si usa una matrice delle competenze (*skill matrix*) nella quale vengono riportati i nomi dei lavoratori su ciascuna riga e le competenze necessarie nelle colonne. Ogni risorsa viene poi caratterizzata in base al livello di competenza ed autonomia nell'eseguire un'attività; la visualizzazione può avvenire attraverso l'uso di colori diversi, cerchi suddivisi in settori o qualsiasi altro metodo in grado di rendere l'informazione facilmente reperibile e comprensibile.

Il capitolo 7 si concentra poi sull'efficacia della comunicazione sia interna che esterna e sulla necessità di tenere documentate le attività relative al sistema di gestione della sicurezza.

In questo caso un grande supporto all'efficacia della comunicazione (almeno interna) è dato da tutti i sistemi di Gestione Visiva (*Visual Management*) del Pensiero Snello. Essi sono basati sul principio secondo cui è più probabile che l'informazione passata visivamente venga chiaramente capita e ricordata (attraverso la visualizzazione continua) evitando così che informazioni preziose vengano dimenticate tra le svariate incombenze quotidiane.

Sotto questo aspetto ricadono anche tutte le attività di informazione e formazione, infatti per formalizzare quanto appreso e renderlo disponibile al momento del bisogno si fa uso dei cosiddetti *One Point Lesson* (abbreviato in OPL, letteralmente "lezioni in un punto"). L'oggetto della formazione viene quindi sintetizzato in un foglio A4, possibilmente con immagini facili da capire e ricordare, e posizionato ben in vista dove deve essere utilizzato, rendendolo sempre disponibile a tutti. Un esempio relativo al caso studiato nel Capitolo 9 è riportato in Figura 4.3.

Un ulteriore esempio *Visual Management* utilizzato per gestire l'avanzamento della produzione è legato ai *kanban*, cioè dei "cartellini" fisici che riportano alcune informazioni e che, attraverso la loro presenza in un determinato punto, forniscono precise istruzioni, determinano una specifica azione da parte degli interessati.

In particolare si possono distinguere in

- *kanban* di produzione: rappresentano un vero e proprio ordine di produzione. Il posizionamento del cartellino in una rastrelliera autorizza la stazione a monte ad iniziare la produzione;
- *kanban* di movimentazione: vengono utilizzati per rifornire la linea di produzione con il materiale necessario; autorizzano quindi il trasporto del materiale dal magazzino alla linea di produzione.

In alcuni casi questi cartellini possono essere sostituiti da contenitori, ad esempio di colori diversi a seconda dell'oggetto da produrre, la cui dimensione è già in grado di determinare la dimensione del lotto.



FO – 5S One Point Lesson

Pagina 1 / 1

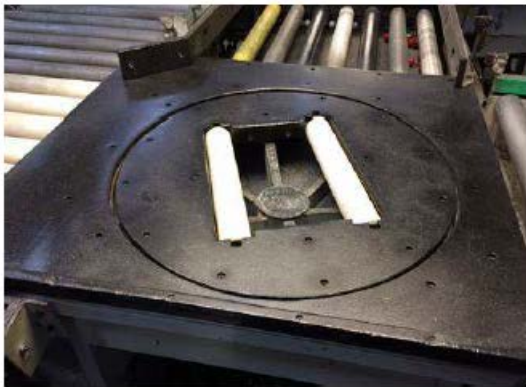
Reparto: Verniciatura	Area: Linea E	Fase di Processo: Controllo Finale
Fase Operativa: Pulizia banchetto controllo Finale		5S (n°): OPL 0509
Preparato da:		Data emissione: 11/12/2015
		
No.	Operazioni	
1	Pulire accuratamente banco con straccio o aria compressa, da trucioli o residui di vernice. (ogni 10-20 ruote)	
2	Verificare lo stato d'usura del delle superfici e rulli.	
3	Compilare l'apposita scheda di avvenuta operazione (codice operatore).	
Note: Operazione eseguita da: Operatore Linea secondo calendario automanutenzione/disposizioni. In caso di dubbi o anomalie avvisare il Capo Turno.		
Sicurezza:		

Figura 4.3: Esempio di OPL (One Point Lesson)

Questo sistema permette di evitare le sovrapproduzioni, realizzando i componenti necessari solo al momento richiesto, garantendo così la flessibilità di cambiare il programma di produzione anche con scarso preavviso.

Un ulteriore esempio di *Visual Management* è legato alla comunicazione sullo stato dei progetti; è comune nelle aziende che abbiano implementato il Pensiero Snello utilizzare tabelloni che riportano le informazioni essenziali sull'avanzamento dei lavori, grazie a dei cartellini che si muovono tra le fasi di *Plan-Do-Check-Act*, come rappresentato in Figura 4.4, oppure con visualizzazione degli indicatori (KPIs).

L'installazione di un tabellone di questo tipo in uno spazio condiviso tra chi si occupa di miglioramento continuo e chi cura la sicurezza in azienda permetterebbe facilmente di raggiungere

quell'integrazione progettuale in grado di creare una sinergia tra gli effetti del Pensiero Snello e un miglioramento delle condizioni di sicurezza.

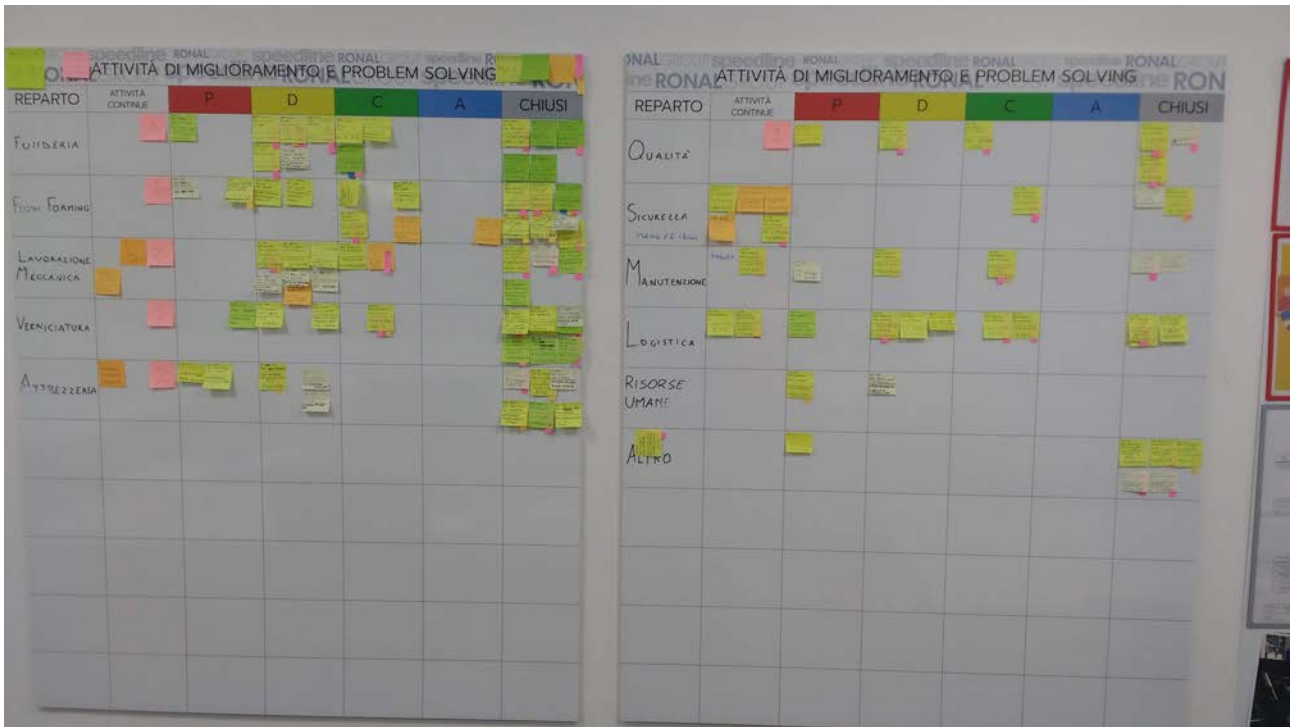


Figura 4.4: Avanzamento dei progetti di miglioramento con tecniche di Visual Management

In alcuni casi vengono anche predisposte opportune stanze (*Obeya Room*), ad esempio nel caso in cui il volume di informazioni da scambiare sia particolarmente consistente e riguardi un progetto significativo sotto il profilo dell'importanza e del coinvolgimento di risorse.

Il capitolo 8 della ISO 45001 entra nella fase del "DO" identificando le attività da eseguire per ridurre il rischio determinato nelle fasi precedenti. In particolare stabilisce la gerarchia di intervento, partendo dall'eliminazione del pericolo, per passare poi alle misure preventive e terminare, qualora il rischio residuo non sia ancora accettabile, con le misure protettive, preferendo quelle collettive rispetto alle personali.

Il piano di attività così definito deve necessariamente riguardare tutte le fasi della vita del prodotto o del servizio, partendo dalla progettazione, passando per l'approvvigionamento delle materie prime, l'affidamento di attività a terzi e così via per far in modo che la riduzione del rischio non sia in realtà uno spostamento di rischio ad un altro settore dell'azienda, magari con difficoltà maggiori nel gestire il rischio stesso.

La fase di esecuzione richiede anche la preparazione ad affrontare emergenze, si richiede quindi la definizione di un piano di emergenza noto a tutti, oggetto anch'esso di formazione e miglioramento continuo.

Anche in questo caso gli strumenti offerti dal Pensiero Snello sono diversi, basti pensare al concetto del sistema “*pull*” in grado creare la giusta pressione affinché le attività previste dal sistema di gestione in fase di pianificazione vengano portate a termine.

Nelle fasi di progettazione l’approccio *Lean* propone di rovesciare le logiche tradizionali, evitando di iniziare le attività operative il prima possibile. Capita spesso infatti di iniziare delle operazioni consapevoli di essere già in ritardo e di sentire la pressione di iniziare a realizzare qualcosa credendo (generalmente a torto) che questo sia l’unico modo per guadagnare del tempo.

Nell’approccio del Pensiero Snello, si dovrebbe invece investire molto più tempo nella fase iniziale con gli strumenti di *Kentou* (esplorazione di concetti) e del *Set Based Concurrent Engineering*, una tecnica che permette di definire nelle fasi iniziali diverse possibilità di soluzione e scartare le meno appropriate per arrivare alla fine con un’unica soluzione condivisa da tutti gli interessati, usando un processo di convergenza raffigurabile in un imbuto, come in Figura 4.5.

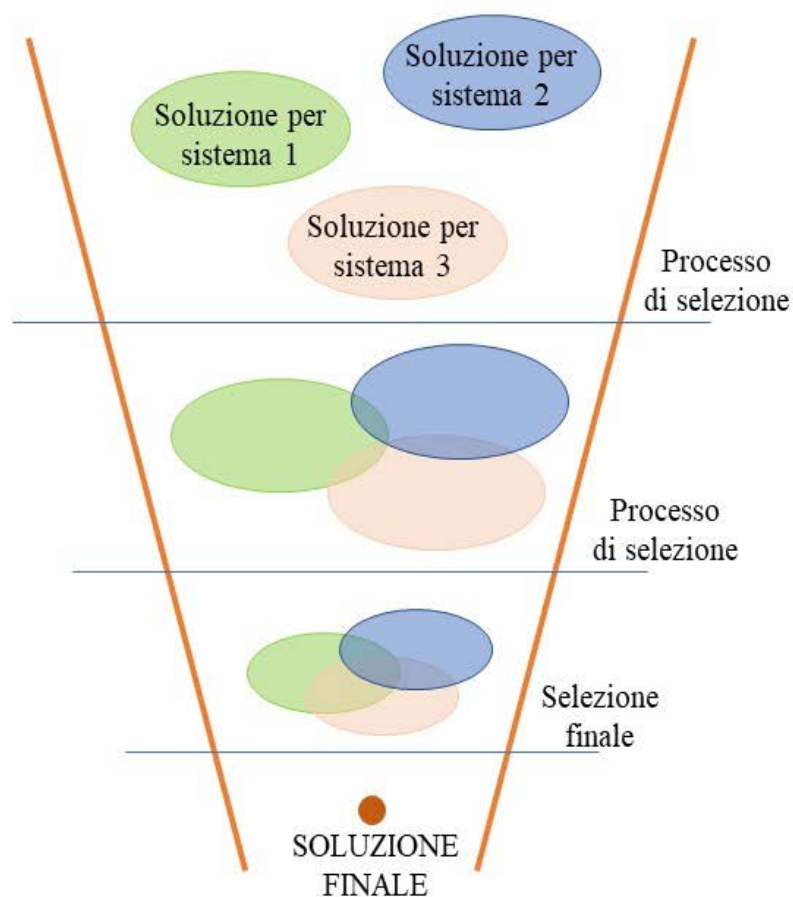


Figura 4.5: Approccio "a imbuto" del Set Based Concurrent Engineering

Questo approccio permette di vagliare già dall’inizio vantaggi e svantaggi di una modifica introdotta ed iniziare a lavorare su di una soluzione ben discussa evitando di dover sostenere modifiche in corso d’opera, dove i costi per la revisione sono molto più elevati rispetto alle stesse modifiche introdotte in fase di sviluppo.

Inoltre, l'approccio del *Set Based Concurrent Engineering*, nonostante il maggior investimento iniziale di tempo, permette arrivare alla soluzione finale più velocemente, come rappresentato in Figura 4.6, evitando inutili rilavorazioni legate ad aspetti trascurati nella fase di esplorazione dei concetti (Attolico, 2012).

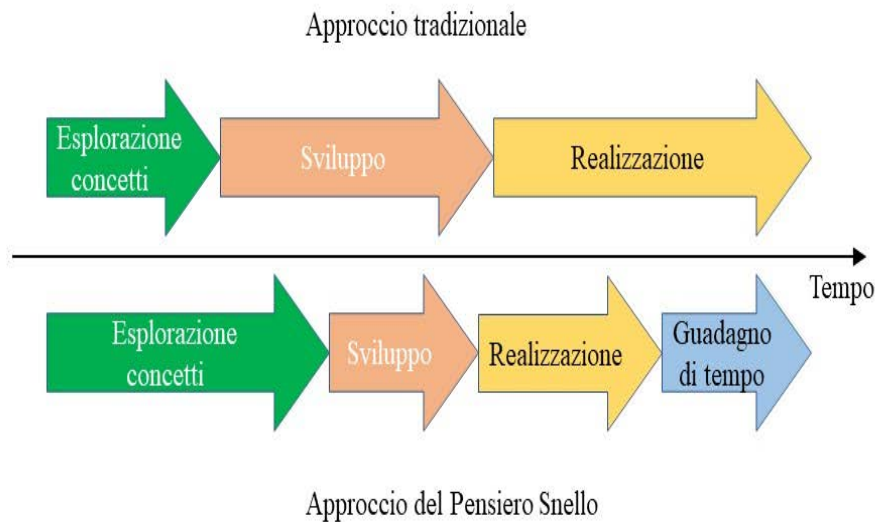


Figura 4.6: Velocità realizzativa nell'approccio *Set Based Concurrent Engineering* rispetto al metodo tradizionale

Nell'Ingegneria della Sicurezza il guadagno di tempo significa poter risolvere più velocemente una criticità evitando un'inutile esposizione al rischio e riducendo la possibilità che la strategia intrapresa possa avere risvolti negativi sotto altri punti di vista non considerati nella fase di analisi. Le simulazioni di situazioni di emergenza citate al § 8.2 della ISO 45001 potrebbero non limitarsi al solo fine di registrare l'adempimento ai requisiti (compilando una lista di controllo), ma diventare occasione per rivedere criticamente le procedure e valutare possibili miglioramenti attraverso eventi dedicati, ad esempio *kaizen blitz* (si veda § 3.5) che coinvolgano le varie figure interessate. Il capitolo 9 entra nella fase di *check* e introduce il concetto di monitoraggio delle prestazioni evidenziando in particolare l'aderenza ai requisiti legislativi. Gli strumenti indicati dalla norma sono gli audit interni ed il riesame della direzione.

Nell'ottica *Lean*, in particolare nello strumento dell'*Hoshin Kanri*, i criteri e le frequenze di valutazione vengono stabiliti nella fase iniziale e rappresentati nella matrice a X (Figura 3.2), determinando indicatori di misura, valori da raggiungere e momenti periodici di verifica a vari livelli gerarchici che, normalmente, vengono condivisi con gli strumenti del *Visual Management*.

Una nota particolare la merita il piano di audit che, nell'ottica del Pensiero Snello si spinge nel luogo dove le attività avvengono realmente (*Gemba*, vedi § 4.4) per identificare possibili spunti di miglioramento in collaborazione con il personale operativo.

Per ultimo, il capitolo 10 descrive le attività di miglioramento, cioè la fase di *ACT* con cui le evidenze raccolte nella fase di monitoraggio che segue le attività di miglioramento diventano il nuovo contesto, cioè il punto di partenza per sviluppare un nuovo piano di cambiamento.

Sotto questo punto di vista il Pensiero Snello non si accontenta della *via migliore* (come definita da Ford), intesa come soluzione ottimale e statica; al contrario, va alla ricerca volontaria dell'eccellenza grazie al pilastro del miglioramento continuo.

Una sintesi di quanto discusso è riportata in Tabella 4.1.

Tabella 4.1: Confronto tra requisiti della ISO 45001 e strumenti del Pensiero Snello in grado di soddisfarli

ISO 45001 (Parole Chiave)	PENSIERO SNELLO (Strumenti)
Contesto dell'organizzazione	<i>Value Stream Mapping</i> , dove il valore è rappresentato dalle condizioni di salute e sicurezza dei lavoratori e gli sprechi sono i rischi in grado di interrompere un "flusso di sicurezza".
Impegno dell'alta direzione Politica per la salute e sicurezza Organizzazione, ruoli, responsabilità ed autorità Consultazione dei lavoratori	Definizione degli obiettivi di lungo, medio e breve termine attraverso lo strumento dell' <i>Hoshin Kanrin</i> . Gli obiettivi condivisi per ottenere una strategia allineata e comunicati con tecniche di <i>Visual Management</i> . La consultazione dei lavoratori avviene con diverse tecniche a seconda del contesto, ad esempio <i>Safety Gemba Walk</i> , <i>Safety meeting</i> , <i>kaizen blitz</i> , <i>near-miss management system</i> .
Azioni per affrontare rischi e opportunità Identificazione, valutazione e trattamento dei rischi Altre opportunità Requisiti legali e altri requisiti	L'identificazione, l'analisi, la valutazione e la gestione del rischio possono riguardare diversi strumenti dell'Ingegneria della Sicurezza o del Pensiero Snello, ad esempio: <i>Value Stream Mapping</i> per l'identificazione dei rischi (le attività per le quali si può ridurre il rischio); metodo 5S; <i>Kaizen Blitz</i> ; TPM per la prevenzione; metodo dei 5 Perché l'identificazione della causa radice; <i>Safety Gemba Walk</i> per l'identificazione del rischio attraverso il coinvolgimento dei lavoratori.
Pianificazione delle azioni (chi fa cosa, come ed entro quando) Pianificazione operativa e controllo Risorse Competenze Conoscenza	L'attribuzione di responsabilità deriva da <i>Hoshiri Kanri</i> . La formalizzazione delle attività può essere legata agli strumenti di <i>Visual Management</i> , <i>Obeya Room</i> , <i>Kanban board</i> , <i>A3 report</i> . Grande spazio va dato alla pianificazione con <i>Kentou</i> e <i>Set Based Concurrent Engineering</i> (fase <i>Plan</i> del ciclo di Deming) Formazione e coinvolgimento sono fondamentali per il miglioramento continuo e la flessibilità del lavoro.
Comunicazione (generale, interna ed esterna) e documentazione delle informazioni	Comunicazione interna con <i>Visual Management</i> ; comunicazione esterna non curata in modo specifico.
Audit Revisione della direzione Miglioramento (prestazioni, incidenti non conformità, azioni correttive, miglioramento continuo)	La verifica delle prestazioni deriva dalle decisioni strategiche di <i>Hoshin Kanri</i> dove vengono determinati anche i KPI e obiettivi nel breve, medio e lungo termine. Il miglioramento continuo è il quinto pilastro del Pensiero Snello ed esistono diversi strumenti quali, <i>Safety Gemba Walk</i> , <i>Jidoka</i> , <i>Kaizen Blitz</i> , ...

Mentre la norma mantiene un indice standard legato alla struttura di alto livello, la tabella è stata riorganizzata raggruppando i requisiti comuni in una logica basata sul ciclo di Deming e in grado di identificare chiaramente gli strumenti del Pensiero Snello.

4.2 Flusso e muda

Come visto in precedenza, il concetto di flusso è uno dei pilastri su cui si fonda il pensiero snello; l'obiettivo è quello di far scorrere il prodotto (sia esso un bene materiale o un servizio) senza fermate e più velocemente possibile; ottenendo esattamente quello che serve nel momento in cui viene richiesto.

Il flusso diventa quindi un valido metodo per l'identificazione delle criticità: se il prodotto non avanza significa che inevitabilmente c'è un'opportunità di miglioramento per eliminare delle attività che non aggiungono valore.

In ambito produttivo, gli ostacoli al flusso sono sprechi (“*muda*” secondo il lessico giapponese) e Taiichi Ohno definì 7 tipi di spreco nel reparto produttivo:

- *Sovraproduzione*: Nel caso in cui la produzione venga gestita con il metodo tradizionale (“*push*”) il lotto di produzione (inteso come quantità e momento del lancio) viene gestito a monte, spesso con logica asincrona rispetto all'ordine, creando rimanenze di prodotti per i quali non si ha la certezza che siano necessari;
- *Superfici*: la sovrapproduzione richiede spazio per stoccare il materiale in attesa (e nella speranza) che venga richiesto;
- *Giacenze*: il materiale in attesa di essere lavorato comporta un'immobilizzazione di capitale, tuttavia è opportuno valutare i tempi di approvvigionamento nella fase di riduzione delle giacenze. A tal proposito va ricordato il pensiero di Ohno secondo cui “in un magazzino pieno di materiale manca sempre qualcosa”;
- *Percorsi dell'operatore*: da questo punto di vista la disponibilità di materiale ed attrezzatura, così come la corretta progettazione delle postazioni di lavoro su grandi macchinari giocano un ruolo fondamentale nella riduzione del tempo di attraversamento, evitando all'operatore di perdere del tempo alla ricerca di oggetti che servono al proprio posto di lavoro;
- *Riparazioni e rilavorazioni*: il materiale prodotto che non rispetti le specifiche qualitative richieste deve essere rilavorato, ancora con richiesta di tempo, mezzi, etc. senza creare valore aggiunto;
- *Trasporto di materiale*: la movimentazione del materiale all'interno dello stabilimento comporta un dispendio di risorse (tempo, mezzi, personale, energia, ...); è quindi evidente come una corretta distribuzione delle attività possa contribuire ad una riduzione importante dello spreco;
- *Tempo di attesa*: sono i tempi di attesa non necessari al ciclo di fabbricazione che producono come unico effetto il rallentamento del flusso; tra le cause più comuni si possono considerare errori di sincronizzazione, ritardi nell'arrivo di materiale, ritardi dovuti a guasti, tempi di attrezzaggio della macchina, etc.

Una rappresentazione grafica degli sprechi è data in Figura 4.7.

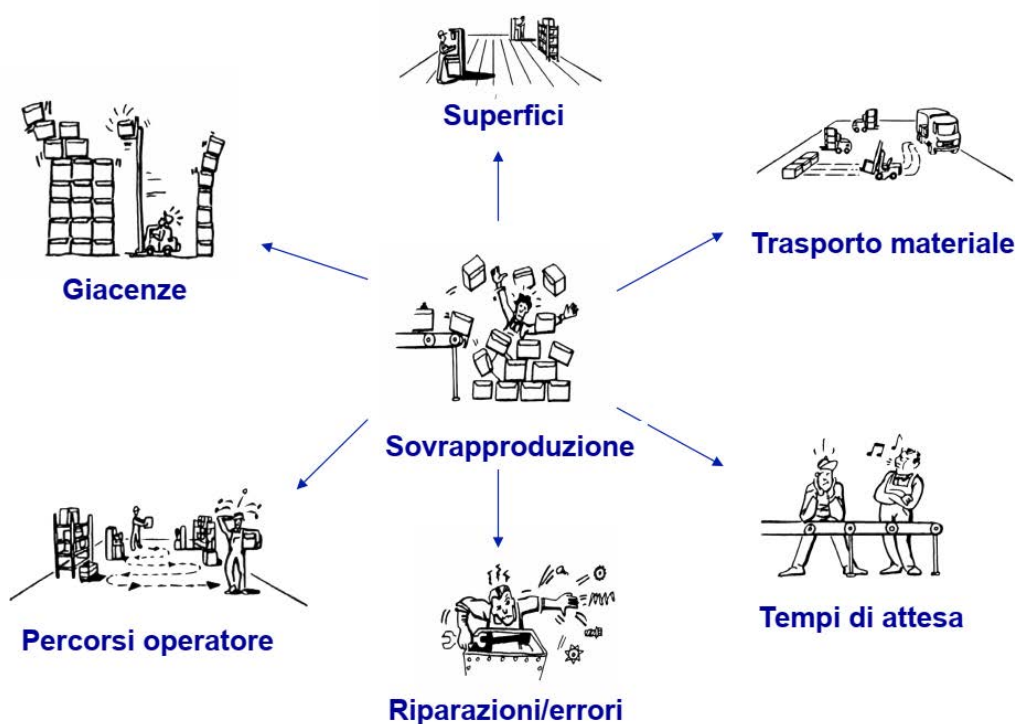


Figura 4.7: Rappresentazione dei sette sprechi produttivi. (Panizzolo, materiale didattico del corso di Gestione Snella dei Processi)

Un primo ragionamento sulla base di quanto visto ci porterebbe a stabilire che l'eliminazione di un'attività inutile risulti a favore di sicurezza in quanto, assieme all'attività, ne vengono eliminati i relativi rischi.

Sicuramente una riduzione delle giacenze di sostanze pericolose non può che ridurre il rischio, basti pensare che il superamento di una determinata soglia di stoccaggio può comportare l'assoggettamento dello stabilimento al D.Lgs. 105/2015 per la prevenzione di incidente rilevante, con tutte le conseguenze normative del caso oppure, in modo analogo, potrebbe superare il carico di incendio previsto a progetto, con uno stravolgimento degli scenari di incendio considerati in fase progettuale.

Secondo Hafey (2009) se si seguisse un approccio integrato nelle attività di miglioramento ci si renderebbe conto che ogniqualvolta in cui vengano implementate le tecniche *Lean* si ottiene un impatto positivo sulla sicurezza perché l'obiettivo di ridurre i tempi di lavorazione spesso porta a soluzioni in cui si esegue il lavoro in modo più semplice e, in genere, più semplice significa più sicuro.

Tuttavia, è opportuno considerare che tale affermazione, seppur logica, rimane valida fino al momento in cui l'attività non sia considerata inutile dal punto di vista produttivo ma in grado di introdurre dei miglioramenti per la Salute e Sicurezza; come discusso al Capitolo 2.

Infatti, sebbene sia evidente che eliminare le cose o le attività inutili significhi eliminarne i relativi rischi; la garanzia di un miglioramento delle condizioni di salute e sicurezza semplicemente per aver ottenuto un aumento delle attività a valore aggiunto potrebbe non essere così sistematica.

Nonostante appaia evidente che la riduzione dei percorsi di movimentazione possa incidere positivamente sul rischio di incidenti, ad esempio con carrelli elevatori, risulta altrettanto vero che l'utilizzo di piccoli lotti (tipici della gestione *Just-in-Time* con *kanban* e livellamento del mix di prodotto) potrebbe comportare un maggior numero di movimentazioni di materiale nell'unità di tempo, con l'effetto finale di ridurre da un lato la durata del percorso (per le distanze inferiori generalmente ottenute con layout diversi) ma aumentare dall'altro la quantità di viaggi, generando una realistica probabilità che la situazione si possa tramutare in un aumento complessivo dell'esposizione al pericolo.

Secondo la stessa logica, la riduzione del tempo di autonomia delle stazioni dovuta alla necessità di consegnare molto spesso piccole quantità di materiale potrebbe indurre gli addetti alla movimentazione ad incrementare la velocità, e conseguentemente il rischio di incidenti, pur di evitare ritardi nella consegna che potrebbero compromettere la continuità produttiva.

Un ulteriore esempio è dato dal layout dell'impianto. Nella logica tradizionale le attrezzature sono raggruppate in reparti suddivisi per tipologia di lavorazione: reparto taglio, reparto piegatura, macchine utensili, reparto saldatura, reparto verniciatura, ...

Nell'ottica della *Lean Manufacturing* invece le attrezzature vengono riorganizzate su celle in base alle famiglie di prodotti: l'intera gamma di produzione viene suddivisa in famiglie con apposite tecniche sulla base di lavorazioni meccaniche comuni, creando delle linee produttive in grado di processare alcune famiglie di prodotti con una logica di flusso, come rappresentato in Figura 4.8.

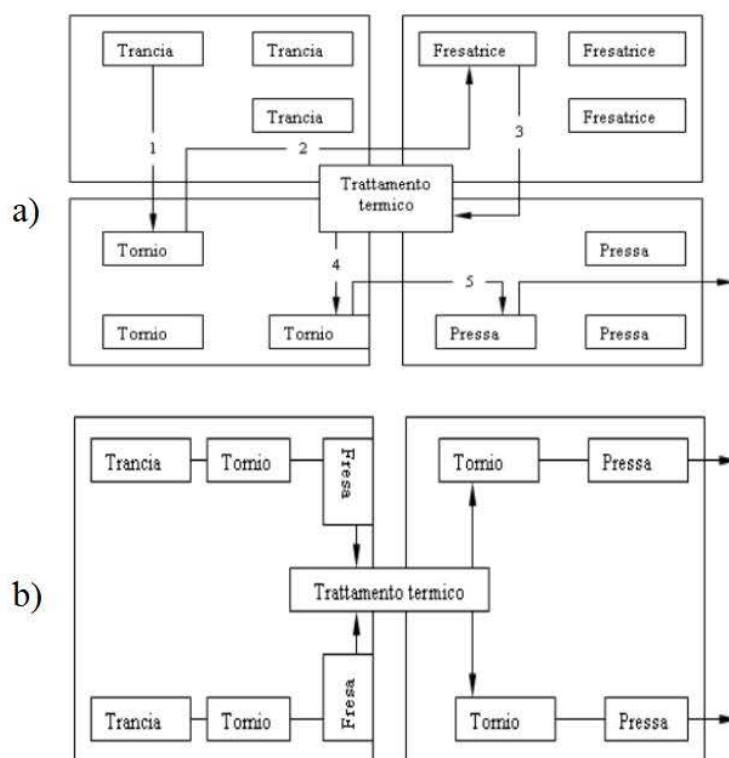


Figura 4.8: Layout di una produzione tradizionale (a) e a flusso (b). Panizzolo; Materiale didattico del corso Gestione Snella dei Processi

In questo modo il prodotto non è più costretto a girare per i vari reparti assieme agli altri pezzi presenti nel lotto aspettando parecchio tempo in coda prima di essere lavorato, ma ogni singolo pezzo entrerà da solo nella cella di lavoro per uscire, ancora da solo, come prodotto finito.

È evidente che, dal punto di vista della sicurezza, questo nuovo approccio permette di movimentare un solo pezzo alla volta, con un notevole beneficio per il carico biomeccanico; tuttavia il nuovo layout organizzato a cella comporta una distribuzione dei rischi che prima erano concentrati in un'unica area. La centralizzazione del rischio consentiva di usare un'economia di scala nel sostenere l'investimento necessario alla mitigazione, aspetto che nella logica di flusso risulta difficilmente attuabile (Anvari *et al.*, 2011; Gnoni *et al.* 2013).

Ad esempio, un sistema di aspirazione per i fumi di saldatura che prima era installato nel reparto saldatura, andrà suddiviso in ogni cella che includa una lavorazione di saldatura; con il rischio che, considerando piccole isole, si utilizzino degli impianti meno prestanti e quindi con un maggior rischio per gli operatori.

Tale fattispecie risulterebbe ancora più rilevante se si trattasse di lavorazioni con rischi particolari, come ad esempio la verniciatura, attività che prevedono la formazione di atmosfera esplosiva.

Secondo la stessa logica, il layout a cella potrebbe esporre molte più persone ai rischi difficilmente confinabili, come ad esempio il rumore.

Si consideri ad esempio un reparto di stampaggio: nella logica tradizionale il rischio rumore veniva concentrato nella zona delle presse e trattato di conseguenza; con il nuovo layout a flusso invece viene inserita una stazione di stampaggio in ogni linea produttiva e, non potendo confinare efficacemente il rumore nella singola stazione, gli operatori delle stazioni vicine saranno anche loro soggetti ad un nuovo rischio di ipoacusia (Brown, O'Rourke, 2007).

Con un approccio simile Anvari *et al.* (2011) ritengono che una combinazione di pericoli precedentemente separati e frequenti cambi nella produzione richiedono una maggior attenzione da parte di professionisti della sicurezza nelle attività di identificazione, valutazione e gestione del rischio. Una rappresentazione dei concetti appena espressi è rappresentata in Figura 4.9.

Alla luce di questo appare fondamentale applicare una progettazione integrata che prenda contemporaneamente in considerazione fin dall'inizio il flusso e gli sprechi sia sotto l'aspetto produttivo che della sicurezza. Un approccio di questo tipo potrà sembrare inusuale ma non è certamente strano se si considerano gli "sprechi" generati nel caso di infortunio.

A titolo di esempio si possono prendere in considerazione:

- attese per il tempo di fermo dell'impianto fino all'integrazione di nuovi sistemi di prevenzione o protezione;
- tempo perso nelle fasi di discussione, analisi ed investigazione delle cause dell'infortunio;
- movimenti aggiuntivi di svariate persone nel momento in cui avviene l'infortunio;
- difetti, intesi come danno alle persone e potenziale danneggiamento alle macchine;

- ulteriori lavorazioni ed inefficienze legate al cattivo processo per non aver integrato sicurezza e tecniche della *Lean Manufacturing*.



Figura 4.9: Rappresentazione degli effetti sulla sicurezza dovuti alla riduzione degli sprechi.

Sulla base di quanto detto, inserendo nella Figura 4.7 anche gli sprechi legati ad infortuni e malattie professionali, l'approccio del Pensiero Snello non può che portare ad un miglioramento sinergico di produttività e sicurezza.

Secondo Attolico (2012), il concetto di flusso è estremamente importante anche nelle fasi di progettazione; infatti, fenomeni come il sovrapporsi di più attività, la continua interruzione, l'assenza di livellamento nei compiti assegnati si rischia di diventare prevedibili nei comportamenti e fortemente improduttivi, con il rischio di prendere la prima decisione disponibile senza andare in profondità nel problema.

4.3 Metodologia 5S

La metodologia 5S è una delle prassi utilizzate da Toyota per mettere in pratica il Pensiero Snello attraverso la standardizzazione, con il solito obiettivo di ridurre gli sprechi e far scorrere il flusso di valore più velocemente possibile.

Il metodo si articola su cinque passaggi, identificati dalle cinque parole giapponesi che iniziano con la lettera S, schematizzate in Figura 4.10.

1. *Seiri* (separare): consiste nel dividere ciò che è funzionale al valore da ciò che può essere eliminato;
2. *Seiton* (sistemare): consiste nel tenere a portata ed in ordine quel materiale definito funzionale al punto precedente ed eliminare tutto ciò che, al contrario, crea sprechi;
3. *Seiso* (spazzare): consiste nel tenere pulito l'ambiente di lavoro senza nascondere le inefficienze;
4. *Seiketsu* (standardizzare): consiste nel definire una modalità di utilizzo di ciò che è stato definito come funzionale e una modalità per l'implementazione continua del metodo 5S;
5. *Shitsuke* (sostenere): significa estendere la metodologia ad un ambiente sempre più ampio e reiterare il processo per eliminare ulteriori sprechi aggiungendo così valore, in linea con la logica del miglioramento continuo, particolarmente attraverso la formazione del personale.



Figura 4.10: Rappresentazione del metodo 5S.
(www.wikipedia.org)

Il metodo 5S è probabilmente quello più conosciuto tra gli strumenti disponibili nell'approccio del Pensiero Snello e spesso la prima tecnica *Lean* implementata perché serve da base per i successivi sforzi di miglioramento continuo (Anvari *et al.*; 2011).

Molto spesso però l'implementazione avviene con un'interpretazione puramente materialistica legata alla cultura occidentale; infatti, la tecnica 5S viene vista semplicemente come un metodo per tenere in ordine e pulito il posto di lavoro quando, in realtà, consiste in un approccio applicabile a qualsiasi situazione in cui si voglia portare in evidenza le attività a valore aggiunto rispetto agli sprechi (*"muda"*) normalmente presenti.

L'applicazione della sola componente tecnica ne indebolisce le potenzialità dello strumento rispetto ai risultati di un approccio più completo. Infatti la teoria orientale distingue le attività in due

componenti: una prima più filosofica (*do*) ed una seconda più tecnica (*kyutsu*) che, applicate assieme, possono creare un posto di lavoro più efficace.

La prima (filosofica) guida la gestione di lungo termine della visione e delle politiche di un sistema organizzativo, mentre la seconda (tecnica) fornisce una serie di strumenti per raggiungere gli obiettivi determinati in precedenza.

Se le 5S si trasformano da una semplice tecnica per tenere in ordine ad uno stile di lavoro, c'è bisogno di un approccio diverso legato ai cambiamenti comportamentali richiesti come base per far funzionare il metodo. Quando all'interno dell'organizzazione tutti i membri riescono a capirne i concetti ed implementarli, si ottiene come effetto un miglioramento della morale e della resilienza aziendale e, a questo punto, la prontezza dell'azienda nei confronti delle "buone abitudini" diventa più realistica. L'approccio 5S contribuisce a delle importanti priorità strategiche quali produttività, qualità, costi, consegne, sicurezza e morale (Gapp *et al.*, 2008).

Della stessa idea Anvari *et al.* (2011) secondo i quali un posto di lavoro ben organizzato porta ad attività operative più sicure, più efficienti e più produttive; inoltre migliora l'umore dei lavoratori promuovendo un senso di orgoglio ed appartenenza incrementando così profitto e competitività sul mercato.

In particolare, per quanto riguarda la sicurezza, il legame con questo strumento è abbastanza forte, infatti dagli anni '80 si iniziò a parlare di 6S, dove la sesta "S" faceva proprio riferimento alla Sicurezza (*Safety*).

A tal proposito è opportuno citare uno studio condotto nel 1999 a cura della *Japan Industrial Safety and Health Association (JISHA)* nel corso del quale è stato dimostrato che lo sviluppo e l'implementazione del metodo da 2S a 6S in Giappone dal 1945 al 1998 ha evidenziato una riduzione degli incidenti sul lavoro e, contemporaneamente un significativo aumento di produttività, come rappresentato in Tabella 4.2 (Gapp *et al.*, 2008).

Tabella 4.2: Evoluzione degli infortuni con l'implementazione delle 5S (studio JISHA 1999)

Periodo	Attività	Infortuni		Produttività
1950 - 1955	2S	44,08 24,49	(1950) (1955)	1
1956 - 1972	4S	22,99 7,25	(1956) (1972)	3,6 volte il periodo precedente
1973 - 1980	5S	7,25 3,59	(1972) (1980)	1,4 volte il periodo precedente
1981 - 1998	6S	3,23 1,75	(1981) (1998)	1,5 volte il periodo precedente

Tra i contesti di applicazione dei sistemi di gestione della sicurezza citati al Capitolo 1 non si può tralasciare un'importante riflessione che lega il metodo 5S con la gestione della sicurezza Antincendio.

Infatti, tra le responsabilità in capo al gestore dell'attività vi sono gli obblighi connessi al mantenimento delle condizioni necessarie a ridurre la probabilità di innesco di un focolaio, definite in fase di progettazione. Appare evidente che l'impegno del metodo 5S nel ridurre la quantità di materiale presente in azienda va sicuramente nella direzione di ridurre il carico d'incendio; inoltre il fatto di "spazzare" (*Seiso*) il posto di lavoro aiuta ad evitare l'accumularsi di polvere che, in determinati casi, potrebbe dar luogo ad un'atmosfera esplosiva. Infine l'idea di trovare la corretta sistemazione per ogni cosa permette di avere a disposizione presidi antincendio nel caso specifico, ma anche attrezzature generiche, nel momento dell'emergenza.

4.4 Jidoka e Gemba

La parola giapponese "*Jidoka*" si può spiegare con il concetto "ferma la produzione affinché la produzione non si fermi mai" e consiste nell'interrompere la produzione (oppure più in generale un processo) e sistemare il problema "*ora e per sempre*" evitando di fatto che venga prodotto materiale non conforme.

Questo strumento si applica attraverso una combinazione di tecnica e competenza: la prima legata a degli accorgimenti tecnologici lungo il processo in grado di rilevare la difettosità ed eventualmente fermare la produzione, la seconda legata alla formazione degli operatori che devono essere sensibilizzati a riconoscere ogni tipo di anomalia e, dove necessario, intervenire con fermate ed adeguamenti per poter ripartire con la produzione regolare.

Proprio per questo dualismo tra aspetto tecnologico ed umano, alcuni traducono "*jidoka*" in "autonomazione", intendendo automazione con un tocco umano².

Questa tecnica è una evidente espressione del pilastro del flusso in quanto qualsiasi anomalia che impedisce uno scorrere corretto ed uniforme del flusso rappresenta una criticità che va rimossa dopo averne determinato le cause alla radice.

Per lo scopo di questo lavoro, in cui si vuole far scorrere un "flusso di sicurezza per i lavoratori", le criticità non sono rappresentate da difetti qualitativi del prodotto bensì da infortuni, malattie professionali ma soprattutto da comportamenti non sicuri, condizioni di lavoro non sicure e mancati incidenti, come descritto al § 2.5.

Un mancato incidente è una situazione pericolosa dove la sequenza di eventi avrebbe portato ad un incidente se non fosse stata interrotta da un intervento pianificato o da un evento casuale.

Queste situazioni evidenziano una mancanza di sicurezza e, secondo la logica del "*Jidoka*" l'operatore che se ne accorge dovrebbe fermare la produzione per eliminare o mitigare il rischio.

² <http://www.qualitiamo.com/miglioramento/jidoka/jidoka.html>

Se non si raggiungesse la consapevolezza della criticità, individuandone le cause alla radice, l'incidente sarebbe destinato prima o poi ad avvenire, secondo le modalità rilevate da Heinrich (si veda § 2.5).

È evidente che potrebbe essere eccessivo fermare sempre la produzione. Considerando che una minima parte di rischio residuo rimane in ogni attività, un approccio alla lettera porterebbe ad una fermata totale della produzione.

Risulta interessante valutare il principio dualistico del “*Jidoka*” legato ad automazione ed autonomia del lavoratore. Una progettazione adeguata permette sicuramente di integrare automatismi in grado di fermare le macchine in caso di pericolo (fotocellule, pedane sensibili, etc.) ma il ruolo fondamentale è a carico degli operatori che devono essere adeguatamente formati per essere in grado di riconoscere i difetti di sicurezza (*near-miss*), allertare il personale preposto e collaborare alla risoluzione del problema, cioè alla riduzione del rischio.

Così come si chiede agli operatori di linea di diventare tecnici ed andare oltre la mera operatività per imparare a riconoscere comportamenti anomali dei macchinari o situazioni di possibile miglioramento, è opportuno che anche i tecnici escano dagli uffici e vadano a vedere cosa succede realmente nei reparti produttivi; perché è lì che possono usare le competenze acquisite per risolvere più velocemente ed efficacemente i problemi. In questo risiede il concetto di *Gemba*, traducibile come “luogo reale”.

Questo concetto a volte viene spinto fino al punto da stabilire gli uffici in prossimità delle linee di produzione, ottenendo così un vantaggio decisivo dalla collaborazione tra tecnici ed operatori direttamente nel luogo dove il problema si manifesta. La vicinanza fisica tra operatori e tecnici permette agli operatori di avere a disposizione il supporto adeguato esattamente nel momento in cui in cui il problema si manifesta ed ai tecnici di vedere il reale modo di operare e lo stato dei luoghi. La risoluzione del problema non è possibile senza averne capito nel dettaglio i meccanismi di funzionamento direttamente dove il processo avviene.

Inoltre, lo spostamento degli uffici in produzione richiede necessariamente un miglioramento dell'ambiente di lavoro, in particolare per quanto riguarda il rumore. Ecco che vi sarà una maggiore attenzione alla riduzione del rumore dei macchinari con un notevole beneficio per tutti i lavoratori.

Per questo motivo i macchinari utilizzati nelle aziende che accolgo i principi del Pensiero Snello diventano quindi più silenziose, con un palese vantaggio di tutto il personale coinvolto nell'area produttiva (Womack e Jones, 1996).

Il concetto di *Gemba* viene anche introdotto da Hafey (2015) trasformando il concetto di *Safety Walk* in *Safety Gemba Walk*.

La *Safety Walk* non è altro che un piano di controllo eseguito attraverso una visita in produzione focalizzato sulla sicurezza; normalmente è basato su liste di controllo utilizzate per verificare la completezza e la conformità dei dispositivi di sicurezza.

Su questo concetto Hafey (2015) costruisce il concetto di *Safety Gemba Walk* dove l'attenzione non è rivolta ad oggetti o cose ma alle persone. Il sopralluogo non è condotto da una persona con importanti competenze in tema di salute e sicurezza ma da un facilitatore che, usando le capacità nel costruire fiducia, riesce a coinvolgere i lavoratori nel costruire un dialogo in grado di identificare opportunità di miglioramento per rendere il proprio lavoro più sicuro.

Tale approccio mira ad andare oltre la semplice conformità normativa, promuovendo azioni di miglioramento come espresso dalla ISO 45001.

Come visto nello studio di Gnoni *et al.* (2013) descritto al § 2.5 i comportamenti insicuri e le condizioni di lavoro insicure sono precursori degli incidenti; diventa quindi importante mettere in atto delle strategie in grado di limitare questi due fenomeni.

Da questo punto di vista la Sicurezza basata sui Comportamenti (*Behaviour-Base Safety – BBS*) va proprio in questa direzione, definendo in collaborazione con gli operatori dei comportamenti sicuri e verificando la conformità dell'operatore rispetto al comportamento ideale. Si misurano così i comportamenti, valorizzando quelli virtuosi.

Secondo Hafey (2009) il problema della *Behaviour-Based Safety* è legato al fatto che si basa sulle persone, mentre il Pensiero Snello e di conseguenza le *Safety Gemba Walk* si basano sui processi.

Questo punto di vista riprende in modo estremamente coerente quanto detto da Fujio Cho: “I processi brillanti sono la nostra strategia. Otteniamo risultati brillanti da persone di media capacità che gestiscono processi brillanti”. Secondo questa logica non basta affidarsi a comportamenti adeguati delle persone, bisogna definire un processo adeguato e finalizzato ad evitare che si possano verificare comportamenti non sicuri.

Nell'approccio del Pensiero Snello ci si chiede “Perché il lavoratore tiene un comportamento non sicuro?” e si continua a scavare chiedendosi ancora “Perché?” fino a giungere alla causa radice, sulla quale si interverrà per eliminare il pericolo o ridurre il rischio.

Una soluzione di questo tipo risulta decisamente più robusta rispetto al tentativo di modificare il comportamento di una persona che, nonostante la formazione, può essere facilmente influenzato da fattori esterni.

Lo stesso approccio assume un'importanza rilevante soprattutto nella gestione dell'evento incidentale dove l'attribuzione di una responsabilità può avere conseguenze giudiziarie. Secondo questa logica, l'analisi degli incidenti deve essere eseguita in un'ottica di processo e non di persona; in modo tale da identificare meccanismi e condizioni che hanno permesso il verificarsi dell'incidente per mettere in atto misure in grado di evitare il ripetersi dell'errore. In caso contrario, la definizione del colpevole sarebbe solamente in grado di fornire un capro espiatorio ma non permetterebbe di evitare il ripetersi dell'evento (Hafey, 2009).

Capitolo 5

Allegato 3 del D.Lgs. 105/2015 (Direttiva Seveso III)

Il capitolo descrive i requisiti di conformità del D. Lgs. 105/2015 sulla prevenzione degli incidenti rilevanti, relativamente ai sistemi di gestione per la sicurezza e li mette in relazione agli strumenti del Pensiero Snello in grado di soddisfarne i requisiti. Successivamente, si focalizza sugli strumenti principali individuati con l'obiettivo di darne una descrizione e stabilire se ci siano o meno delle caratteristiche comune tra logica produttiva e di sicurezza in grado di favorire un'integrazione sinergica tra i due sistemi.

5.1 Direttiva Seveso e Pensiero Snello

Il D.Lgs. 105/2015 tratta gli aspetti relativi al controllo del pericolo di incidenti rilevanti connessi con lo stoccaggio e l'uso di sostanze pericolose. Pertanto la normativa è cogente per le aziende che gestiscano sostanze pericolose in quantità uguale o superiore alle soglie definite all'allegato 1 del decreto stesso.

L'assoggettamento alla Direttiva Seveso prevede l'adempimento di specifici obblighi; nella fattispecie, oltre a quanto previsti dal D. Lgs. 81/08 in quanto luogo di lavoro, viene richiesta la presentazione di una notifica agli organi competenti, l'adozione di un sistema di gestione della sicurezza e, nel caso in cui lo stabilimento superi la soglia superiore, anche la redazione di un rapporto di sicurezza.

Relativamente allo scopo del presente lavoro diventa particolarmente interessante l'articolo 14, nel quale si legge che:

“Il gestore dello stabilimento redige un documento che definisce la propria politica di prevenzione degli incidenti rilevanti, allegando allo stesso il programma adottato per l'attuazione del sistema di gestione della sicurezza; tale politica è proporzionata ai pericoli di

incidenti rilevanti, comprende gli obiettivi generali e i principi di azione del gestore, il ruolo e la responsabilità degli organi direttivi, nonché l'impegno al continuo miglioramento del controllo dei pericoli di incidenti rilevanti, garantendo al contempo un elevato livello di protezione della salute umana e dell'ambiente.

2. Il documento di cui al comma 1 è redatto secondo le linee guida definite all'allegato 3 ed è depositato presso lo stabilimento (...)"

Dalla lettura dell'articolo appaiono degli elementi che possono facilmente essere associati al Pensiero Snello; in particolare, la definizione di una politica con il relativo programma di attuazione che comprenda ruoli e responsabilità ricorda lo strumento dell'*Hoshin Kanri* (§ 3.2) dove gli obiettivi generici di lungo termine vengono successivamente tradotti in attività che devono portare ad un risultato misurabile nel breve termine.

Inoltre, l'approccio al miglioramento continuo ricorda il quinto pilastro del Pensiero Snello e spinge l'attività a non accontentarsi della conformità normativa ma ad andare oltre i requisiti cogenti.

Le linee guida per la definizione del sistema di gestione per la sicurezza sono elencate all'allegato 3; anche in questo caso si eseguirà un'attenta analisi dei requisiti per valutare i rispettivi strumenti forniti dal Pensiero Snello, con la stessa metodologia utilizzata nei Capitoli precedenti.

Tra i requisiti dell'allegato 3 si legge che:

Ai fini dell'attuazione del sistema di gestione della sicurezza elaborato dal gestore si tiene conto dei seguenti elementi:

a) il sistema di gestione della sicurezza è proporzionato ai pericoli, alle attività industriali e alla complessità dell'organizzazione nello stabilimento ed è basato sulla valutazione dei rischi. Esso dovrebbe integrare la parte del sistema di gestione generale che comprende struttura organizzativa, responsabilità, prassi, procedure, procedimenti e risorse per la determinazione e l'attuazione della politica di prevenzione degli incidenti rilevanti (PPIR);

Si introducono in questo passo due concetti interessanti: il primo è legato al criterio di proporzionalità tra il sistema di gestione e le caratteristiche dell'organizzazione, con particolare riferimento alla valutazione dei rischi; il secondo invece è il suggerimento di integrazione tra sistema di gestione della sicurezza e sistema di gestione aziendale, confermando così l'opportunità di una progettazione sinergica sin dalle fasi iniziali dei sistemi di gestione.

In relazione al criterio di proporzionalità è opportuno considerare come il tessuto produttivo italiano sia costituito da grossi gruppi, ma soprattutto da una grossa quantità di piccole e medie imprese che potrebbero ritrovarsi intrappolate nella gestione burocratica di un sistema abnorme rispetto alle dimensioni della struttura stessa. Proprio in quest'ottica sussiste il rischio che le piccole e medie imprese tendano ad un approccio statico e conservativo del sistema di gestione, volto a mantenere la conformità formale, senza puntare ad un miglioramento continuo.

A fronte della staticità “cartacea” nel sistema di gestione, nelle piccole aziende si nota un continuo cambiamento per inseguire le richieste dei clienti, che poco collima con la staticità appena menzionata. È frequente infatti che le piccole e medie imprese facciano leva proprio su questa flessibilità per acquistare quote di mercato nei confronti delle grandi imprese, contro le quali sarebbe persa in partenza la partita sul prezzo.

In questo contesto c'è il rischio che gli audit diventino quindi formalità e le procedure siano percepite come inutili perdite di tempo per garantire l'adempimento delle formalità cogenti, Bragatto *et al.* (2014).

Proprio in relazione a questo fenomeno, gli autori suggeriscono un approccio semplificato ai sistemi di gestione per le piccole e medie imprese basato sull'analisi dei *near-misses*. In questo modello viene richiesto un grosso contributo da parte dei lavoratori nella raccolta dei dati relativi ai mancati incidenti, che vengono successivamente considerati degli eventi principali (*top event*) ed analizzati con la tecnica dell'albero dei guasti inserendovi sia fattori tecnici e procedurali. Secondo gli autori questo approccio permette di rafforzare il coinvolgimento dei lavoratori e ridurre la distanza tra direzione e personale impiegato sul campo.

Il secondo punto dell'allegato entra più nel dettaglio dei requisiti per il sistema di gestione.

b) i seguenti aspetti sono trattati nell'ambito del sistema di gestione della sicurezza:

i) organizzazione e personale: ruoli e responsabilità del personale addetto alla gestione dei pericoli di incidente rilevante a ogni livello dell'organizzazione, unitamente alle misure adottate per sensibilizzare sulla necessità di un continuo miglioramento. Identificazione delle necessità in materia di formazione del personale e relativa attuazione; coinvolgimento dei dipendenti e del personale di imprese subappaltatrici che lavorano nello stabilimento che sono rilevanti sotto il profilo della sicurezza;

Il primo requisito riguarda quindi l'organizzazione e la gestione del personale; viene quindi richiesta una chiara identificazione delle responsabilità con lo scopo di definire le colpe nel caso di reato; aspetto in antitesi al modello del Pensiero Snello basato su gruppi di lavoro variabili a seconda del progetto da sviluppare, oltre che su formazione e coinvolgimento a tutti i livelli per realizzare attività di miglioramento continuo. Tale concetto è chiaramente definito nella dicitura “rispetto per l'uomo” definita già negli articoli del 1977 e che sarà approfondita al §5.2.

Proseguendo con la lettura dell'allegato si riscontra che altri aspetti trattati nell'ambito del sistema di gestione della sicurezza sono:

ii) identificazione e valutazione dei pericoli rilevanti: adozione e applicazione di procedure per l'identificazione sistematica dei pericoli rilevanti derivanti dall'attività normale o anomala comprese, se del caso, le attività subappaltate e valutazione della relativa probabilità e gravità;

iii) controllo operativo: adozione e applicazione di procedure e istruzioni per il funzionamento in condizioni di sicurezza, inclusa la manutenzione dell'impianto, dei processi e delle apparecchiature e per la gestione degli allarmi e le fermate temporanee; tenendo conto delle informazioni disponibili sulle migliori pratiche in materia di monitoraggio e controllo al fine di ridurre il rischio di malfunzionamento del sistema; monitoraggio e controllo dei rischi legati all'invecchiamento delle attrezzature installate nello stabilimento e alla corrosione; inventario delle attrezzature dello stabilimento, strategia e metodologia per il monitoraggio e il controllo delle condizioni delle attrezzature; adeguate azioni di follow-up e contromisure necessarie;

iv) gestione delle modifiche: adozione e applicazione di procedure per la programmazione di modifiche da apportare agli impianti, ai processi o ai depositi esistenti o per la progettazione di nuovi impianti, processi o depositi;

Nel mondo della *Lean Manufacturing*, la gestione degli impianti è legata al bundle del TPM (*Total Productive Maintenance*); un approccio secondo cui sono gli operatori i primi a prendersi cura delle macchine ed a rilevare qualsiasi deviazione dal comportamento standard, lasciando al reparto Manutenzione le attività più tecniche ed impegnative. Il metodo del TPM sarà descritto al § 5.3.

v) pianificazione di emergenza: adozione e applicazione di procedure per identificare le emergenze prevedibili tramite un'analisi sistematica e per elaborare, sperimentare e riesaminare i piani di emergenza per poter far fronte a tali emergenze, e impartire una formazione ad hoc al personale interessato. Tale formazione riguarda tutto il personale che lavora nello stabilimento, compreso il personale interessato di imprese subappaltatrici

In questo caso vale quanto detto al capitolo precedente relativamente alla gestione delle emergenze secondo ISO 45001; la sfida del Pensiero Snello rimane quella di approfittare delle simulazioni delle emergenze per rivedere in modo critico le procedure (di emergenza, ma non solo) ed introdurre dei miglioramenti continui nelle modalità operative, ad esempio attraverso attività di "Kaizen blitz", come descritto al § 3.5.

vi) controllo delle prestazioni: adozione e applicazione di procedure per la valutazione costante dell'osservanza degli obiettivi fissati nella PPIR e nel sistema di gestione della sicurezza adottati dal gestore nonché di meccanismi per la sorveglianza e l'adozione di azioni correttive in caso di inosservanza. Le procedure comprendono il sistema di notifica del gestore in caso di incidenti rilevanti o di «quasi incidenti», soprattutto se dovuti a carenze delle misure di protezione, la loro analisi e le azioni conseguenti intraprese sulla base dell'esperienza acquisita. Le procedure possono anche includere indicatori di prestazione, come indicatori di prestazione in materia di sicurezza e altri indicatori pertinenti;

vii) controllo e revisione: adozione e applicazione di procedure relative alla valutazione periodica e sistematica della PPIR e all'efficacia e all'adeguatezza del sistema di gestione della sicurezza; revisione documentata, e relativo aggiornamento, dell'efficacia della politica in questione e del sistema di gestione della sicurezza da parte della direzione, compresa la presa in considerazione e l'eventuale integrazione delle modifiche indicate dall'audit e dalla revisione.

Il controllo delle prestazioni non è di certo una novità. La definizione di indicatori di prestazione (*KPI*) è un'attività comune in qualsiasi situazione e, nell'ottica di integrazione dei sistemi di gestione auspicata al punto i), risulta automatico definire degli indici di prestazioni per il sistema di gestione della sicurezza. In particolare nello strumento del *Policy Deployment* (§ 3.2) tali indici sono definiti in fase iniziale, all'atto della "distribuzione" degli obiettivi.

Tali indicatori potrebbero essere aggiornati quotidianamente e resi disponibili a tutto il personale attraverso gli strumenti visivi (*Visual Management*) rafforzando la consapevolezza degli obiettivi e indirizzando tutte le attività nella direzione stabilita dalla politica aziendale.

Un approccio ancora più spinto suggerito da Hafey (2009) consiste nell'installare un tabellone con indicati i nomi del personale di un reparto ed i giorni del mese. Ogni giorno, ogni persona può attaccare un bollino sul giorno precedente nel caso in cui abbia lavorato senza incidenti o infortuni. In questo modo ogni lavoratore ha la possibilità di impadronirsi della propria sicurezza e relazionarla quotidianamente.

È estremamente interessante il preciso riferimento del Decreto al monitoraggio dei "quasi - incidenti" a conferma di quanto sia un indice fondamentale nelle strategie di prevenzione per la salute e sicurezza nei luoghi di lavoro.

Rilevare un *near-misses* significa portare in evidenza un percorso nell'albero dei guasti in grado di determinare l'evento principale (*top event*) che generalmente rappresenta l'inizio di un evento incidentale.

La successiva analisi qualitativa permette di selezionare alcune misure preventive mentre l'analisi quantitativa, basata su registrazioni affidabili degli eventi, permette di determinare quale sia la misura più efficace a ridurre la probabilità di accadimento dell'evento incidentale.

La documentazione relativa alle strategie adottate ed all'andamento degli indici relativi alla prestazione del sistema di sicurezza può essere registrata con il metodo del *Report A3*, secondo quanto descritto al § 3.4.

In Tabella 5.1 si riporta una sintesi del confronto basato sull'Allegato 3.

Tabella 5.1: Comparazione tra requisiti dell'allegato 3 del D.Lgs. 105/15 e le tecniche del Pensiero Snello

Allegato 3 direttiva Seveso	Lean Thinking
b) i seguenti aspetti sono trattati nell'ambito del sistema di gestione della sicurezza:	
i) organizzazione e personale: ruoli e responsabilità del personale; continuo miglioramento; formazione del personale; coinvolgimento.	Hoshin Kanri; attività Kaizen.
ii) identificazione e valutazione dei pericoli rilevanti.	
iii) controllo operativo	TPM, 5S
iv) gestione delle modifiche	
v) pianificazione di emergenza	Formazione e kaizen blitz
vi) controllo delle prestazioni	Hoshin Kanri, Visual Management, gestione di near-miss, Safety Gemba Walk.
vii) controllo e revisione	

5.2 Rispetto per l'uomo

Assieme al *Just-In-Time*, il "rispetto per l'uomo" rappresenta una caratteristica distintiva dei sistemi di produzione Toyota, come indicato nell'articolo di Fujio Cho (Presidente di Toyota Motor Corporation). L'approccio del Pensiero Snello ha modificato il punto di vista nei confronti dei lavoratori, che non sono più antagonisti ma risorse in grado di contribuire allo sviluppo ed al mantenimento di un flusso di valore.

La grande sfida legata all'efficacia dei sistemi di gestione, qualunque sia l'obiettivo, sembra essere quella legata al coinvolgimento di tutto il personale per far in modo che ognuno si senta parte di un meccanismo in grado di contribuire al raggiungimento dell'obiettivo.

Nelle "nuove" organizzazioni basate sul Pensiero Snello i lavoratori sono incoraggiati ad aumentare la propria esperienza ed a contribuire al miglioramento del sistema. Vengono coinvolti in una formazione trasversale che li metta in grado di sostituire un collega con un altro ruolo, o supportarlo nel caso in cui sia necessario un bilanciamento dei carichi di lavoro all'interno della squadra per rispondere al mercato.

Come già accennato parlando della metodologia 5S, esiste una componente tecnica (*kyuatsu*) ed una umana (*do*); secondo questa logica, l'approccio del Pensiero Snello dotato della sola componente tecnica rischia di essere meramente un miglioramento dell'efficienza produttiva in grado di creare un forte stato di stress tra i lavoratori che, a lungo termine, potrebbe minare l'apparente efficientamento ottenuto a causa di assenze per malattie o minor dedizione dei lavoratori per l'obiettivo finale.

Il Pensiero Snello non può essere acquistato come un macchinario; allo stesso modo pensare che la *Lean Manufacturing* sia composta solo da tecniche e strumenti è una ricetta per il fallimento (Hafey, 2009).

La componente umana ed il coinvolgimento dei lavoratori diventano argomenti fondamentali nell'implementazione dei sistemi di gestione per la sicurezza; tuttavia, non è sufficiente assegnare un ulteriore ruolo o delle attività relative a quest'ambito per sostenere di aver coinvolto le persone. Il fatto di incrementare i compiti da portare a termine porterà la sicurezza ad essere la prima priorità solo sulla carta, rendendola di fatto una delle tante attività della routine quotidiana.

Un coinvolgimento formale, per assegnazione di un ruolo, non ha nulla a che vedere con la passione per la sicurezza; proprio per questo è importante coinvolgere gente "appassionata alla sicurezza", in grado di dare il proprio contributo, anche se potrebbe non essere necessariamente nelle posizioni gerarchiche deputate a gestire professionalmente la sicurezza (Hafey, 2009).

Questo approccio, probabilmente più efficace per il raggiungimento dell'obiettivo di un livello di sicurezza elevata, va in contrasto con l'ordinamento giuridico italiano dove le figure che si occupano di sicurezza devono avere formazione specifica, nomina ufficiale ed eventualmente opportuni poteri, partendo da quelli organizzativi di un preposto, con l'obbligo di vigilare, ai pieni poteri direttivi e di spesa del Datore di Lavoro. Non è detto però che queste figure siano necessariamente "appassionate di sicurezza".

Proprio per questo motivo la ricerca di obiettivi sfidanti sulla salute e sicurezza nasce dalla fase di selezione del personale; secondo Hafey (2009) assumere persone con passione per la sicurezza è uno dei primi requisiti per costruire una sicurezza di prim'ordine.

Secondo l'autore, questa passione diventa anche più importante delle competenze; infatti, qualsiasi manager, indipendentemente dalle dimensioni dell'azienda, dovrebbe capire che alle persone non importa quanto ne sappia di sicurezza fintantoché conoscono quanto si stia prendendo cura della loro sicurezza.

In altri termini, la tecnica e la normativa sono la conseguenza - e non la motivazione - dell'attenzione da parte della Direzione nei confronti della salute e sicurezza di colleghi, collaboratori, dipendenti, etc.

Proprio per questo motivo, nei processi di trasformazione verso il Pensiero Snello condotti da Hafey, il coinvolgimento delle persone nella parte bassa dell'organigramma consisteva nel "dare loro il premio del tempo per osservare il proprio lavoro e migliorarlo direttamente" con il risultato di ottenere un miglioramento delle condizioni in grado di rendere sotto forma di importanti dividendi per l'azienda; sia in termini di produttività legati alla riduzione degli sprechi che in termini di sicurezza, relativamente ai costi di possibili infortuni.

Secondo Anvari *et al.* (2011) esiste un elenco di fattori in grado di creare pericoli nelle aziende; si tratta di:

- a) demotivazione dei dipendenti;

- b) mancanza di controllo;
- c) mancanza di informazione e formazione;
- d) basso impegno della direzione nei confronti della sicurezza;
- e) mancanza di consenso sul sistema di gestione sicurezza;
- f) comportamenti non sicuri dei lavoratori;
- g) attività e procedure mancanti o poco chiare.

È interessante notare che l'ultimo fattore è l'unico di natura tecnica, nel senso che una buona comprensione dei processi potrebbe permettere di stabilire in modo sufficientemente oggettivo come sia o non sia corretto operare creando delle procedure chiare e funzionali. In queste condizioni qualsiasi operatore opportunamente formato potrebbe eseguire le operazioni richieste senza creare pericoli.

Al contrario, tutti gli altri elementi sono fattori psicologici e comportamentali che possono essere facilmente controllati dagli strumenti del Pensiero Snello.

Il più evidente è quello del *Policy Deployment*, in questo caso riferito alle Politiche per la Sicurezza. La struttura stessa di questo strumento richiede la definizione di obiettivi sfidanti da parte della direzione che non potrà tirarsi indietro (punto d)); gli obiettivi saranno poi contrattati con i manager di medio livello e successivamente con responsabili dei reparti, creando una consapevolezza ed un consenso nei confronti del sistema di gestione (punto e)).

La definizione delle responsabilità attraverso la definizione della matrice a X (vedi § 3.2) porterà ad una chiara definizione della catena di responsabilità (punto b)).

Chiarezza degli obiettivi e della linea di responsabilità, uniti al coinvolgimento dei lavoratori nei processi di miglioramento non possono che portare ad una maggiore motivazione del lavoratore (punto a)), con una particolare attenzione alle attività proprie ed altrui, e quindi una riduzione dei comportamenti insicuri (punto f)).

La formazione ed addestramento (punto c)) sono attività applicabili a qualsiasi ambito che fanno parte del Pensiero Snello.

Un ragionamento a parte lo merita l'informazione che, usando gli strumenti della Gestione Visuale tipica del Pensiero Snello, potrebbero risultare più facilmente comprensibili ed assimilabili.

A conferma di quanto sopra, Flannery (2001) evidenzia che la cultura della sicurezza si svolge su 3 dimensioni chiave: comportamentale, psicologica e strutturale, come rappresentato in Figura 5.1. Sostiene inoltre che i sistemi di gestione per la sicurezza considerano solo la dimensione strutturale mentre le tecniche sviluppate dal Pensiero Snello considerano tutte e tre le dimensioni, andando ad agire anche sui fattori in grado di creare nelle aziende quei pericoli appena visti.

In realtà, nel recente standard per i sistemi di gestione della sicurezza (ISO 45001) vengono introdotti anche specifici requisiti per la consultazione e partecipazione dei lavoratori (§ 5.4) e sulla consapevolezza (§ 7.3) pertanto, sebbene lo standard si limiti a dare dei requisiti senza fornire

strumenti operativi, si può ritenere che la limitazione denunciata da Flannery sia, almeno parzialmente, colmata.

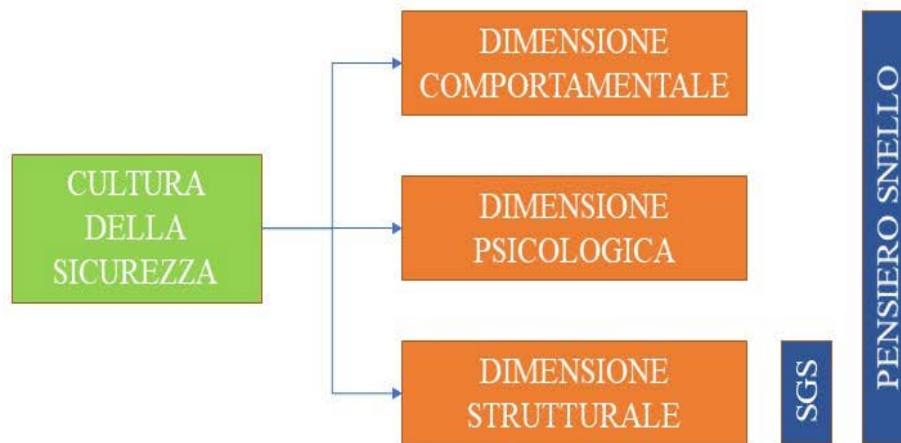


Figura 5.1: Dimensioni della sicurezza secondo Flannery (2001)

A conferma della completezza dell’approccio, il lavoro di Longoni *et al.* (2012) sostiene che le aziende in cui si sia implementato correttamente il Pensiero Snello e che mantengano un alto livello del clima lavorativo (“rispetto per l’uomo”) hanno dimostrato di avere un miglioramento delle condizioni di salute e sicurezza dei lavoratori.

Gli autori si spingono oltre rilevando come la creazione di un clima positivo non sia sufficiente a garantire il risultato, infatti dove l’applicazione delle tecniche *Lean Manufacturing* è troppo spinta, i lavoratori sono forzati a dei ritmi troppo elevati e non hanno più il tempo per il “rispetto”; compromettendo la salute e sicurezza dei lavoratori stessi e, probabilmente, anche le prestazioni produttive.

Infine, si è dimostrato, sostengono Longoni *et al.* (2012), che la percezione sulla sicurezza da parte dei lavoratori è predittiva dello stato futuro del clima aziendale. In altre parole, nel caso in cui il contesto aziendale abbia implementato correttamente il Pensiero Snello (magari testimoniato da qualche premio) e messo in atto un sistema certificato di gestione della sicurezza senza prestare la dovuta attenzione al “rispetto per l’uomo” potrebbe soffrire di qualche difficoltà sul piano del clima aziendale, creando un disinteressamento che nel medio termine potrebbe portare ad un calo delle prestazioni, sia produttive che di sicurezza.

5.3 TPM (*Total Productive Maintenance*)

La Manutenzione Produttiva Totale (*Total Productive Maintenance* o più brevemente TPM) nasce negli anni '70 in casa Toyota come evoluzione delle precedenti teorie basate su

- Manutenzione a seguito della rottura (*Breakdown Maintenance*): secondo cui il reparto di manutenzione veniva attivato a seguito di una rottura, come se fosse una squadra di emergenza.
- Manutenzione Preventiva (*Preventive Maintenance*): con la quale si iniziano a stabilire le prime teorie sulla capacità di limitare le rotture e le inefficienze grazie ad attività di manutenzione preventiva.
- Manutenzione Produttiva (*Productive Maintenance*): con la quale si riconosce l'importanza di affidabilità, manutenzione ed efficienza nell'economia dello stabilimento, iniziando ad intuire che impianti o attrezzature vanno valutati nell'intero ciclo di vita, stabilendone i costi legati alla manutenzione ma anche i mancati guadagni a causa di manutenzione inadeguata.

In questo contesto, il TPM muove un ulteriore passo in avanti grazie al coinvolgimento di tutto il personale nell'attività di manutenzione, abbracciando quel "rispetto per l'uomo" già citato più volte; proprio per questo motivo in alcuni casi viene definita come "manutenzione preventiva a partecipazione totale".

Il termine "Totale" per Nakajima (1988) assume un triplice effetto, si riferisce infatti a

- efficacia totale; intesa come l'ambizione a massimizzare i livelli di efficienza globale dell'impianto (OEE, acronimo di *Overall Equipment Efficiency*)
- sistema di manutenzione totale; attraverso la definizione di un sistema accurato di manutenzione produttiva per l'intera vita dell'impianto produttivo
- partecipazione totale di tutti i dipendenti; attraverso l'implementazione del metodo in tutti i reparti produttivi, con il coinvolgimento totale di ogni singolo dipendente, promuovendo la motivazione attraverso le attività portate avanti da gruppi di lavoro autonomi.

Con riferimento alla Figura 5.2, l'indice di efficienza globale dell'impianto (OEE) è definito come il rapporto tra tempo standard di output netto, cioè il tempo impiegato per produrre beni di prima qualità, ed il tempo disponibile netto, inteso come il tempo solare al netto di festività, giorni non lavorati e fermate programmate (De Toni et al., 2013).

$$OEE = \frac{F}{C} \quad (5.1)$$

Come si può vedere, sono diversi i fattori che contribuiscono alla riduzione dell'efficienza produttiva, in particolare si può definire:

- Disponibilità come il rapporto tra tempo effettivo di lavorazione (D) e tempo disponibile netto (C); dove la differenza è legata alle fermate per attrezzaggi, guasti, mancanza di lavoro, etc.

$$Disponibilità = \frac{D}{C} \quad (5.2)$$



Figura 5.2: Tempi da considerare per il calcolo dell'indice di efficienza globale (OEE). De Toni et al (2013).

- Prestazione come il rapporto tra tempo standard di output lordo (E) e tempo effettivo di lavorazione (D), dove la differenza è legata a fermate, rallentamenti, etc.

$$Prestazione = \frac{E}{D} \quad (5.3)$$

- Qualità come rapporto tra tempo standard di output netto (F) e tempo standard di output lordo (E), dove la differenza è legata a difettosità, scarti, lavorazione etc.

$$Qualità = \frac{F}{E} \quad (5.4)$$

Combinando assieme i tre fattori si ottiene che

$$OEE = Disponibilità \times Prestazione \times Qualità \quad (5.5)$$

Si capisce quindi che il TPM lavora per ridurre sei tipologie di sprechi:

- Fermi macchina legati a rotture improvvise dell'impianto.
- Fermi macchina legati ad attività di attrezzaggio, regolazione.
- Perdite di velocità a causa di piccole fermate legate, ad esempio, ad intasamenti, irregolarità nella materia prima, etc.
- Perdite di velocità legate a differenze tra condizioni di lavoro previste e realizzabili.
- Difetti di processo, cioè materiale che deve essere rilavorato.
- Materiale declassato, ad esempio nelle fasi di avviamento o fermata.

L'obiettivo del TPM è duplice e può essere enunciato come "zero rotture e zero difetti". Una volta eliminate le rotture ed i difetti si potranno notare:

- miglioramenti nelle prestazioni produttive, strettamente legati agli effetti sull'indice di efficienza globale (OEE);

- riduzioni di costi, sia in relazione alla diminuzione dei costi legati alle difettosità (rilavorazioni, smaltimento, ...) che all'eliminazione delle attività di riparazione in emergenza dove, normalmente, il riavvio della produzione risulta prioritario rispetto ai costi dell'intervento;
- riduzione delle scorte; grazie alla garanzia di funzionamento del sistema che non ha bisogno di scorte di sicurezza per garantire le fermate impreviste;
- un incremento della produttività della forza lavoro; grazie ad un clima di lavoro più rilassato dovuto alla riduzione delle situazioni in cui si richiede di operare velocemente ed in condizioni di emergenza per riavviare l'impianto.

Anche se non indicato da Nakajima, appare evidente anche un miglioramento delle condizioni di sicurezza grazie alla riduzione dell'esposizione ai rischi legate alle fasi di manutenzione. Infatti le attività manutentive a seguito di una rottura si presentano come una situazione temporanea (simile ad un cantiere) dove la variabilità delle condizioni nel tempo introduce dei rischi più difficili da prevedere.

Il percorso verso il TPM inizia con una presa di coscienza da parte della Direzione e la predisposizione di un ambiente favorevole al cambiamento eliminando le barriere fisiche e psicosociali in grado di influire negativamente sugli operatori.

Il concetto di base è quello secondo cui per eliminare le rotture basta esporre i difetti nascosti attraverso l'implementazione di semplici misure quotidiane.

Secondo Willmott e McCarthy (2001) le rotture sono la punta dell'iceberg, piccoli difetti come sporco, polvere, abrasioni, allentamenti, graffi e deformazioni che possono sembrare insignificanti ma sono il vero problema; questi difetti possono combinarsi e diventare grandi; per questo è importante bloccarli sul nascere quando sono piccoli.

Gli stessi autori applicano alle rotture lo stesso concetto di Heinrich relativo ai *near-miss* visto al § 2.5. Infatti sostengono che per ogni rottura ci sono state 30 fermate di lieve entità e 300 precursori che hanno contribuito, attraverso una concatenazione di eventi, a determinare la rottura. La rottura è quindi la conseguenza, non il sintomo.

Nella logica del TPM, la manutenzione giornaliera va sotto la responsabilità del conduttore della macchina mentre ai manutentori sono affidate le responsabilità per la manutenzione periodica e le riparazioni preventive.

In questo contesto Willmott e McCarthy (2001) paragonano l'attività dell'operatore al soggetto che si prende cura della propria salute, mentre il manutentore è il medico che interviene per controlli di routine o per cure significative quando la malattia si è manifestata nonostante la prevenzione.

Ci si riferisce spesso alle 5S della manutenzione perché solamente se si procede giornalmente con pulizia, lubrificazione, serraggio delle viti ed accurata ispezione per ottenere un posto di lavoro pulito e senza polvere si possono eliminare le rotture e le fermate raggiungendo un livello di automazione completo.

Il percorso da intraprendere deve essere annunciato a tutti con comunicazione e istruzione; pertanto nella fase del cambiamento la Direzione ha il grande compito di formare gli operatori, sia ai concetti teorici del TPM che alla pratica per motivarli e metterli in grado di eseguire autonomamente le operazioni basilari di manutenzione.

Per Nakajima (1988) “nel TPM non ci sono stanze per restare seduti”, intendendo con questo che ognuno ha un proprio ruolo da giocare attivamente.

Questo cambiamento può avvenire solo attraverso un approccio collaborativo e non autoritario. La gestione partecipativa è ideale perché incoraggia la fiducia tra i lavoratori e promuove continuamente un’alta produttività. Al contrario, una gestione autoritaria incoraggia la sottomissione basata sulla paura tra colleghi, conseguentemente, anche se nel breve termine si può raggiungere un’alta produttività, il basso livello di morale tra i dipendenti porterà ad un declino della produttività

Quando si chiede ad un operatore o manutentore il suo parere e si implementa quella stessa soluzione nelle attività di tutti i giorni, questi lo rispetterà, semplicemente perché è una sua idea; al contrario, se gli viene imposto probabilmente si trasformerà in un’attività puramente formale, come spuntare delle liste di controllo senza effettuare realmente alcuna verifica.

Questo approccio consente un allineamento tra la visione della Direzione (*top-down*) e le esigenze della forza lavoro (*bottom-up*) ottenendo un effetto sinergico in linea con i principi del *Policy Deployment*.

Nel TPM il sistema di controllo più efficace è un operatore in armonia con il suo macchinario e con un senso di proprietà; al contrario un operatore che non sia attento alle condizioni della macchina può inibire la sicurezza e portare a infortuni, danneggiamenti, bassa produttività e costi elevati.

Nakajima (1988) ritiene che la pulizia sia un processo educativo in grado di porre delle domande; durante l’attività è comune chiedersi ad esempio “perché in questa parte la polvere si accumula così velocemente?”. Con quest’ottica l’attività di pulizia quotidiana diventa ispezione e svilupperà gradualmente la capacità di vedere difetti.

Il cambio nelle relazioni tra personale formato e non formato è drammatico: i primi discutono il guasto tra loro e giungono con la risposta senza dover coinvolgere i responsabili, riducendo così il numero di problemi che arrivano sul tavolo dei manager e lasciando loro il tempo di pensare ad attività strategiche anziché seguire l’emergenza del momento.

Una delle potenzialità del TPM è ridurre la complessità e fornire una strada verso la capacità di prendere decisioni in modo sistematico.

I costi diretti della manutenzione sono facili da vedere, è sufficiente leggere il bilancio. Al contrario, i costi indiretti, o i costi legati alla perdita di opportunità per una manutenzione inadeguata o non efficace sono difficili da misurare e tendono ad essere meno ovvi a prima vista; queste situazioni, seppur difficilmente visibili, agiscono contro la produttività impedendo il raggiungimento dell’obiettivo di un indice di efficienza globale adeguato.

Un aumento significativo di OEE permette all'azienda ed alla Direzione di avere a disposizione una flessibilità che con l'OEE al 60% non sarebbe possibile ottenere. Tale flessibilità permette di lavorare tranquilli, rafforzando il morale ed il clima aziendale, senza dover inseguire le emergenze. La misura dell'OEE e soprattutto il suo aumento permette di quantificare economicamente i guadagni in termini di produttività, liberando così risorse per investimenti in manutenzione e sicurezza.

Il TPM ha molto a che fare con l'aumento delle condizioni di sicurezza, infatti:

- la trascuratezza e la speculazione sono falsi strumenti economici nel contesto dei costi di infortuni dovuti a macchine inaffidabili;
- manutenzione e sicurezza sono partner; la maggior parte degli infortuni avviene a causa di operatori che cercano di intervenire perché le macchine non operano correttamente;
- manutenzione significa protezioni adeguate, nessuna parte esposta e minimi aggiustamenti: questo significa che l'operatore è protetto;
- la maggior parte dei danni all'orecchio sono legati a cattivi stati di manutenzione delle macchine;
- durante le fasi di pulizia si possono effettuare diversi controlli, di cui svariati hanno relazione con la sicurezza del macchinario;
- personale competente e formato assieme a macchinari sicuri e idonei al funzionamento sono centrali nella strategia, politica e pratica del TPM (Willmott e McCarthy, 2001).

Lo stesso concetto viene espresso da Longoni *et al.* (2013) secondo cui il TPM è sempre associato ad un miglioramento delle condizioni di sicurezza, in alcuni casi i programmi di miglioramento per la sicurezza sono parte del TPM. Inoltre, il TPM richiede competenza da parte degli operatori e capacità di riconoscere e risolvere i problemi prima che accadano, sviluppando così la stessa attitudine richiesta a chi si occupa di salute e sicurezza sul luogo di lavoro

L'implementazione ottimale del TPM avviene quando i suggerimenti degli operatori arrivano al tavolo dei progettisti e diventano sviluppi per i prodotti o impianti futuri.

Nakajima (1988) sostiene che senza TPM il Pensiero Snello sviluppato da Toyota attraverso il Toyota Production System non potrebbe funzionare.

5.4 Analisi delle cause alla radice

Il percorso investigativo a seguito della rilevazione di una problematica, sia essa una Non Conformità legata alla qualità oppure un mancato evento incidentale o, ancora, un infortunio, è probabilmente una delle migliori opportunità per eliminare definitivamente l'effetto indesiderato.

Tale approccio permette infatti di agire su quelle circostanze in grado di avviare la catena degli eventi portando al difetto qualitativo o all'incidente. Al contrario, intervenendo in un punto più

avanzato della catena degli eventi è possibile che il sistema di mitigazione messo in atto non sia sufficientemente efficace al punto da evitare il ripetersi del rischio.

Tuttavia, la comprensione dei fenomeni che regolano le relazioni tra cause ed effetti non è un percorso semplice. Per questo, nell'ambito del Pensiero Snello, alcuni strumenti vengono a supporto nelle fasi di analisi, in particolare il diagramma di Ishikawa e la tecnica dei "5 perché?".

Il diagramma a spina di pesce di Ishikawa (di cui un esempio è riportato in Figura 5.3) elenca le possibili cause di un problema (la testa del pesce) suddividendoli in quattro o sei categorie di elementi accomunati dal fatto di iniziare con la lettera "M".



Figura 5.3: Esempio di diagramma di Ishikawa

I quattro fattori principali sono Materiali, Macchine, Manodopera e Metodi, ai quali possono essere aggiunti anche altri due fattori quali Misura e Madre natura, inteso come fattori ambientali.

Il diagramma viene compilato grazie ad un gruppo di lavoro con un'attività di *brain-storming*, e permette di ramificare la struttura a livelli successivi.

Le cause vengono poi pesate attraverso il parere dei presenti dalle quali scelgono quelle che ritengono più significative e ne assegnano un peso, ottenendo una classifica delle cause più probabili.

Il metodo è basato su una valutazione soggettiva e non determina le relazioni causa-effetto. Questo ulteriore passaggio può essere favorito dal metodo dei "5 perché?" sulla base del quale ci si deve sempre chiedere "perché si manifesta una determinata situazione" fino a non trovare più una risposta. In questo modo è probabile (ma non certo) che si sia giunti alla causa radice. Su questa vanno basate le attività di miglioramento in grado di rimuovere il problema.

Secondo questa ottica è fondamentale far capire alla direzione come l'obiettivo non debba essere quello di gestire attività evitando e gestendo le variazioni nel sistema, ma quella di eliminare le cause radice che provocano le variazioni stesse, ottenendo una situazione più stabile, capace di mantenere costanti le condizioni del processo (Womack e Jones, 1996).

Traducendo nell'attività di valutazione dei rischi, l'intervento alla causa radice assume lo stesso effetto della rimozione del pericolo, soluzione preferibile secondo la norma ISO 31000.

Un intervento attuato più avanti nella sequenza degli eventi che porta all'incidente si configura come una misura preventiva, soluzione da perseguire qualora non sia possibile eliminare il pericolo. Infine, uno strumento che intervenga dopo il verificarsi dell'evento studiato si comporta da misura protettiva, in grado di limitare il danno senza però agire sulla causa.

Nel mondo dell'Ingegneria della Sicurezza, un semplice strumento per identificare le cause è quello dell'Albero dei Guasti (*Fault Tree Analysis*). Si tratta di una rappresentazione grafica, come in Figura 5.4, dove gli eventi vengono rappresentati in sequenza e collegati tra loro attraverso operatori logici.

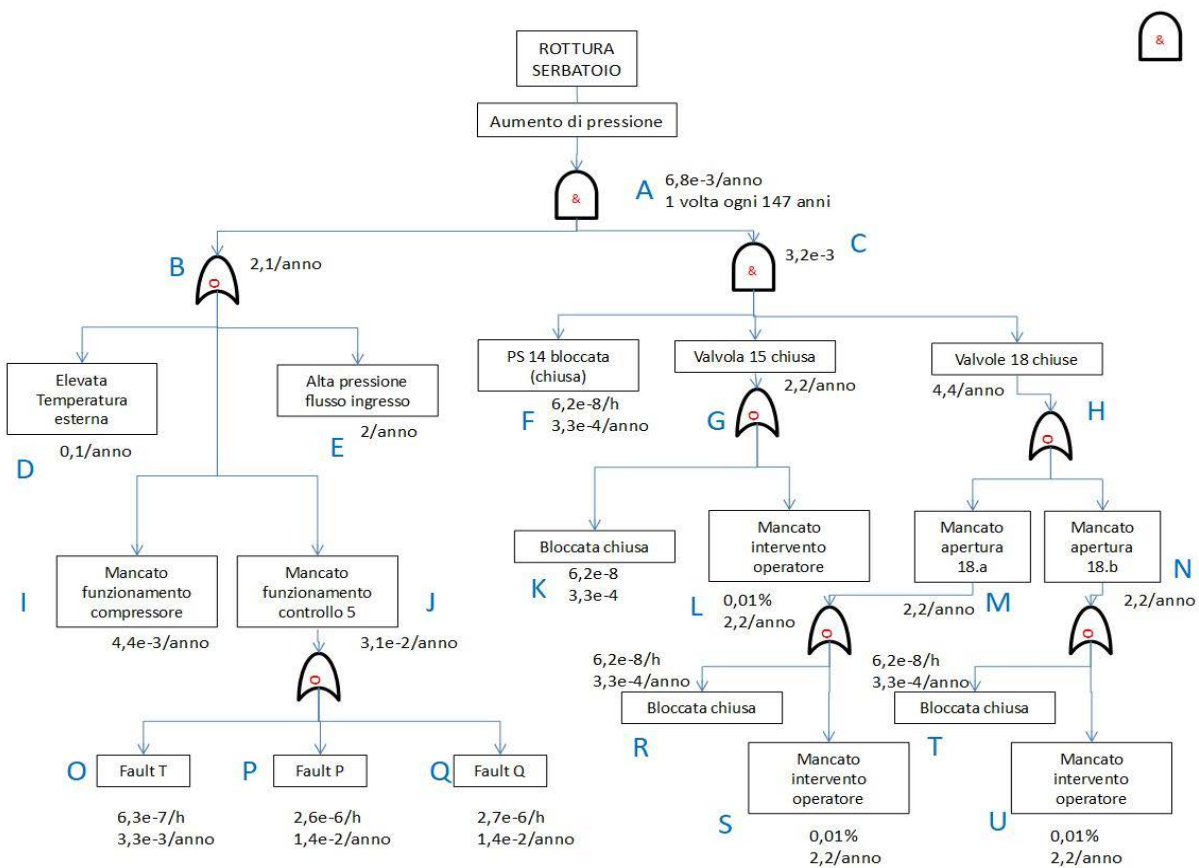


Figura 5.4: Esempio di albero dei guasti con indicazione quantitativa delle probabilità di accadimento

Tali relazioni permettono di calcolare attraverso l'algebra booleana la probabilità di accadimento dell'evento principale (*top event*) cioè, nel caso illustrato, la rottura del serbatoio.

Agendo sulle porte logiche è possibile quindi determinare quali siano le variazioni sulla probabilità di accadimento del *top event* in conseguenza delle scelte tecniche adottate. Permette quindi di analizzare la soluzione più conveniente sia dal punto di vista economico che di efficacia per la tutela della sicurezza.

Nella fase di indagine della causa radice è fondamentale concentrarsi sul processo e non sulle persone (Hafey, 2009); a tal proposito, secondo Deming oltre il 95% dei fatti che accadono in un'azienda discendono dalle prestazioni del sistema aziendale, prestazioni che ricadono sotto la responsabilità della direzione. Quindi meno del 5% degli eventi dipende dalle singole persone (Bertocco *et al.*, 2011).

Sulla stessa teoria anche un recente studio di D'avenia (2018) che prende in considerazione i risultati delle investigazioni relative agli incidenti rilevanti a partire dagli anni '50.

Lo studio sottolinea come ogni periodo storico abbia evidenziato dei focus principali in termini di sicurezza:

- un *periodo tecnologico* in la fonte dei problemi era la tecnologia;
- un *periodo degli errori umani*, dove la fonte degli errori era la persona;
- un *periodo socio-tecnologico*, dove la fonte dei problemi era l'interazione tra i sistemi tecnologici e sociali
- un *periodo delle relazioni inter-organizzative*; dove la fonte del problema è una relazione disfunzionale tra le organizzazioni.

A partire da un certo periodo, sostiene D'avenia, le persone in prima linea non rappresentavano gli attivatori di eventi avversi, quanto gli eredi di problemi connessi all'ambiente del lavoro e al sistema, definendo così il concetto di "*evento organizzativo*".

L'evoluzione della conoscenza ha fortemente scaricato la responsabilità del lavoratore, infatti l'errore in termini di "banale e imperscrutabile violazione" o il "comportamento abnorme" non sono più sostenibili; il fattore umano dovrebbe andare in pensione per dare spazio all'analisi delle *vere cause degli incidenti che sono sempre organizzative*.

Da questa recente valutazione, estremamente pesante, appare evidente come l'integrazione dei sistemi di gestione possa dare una seria risposta all'esigenza di garantire la salute e la sicurezza dei lavoratori.

Capitolo 6

Una visione più critica della relazione tra Pensiero Snello e sistemi di gestione della sicurezza

Il capitolo prende in considerazione i punti di vista di chi sostiene che il Pensiero Snello abbia degli effetti negativi sulla salute e sicurezza dei lavoratori, particolarmente in relazione ai disturbi muscolo-scheletrici e allo stato di stress associato. Vengono successivamente analizzati gli strumenti del *Just-In-Time* e del *Takt-time* come origine di un aumento del ritmo di lavoro e del conseguente sovraccarico biomeccanico, nonché degli effetti sullo stress, chiudendo con alcune considerazioni sul fenomeno giapponese del “*karoshi*”.

6.1 I rischi legati alla Lean Manufacturing

Tra gli esperti esistono posizioni contrastanti sulla relazione tra la Produzione Snella sviluppata dal Sistema Produttivo Toyota e la salute e sicurezza dei lavoratori.

Nei capitoli precedenti si è visto come, in modo più o meno cauto, gli esperti di *Lean Manufacturing* associno ai metodi sviluppati all'interno del Pensiero Snello un effetto tendenzialmente positivo sulla qualità lavorativa, intesa come salute in senso stretto ma anche come situazione di benessere psico-fisico. Tale risultato viene generalmente collegato al pilastro del “rispetto per l'uomo” (Womack e Jones, 1996; Hafey, 2009).

In modo diametralmente opposto, gli esperti di Salute e Sicurezza criticano l'approccio di Toyota per un peggioramento delle condizioni lavorative, particolarmente in relazione ai disturbi muscolo scheletrici, all'aumento del ritmo di lavoro ed alla redistribuzione dei pericoli nelle diverse celle di lavoro (Koukoulaki, 2014).

In entrambi i casi, la formazione degli autori è fortemente orientata ad uno degli ambiti (produzione o salute e sicurezza), rischiando così di eseguire un'analisi perfetta nell'ambito di competenza, facendosi però sfuggire alcune sfumature particolarmente interessanti dell'altro aspetto.

Ad esempio, è possibile che l'effetto negativo sulla salute e sicurezza della *Lean Manufacturing* abbia come causa radice un'implementazione limitata solamente ad alcune tecniche, considerando come Pensiero Snello la mera applicazione di pochi strumenti (cioè la componente tecnica identificata dal termine giapponese *kyuatsu*, introdotta al § 4.3) senza averne capito l'essenza (cioè la componente filosofica rappresentata dalla parola *do*). A tal proposito diventa estremamente importante definire chiaramente cosa sia o non sia *Lean* e come misurarne l'implementazione prima di concludere che abbia effetti positivi o negativi, Longoni *et al.* (2012)

I rischi principali legati al Pensiero Snello fanno capo a due famiglie: i disturbi muscolo scheletrici e lo stress psico-sociale.

Infatti, alcuni ricercatori collegano l'implementazione del Pensiero Snello ad un aumento di infortuni, minore sicurezza e possibili stress; in particolare viene evidenziata la correlazione tra l'aumento del ritmo lavorativo ed un incremento di disturbi muscolo-scheletrici correlati all'attività lavorativa, intesi come forza applicata, postura e ripetitività delle azioni (Womack *et al.*, 2009; Koukoulaki, 2014).

La seconda tipologia di rischio secondo Koukoulaki è legata allo stress psico-sociale; egli individua dei fenomeni legati alla struttura decisionale dell'ambiente di lavoro ed al contesto organizzativo tipici del Pensiero Snello potenzialmente in grado di creare un pericolo di natura psicologica; intendendo con rischio psicologico la pressione lavorativa, uno scarso controllo sulle attività, relazioni sociali con i superiori ed i colleghi ed insicurezza del lavoro.

Tali rischi possono portare a disturbi del sonno, disturbi cardiovascolari, gastrointestinali, depressione, etc.

Tuttavia, questi risultati vengono contestati dagli esperti di Pensiero Snello considerando che, nei casi in cui si ottengono effetti negativi, l'applicazione della *Lean Manufacturing* non sia stata eseguita completamente e non si siano presi in considerazione entrambi i punti di vista, quello della direzione e quello dei lavoratori, nel valutare la metodologia di applicazione del Pensiero Snello ed i relativi risultati ottenuti.

Infatti, così come è possibile che implementazioni corrette del Pensiero Snello portino ad un miglioramento della produttività ed una riduzione degli incidenti, è altrettanto possibile che applicazioni improprie di *Lean Manufacturing* siano causa iniziale (*root cause*) delle evidenze negative sui lavoratori (Longoni *et al.*, 2012)

Secondo Koukoulaki la teoria sostiene che la *Lean Manufacturing* può portare diversi benefici, per i lavoratori; tuttavia, la realtà può essere ben diversa.

L'analisi effettuata sulle teorie che considerano gli effetti della *Lean Manufacturing* ha subito un'evoluzione. Inizialmente il metodo Toyota era considerato uno strumento intrinsecamente pericoloso; successivamente, si è identificato con un sistema che può avere effetti misti a seconda dello stile manageriale e del modo in cui viene implementato. Nella Tabella 6.1 si può vedere infatti

come i casi in cui si dimostrano le conseguenze negative siano di gran lunga superiori a quelli in cui si dimostrano effetti positivi.

Tabella 6.1: Rappresentazione dell'analisi bibliografica secondo Koukoulaki della correlazione tra *Lean Manufacturing* ed effetti sulla salute

Settore	positivi	misti	negativi	nulli	totale
Manifatturiero	-	6	3	1	10
Auto	-	2	14	-	16
Servizi / misto	3	2	3	2	10
Totale	3	10	20	3	36

Alcune pratiche *Lean* come il *Just-In-Time* e la standardizzazione del lavoro causano intensificazione del carico biomeccanico e sono fortemente associate sia con l'esposizione muscolo-scheletrica che psicosociale.

Tuttavia, questo non può portare alla conclusione che la *Lean Manufacturing* sia per definizione pericolosa. La riduzione degli sprechi è considerata come il cuore del Pensiero Snello e senza di essa un sistema di produzione può difficilmente definirsi *Lean*. Non tutte le caratteristiche sono pericolose ma le principali possono essere dannose se non vengono applicate contromisure adeguate come il controllo del lavoro ed un supporto sociale.

Sulla stessa linea ma più cauti Brännmark e Håkansson (2012), secondo i quali c'è una tendenza all'aumento di malattie muscolo-scheletriche nelle situazioni in cui viene implementata la *Lean Manufacturing* senza essere accompagnata da opportune contromisure per mitigare la monotonia e ripetitività del lavoro. Tuttavia le basi non sono sufficienti per determinare una correlazione tra *Lean Manufacturing* e malattie muscolo-scheletriche.

La maggior parte degli studi ha rilevato una moderata associazione tra Pensiero Snello e disturbi muscolo-scheletrici delle estremità superiori.

La teoria di Koukoulaki utilizza una visione del Pensiero Snello abbastanza limitata. Infatti, come si è visto al § 4.2, in una visione più ampia del valore generato dall'azienda, sono considerati "sprechi" anche le perdite economiche legate ad un infortunio, come ad esempio esborsi monetari e ore/uomo non lavorate. Sulla base di quest'ottica, un'applicazione della *Lean Manufacturing* che si limiti a spostare degli sprechi produttivi dalla produzione alle risorse umane non si può dire un'applicazione del Pensiero Snello in linea con la politica aziendale (che si auspica sia integrata di profitto, qualità e sicurezza) e con i principi enunciati nel primo articolo del 1977; confermando così la necessità di una progettazione integrata dei sistemi di gestione per la produzione e la sicurezza.

Per questo motivo l'applicazione del solo bundle del *Just-In-Time*, indicato come principale responsabile dei disturbi muscolo-scheletrici, non può essere sufficiente a sostenere di aver intrapreso un cambiamento verso il Pensiero Snello.

È poi Koukoulaki stesso a ricordare come la teoria suggerisca che, data la loro interdipendenza, i sottosistemi tecnici e sociali devono essere contemporaneamente ottimizzati per produrre un sistema di lavoro efficace; confermando il pensiero di Cho sul “rispetto per l'uomo” e quanto si evince dallo studio di Longoni *et al* (2012), secondo cui la qualità dell'implementazione del Pensiero Snello nei confronti della produttività e della sicurezza dipende dallo sviluppo dei quattro bundle: *Just-In-Time*, *Total Quality Management*, *Total Productive Maintenance* e *Risorse Umane*. Apparentemente gli esperti di produzione e gli esperti di sicurezza utilizzano due posizioni opposte per sostenere la stessa cosa, cioè che il sistema produttivo non è fatto solamente di tecnica (*kyuatsu*) ma anche di aspetti sociali (*do*); non solo di ciò che si fa praticamente ma anche del modo con cui lo si fa.

Utilizzando l'approccio di Hafey, l'implementazione delle tecniche *Lean* con un occhio anche alla sicurezza non possono che portare ad un miglioramento della prestazione, sia sotto l'aspetto tecnico ma soprattutto l'aspetto sociale.

Allo stesso modo nel sostenere che “la *Lean* è inerentemente mediocre, particolarmente in ambiti diversi dal mercato dell'automobile, dove la *Lean Manufacturing* non è completamente implementata”, Koukoulaki si fa sfuggire il concetto secondo cui l'implementazione parziale delle tecniche del Pensiero Snello è per definizione un uso improprio.

6.2 Just-In-Time e Takt-Time analysis

Nell'ottica della riduzione degli scarti, il concetto del *Just-in-Time* punta a ridurre la permanenza del materiale in attesa della lavorazione successiva, facendo in modo che il ciclo produttivo sia sincronizzato garantendo l'arrivo del materiale da lavorare esattamente quando serve; né prima, per evitare soste inutili, né dopo, per evitare fermate della linea.

La produzione *Just-In-Time* è generalmente vista come un elemento peggiorativo per la sicurezza; infatti l'obiettivo di ridurre il tempo di attraversamento porta inevitabilmente ad un aumento del ritmo di lavoro, quindi a ripetizioni più ravvicinate delle operazioni, ed alla mancanza di un cuscinetto in grado di assorbire eventuali ritardi. Inevitabilmente, il fatto di richiedere un ritmo di lavoro più intenso porta il lavoratore a ricercare delle scorciatoie per alleviare il carico di lavoro, in alcuni casi anche a rischio della propria sicurezza.

Il *takt time* è definito come il rapporto tra il tempo lavorativo a disposizione al netto delle fermate programmate ed il volume della domanda richiesta o prevista di prodotti (De Toni *et al.*, 2013), ed indica quindi con quale ritmo deve essere realizzata un prodotto per poter soddisfare le richieste provenienti dal mercato.

L'analisi del *takt time* permette quindi di sincronizzare il ritmo della produzione con il ritmo della richiesta; è altrettanto evidente, nella logica *pull* e del valore per il cliente, che sarà il ritmo di produzione ad adeguarsi alla richiesta e non viceversa.

Risulta quindi necessario rispondere ad ogni variazione della domanda con un cambio di ritmo immediato.

Evidentemente una variazione di questo tipo può comportare un certo stress per il lavoratore, nonché un aumento del carico biomeccanico con possibili complicazioni di natura muscolo-scheletrica.

La tendenza nell'approccio produttivo del Pensiero Snello a seguire i ritmi di mercato producendo solamente quello che serve, anche in piccoli lotti, comporta una variazione del *takt time* attraverso una riconfigurazione dei ruoli all'interno della cella di lavoro; anche aumentando o riducendo il personale impiegato nella cella. Ovviamente questa flessibilità è possibile solo attraverso la multidisciplinarietà dei lavoratori e condivisione delle competenze.

L'interdisciplinarietà dei gruppi di lavoro introduce un ulteriore aspetto estremamente importante per la flessibilità produttiva e la sicurezza. La necessità di allocare le risorse in diverse stazioni della cella di lavoro, comporta un aumento di professionalità, una richiesta di formazione continua con la possibilità di portare il proprio contributo di miglioramento continuo nelle diverse aree produttive, sia per l'aumento del valore che per un miglioramento delle condizioni di salute e sicurezza.

Il fenomeno, in ultima analisi, può diventare estremamente favorevole per il lavoratore in quanto, essendo competente in diversi ambiti, diventa per l'azienda una risorsa che non è opportuno perdere; la consapevolezza di questa situazione da parte del lavoratore permette di godere di quella parte di salute legata al benessere psico-fisico.

La rotazione delle attività permette di evitare il fenomeno dell'accomodamento al rischio, cioè quell'effetto per cui la ripetizione prolungata della stessa attività comporta una maggiore confidenza con le operazioni di lavoro ed una conseguente riduzione del livello di rischio percepito, con la possibilità da parte dell'operatore di tenere comportamenti non sempre a favore della sicurezza.

Per contro, in alcuni soggetti la rotazione può essere percepita come elemento di instabilità, creando una situazione di malessere emotivo dovuto alla necessità di cambiare frequentemente impostazione alla propria mente sulla nuova attività, con un effetto negativo sullo stress (Longoni *et al.*, 2012).

E' evidente che la trasformazione legata all'aumento del ritmo di lavoro e della flessibilità potrà indurre stress positivi o negativi in ciascun lavoratore in base alla propria personalità, rendendo difficile prevederne il risultato finale.

Parallelamente alla riduzione del *takt-time* diventa evidente come un aumento del ritmo di lavoro debba passare per una riduzione dello sforzo; al netto delle operazioni necessarie per svolgere la propria attività è evidente che una riduzione degli sforzi, legata ad esempio ad una postazione più ergonomica, potrà permettere un aumento del ritmo di lavoro.

Purtroppo però, seppure sia possibile confrontare diversi ambienti in cui si effettua la stessa lavorazione per capire quale sia più vantaggioso, diventa difficile confrontare lavorazioni diverse per stabilire quale sia più gravosa.

Durante il riammodernamento dello stabilimento Motomachi nel 1994, Toyota lavorò per migliorare questo punto debole del sistema, introducendo una valutazione oggettiva dell'impegno necessario al personale che ne esprimesse il livello di fatica percepito dagli operai.

Attraverso una valutazione del livello di fatica e stress dichiarati dagli operatori, Toyota riuscì per la prima volta a misurare oggettivamente il livello di fatica e stress e rendere in questo modo i lavori comparabili, dando così una risposta a chi riteneva che la riduzione del *takt time* per seguire il mercato creasse problemi legati a patologie muscolo scheletriche.

In piena logica di miglioramento continuo, quando veniva riscontrato un eccessivo carico di fatica, l'attività veniva sottoposta ad un intervento *kaizen* per sviluppare una soluzione in grado di assistere l'operatore (Womack e Jones, 1996)

Nel processo di valutazione del rischio legato alla movimentazione manuale dei carichi ed ai rischi ergonomici, Hafey (2009) si spinge a definire un metodo snello da seguire durante qualsiasi attività di miglioramento continuo (ad esempio un *kaizen blitz*) senza l'intervento di tecnici specializzati. In particolare suggerisce di prendere considerazione quattro aspetti:

1. lavorazione fuori dalla posizione neutrale: cioè dove il corpo assume posture non naturali, come, ad esempio, con il busto piegato in avanti, con le braccia sopra le spalle, etc.;
2. sforzi eccessivi: qualsiasi situazione in cui ci sia uno sforzo eccessivo per gestire un oggetto diventa un'opportunità di miglioramento;
3. oggetti pesanti che creano, inevitabilmente, sforzi eccessivi e rischi;
4. azioni ripetitive che influenzano fenomeni di affaticamento.

Usando questi quattro parametri è possibile sviluppare delle attività di miglioramento per ridurre i disturbi muscolo-scheletrici.

Un interessante studio è stato condotto da Womack *et al.* (2009) ponendo a confronto due stabilimenti produttivi nel settore dell'automobile a livelli diversi di implementazione delle metodologie della *Lean Manufacturing* ed analizzando 56 postazioni di lavoro in base ai parametri di forza, postura e ripetitività del rischio di disturbo muscolo-scheletrico.

I risultati dimostrano un evidente aumento del ritmo di lavoro, inteso come numero di ripetizioni per unità di tempo nell'azienda *Lean* ma, nel contempo, una riduzione degli sforzi applicati. È ragionevole pensare infatti che la riduzione dei tempi ciclo si possa ottenere rendendo il lavoro più facile e riducendone gli sforzi.

Riferendosi ai livelli di rischio per la mano, Womack *et al.* (2009) osservano anche che negli strumenti del Pensiero Snello non vi è nessun elemento in grado di focalizzarsi intrinsecamente su qualità del processo, sicurezza dei lavoratori o coinvolgimento dei dipendenti. Le aziende

potrebbero quindi applicare le sole tecniche per la riduzione degli sprechi trascurando la filosofia di base, con il rischio di aumentare il carico di lavoro. Il fatto di non porre la dovuta attenzione nei confronti di qualità del processo, lotti di piccole dimensioni, supporto dei capi reparto e formazione dei lavoratori potrebbe condurre i soggetti a rischi superiori ed effetti negativi sulla salute e sicurezza.

Di parere contrario lo studio di Brännmark e Håkansson (2012), secondo cui un sistema di *Lean Manufacturing* non completamente implementato lascia più autonomia ai lavoratori che possono ridurre gli effetti negativi della *Lean*.

6.3 Stress Lavoro-Correlato e fenomeno del Karoshi

Alcune caratteristiche della *Lean Manufacturing* sembrano essere correlate con lo stress dei lavoratori; in particolare il tempo ciclo ridotto, la riduzione delle risorse al minimo indispensabile, il sistema a prova di errori (*poka-yoke*), le attività standardizzate (intese come effetti del *takt time*, riduzione scorte e logica di flusso), il basso controllo sul lavoro e alcuni aspetti del lavoro di gruppo qualora non venga supportato dai manager ed i supervisori.

La correlazione più importante con lo stress è stata ottenuta nei confronti delle caratteristiche del *Just-In-Time* e la riduzione delle risorse.

L'approccio della *Lean Manufacturing* ha un maggiore impatto sullo Stress Lavoro-Correlato piuttosto che sui disturbi muscolo-scheletrici; questo è legato al fatto che il Pensiero Snello influenza simultaneamente un numero di fattori di rischio psicosociale che hanno un diretto effetto sui lavoratori. Per questo Koukoulaki sostiene, citando Eason (1996, 2007), come la teoria abbia dimostrato che in molti casi capita che il sistema tecnico implementato comporti effetti negativi non voluti sul sistema sociale con implicazioni sulla prestazione totale.

Per quanto riguarda i rischi da Stress Lavoro-Correlato, questi possono essere gestiti attraverso la collaborazione e la gestione delle risorse umane, aspetto spesso trascurato nella definizione di cosa sia realmente il Pensiero Snello, che viene frequentemente associato solamente alla tecnica produttiva del *Just-In-Time*.

Lo stesso autore infatti sostiene che “non c'è quasi nessun aumento di disturbo psicologico quando l'alta pressione di lavoro è combinata con un elevato controllo”; confermando la teoria di Anvari *et al.* (2011) secondo i quali la mancanza di controllo è un elemento in grado di aumentare il livello di rischio nelle aziende (§ 5.2).

Koukoulaki sostiene inoltre che i membri di un gruppo di lavoro costituiti sulla base della *Lean Manufacturing* tendono ad astenersi dal riportare malattie e rimanere a casa malati in quanto l'assenza di una persona all'interno di un piccolo gruppo di lavoro comporta grosse difficoltà per i rimanenti colleghi. In sostanza il sistema incoraggia a lavorare doloranti.

Lo stesso autore conclude che, nonostante una certa correlabilità tra le tecniche della *Lean Manufacturing* ed i fattori di rischio, non si può sostenere che l'approccio del Pensiero Snello sia dannoso, anche se la tecnica base del *Just-In-Time* comporta un aumento del ritmo di lavoro, un maggiore carico biomeccanico un aumento del rischio di Stress Lavoro-Correlato; in questi casi è possibile adottare delle misure (supporto sociale e controllo del lavoro) per mitigarne gli effetti. A tal proposito risultano particolarmente interessanti i risultati ottenuti dallo studio di Longoni *et al.* (2012), rappresentabili graficamente in Figura 6.1.

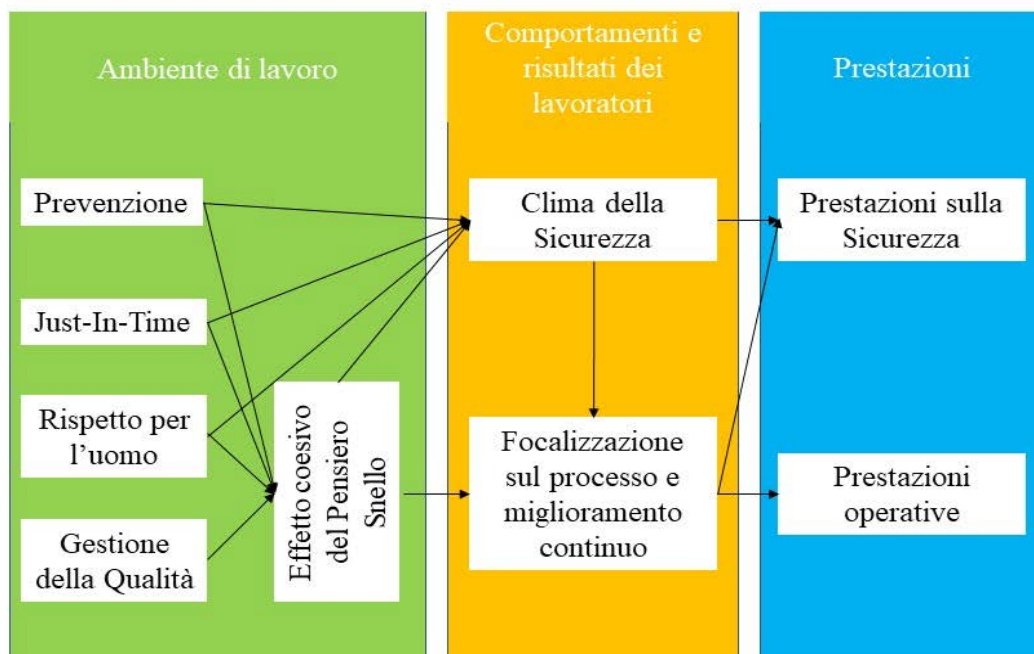


Figura 6.1: Rappresentazione degli effetti sulla prestazione in relazione alle condizioni di lavoro secondo Longoni *et al.* (2012)

Lo studio si basa sull'analisi di dieci aziende, prendendo in considerazione sia il punto di vista dei lavoratori per cogliere il clima aziendale, che quello della direzione per coglierne obiettivi, visione e stile manageriale.

Si ottengono quindi delle considerazioni interessanti:

- l'adozione di una filosofia del Pensiero Snello che metta in collegamento logico tutte le pratiche associate porta ad una percezione di sicurezza sopra la media ed a lavoratori più focalizzati e coinvolti nel miglioramento continuo;
- l'adozione delle pratiche di *Just-In-Time* non mitigate da una buona gestione del "rispetto per l'uomo" e l'assenza di pratiche di prevenzione legate al Pensiero Snello portano ad un danneggiamento delle condizioni di sicurezza;
- un miglioramento nella percezione della qualità lavorativa migliora le prestazioni della sicurezza e renderà gli operatori più focalizzati e desiderosi di entrare nel processo di miglioramento continuo;

- la focalizzazione ed il coinvolgimento nel miglioramento continuo potranno implementare le prestazioni operative e di sicurezza.

Inoltre Koukoulaki sostiene come sia difficile creare una netta distinzione tra concetti organizzativi (Taylorismo, Pensiero Snello ed approccio socio-tecnologico) e tecniche che sono usate all'interno di questi concetti (come *Total Quality Management* e *Just-In-Time*); vengono spesso implementati dei sistemi ibridi tra queste due situazioni, particolarmente fuori dal settore dell'automobile che rappresenta l'ambito nativo di queste metodologie.

Questa ibridazione rende più complicato distinguere tra tecniche *Lean* e forme organizzative, compromettendo la valutazione degli effetti che il sistema organizzativo ed in particolare le tecniche del Pensiero Snello possono avere sulle condizioni di lavoro.

Una visione di questo tipo si limita all'analisi dei soli strumenti senza cogliere l'aspetto più olistico del Pensiero Snello, legato sia alla componente tecnica (*yiutsu*) che filosofica (*do*).

Sono gli stessi Womack e Jones (1996) e Hafey (2009) a sostenere che il Pensiero Snello non sia una mera applicazione di tecniche o qualcosa che si può acquistare come un macchinario ma un complesso insieme di visione, tecnica, approccio e strumenti (§ 5.2).

Seppure Koukoulaki abbia colto che la *Lean Manufacturing* è fatta di un insieme di strumenti che possono essere implementati in modo totale o parziale, sfugge il concetto che questi strumenti sono dinamici, in grado di evolvere per mettere in atto delle contromisure a problemi aziendali; tali tecniche vanno quindi mantenute ed aggiornate seguendo le necessità e le problematiche dell'azienda (Galgano *et al.*, 2013).

Si presume infatti che in un'azienda dove si siano definiti gli obiettivi (sia per la produzione che per la sicurezza) e questi siano stati condivisi, la scelta degli strumenti e la relativa modalità di implementazione sia la logica conseguenza delle Politiche Aziendali.

La distribuzione di obiettivi ai Lavoratori e la consapevolezza da parte degli stessi permette di mettere in atto, anche nel miglioramento continuo, la logica "*pull*" auspicata sia da Andriulo *et al.* (2015) che da Taubitz (2010).

Infatti, secondo Andriulo *et al.* (2015), il Responsabile della Sicurezza (Datore di Lavoro con il supporto del Servizio di Prevenzione e Protezione, secondo il lessico del D. Lgs. 81/08) in un ambiente caratterizzato dal Pensiero Snello deve cambiare il suo punto di vista: le attività di miglioramento del livello di sicurezza devono essere tirate (con logica "*pull*") dai requisiti del sistema attuale piuttosto che spinte (con logica "*push*") uniformemente su lavoratori e procedure.

Allo stesso modo Taubitz (2010) ritiene che "finora la logica *push* è stata la sola possibilità. Forse è ora di avere *leaders* che inizio a creare situazioni di *pull*"

Un ulteriore punto di vista negativo sul Pensiero Snello viene dato da Darius Mehri a seguito della sua esperienza di tre anni in un'azienda che orbita nel mondo Toyota. Nel corso di questo periodo

riuscì a raccogliere diverse testimonianze in grado di stabilire che il vero effetto attribuibile alla *Lean Manufacturing* è il “costo umano”.

Mehri (2005) ritiene che ci sia una grossa incomprensione in Europa legata alla cultura del Pensiero Snello; infatti, la cultura giapponese ritiene che ci siano due aspetti della comunicazione: *tatema*, cioè quello che si suppone una persona faccia o senta, e *honne*, cioè quello che realmente la persona sente o fa.

L'entusiasmo per il Pensiero Snello da parte degli occidentali deriva da un errore nell'osservazione che non è in grado di distinguere tra *honne* e *tatema*.

Secondo questo punto di vista, le dichiarazioni di un manager potrebbero rispecchiare l'esatto contrario rispetto al reale modo di operare. Allo stesso modo, la reale percezione di un lavoratore può essere completamente diversa rispetto a ciò che sostiene pubblicamente.

Nella fattispecie, secondo l'esperienza di Mehri, l'impegno per la sicurezza era proclamato ovunque, quasi a voler delegare l'obbligo di garanzia ai lavoratori, senza però curarsi realmente della salute dei propri collaboratori.

Nella valutazione di Mehri, i maggiori pericoli derivano dalla velocità della linea, in particolare quando il ritmo produttivo veniva incrementato per esigenze di mercato e si doveva eseguire l'operazione in meno di tre minuti. La reale condizione di pericolo era dimostrata da molti operatori senza alcune falangi delle dita.

Allo stesso modo, la maggior flessibilità comportava di dover produrre velocemente oggetti che venivano lanciati in produzione assai raramente, senza tenere conto del minor allenamento e della scarsa formazione impartita.

Nell'argomentare la sua teoria legata ad un peggioramento delle condizioni di sicurezza, Mehri riporta un'intervista con Suzo Sasaki dell'*Aichi Labor Institute*, un'organizzazione che per lungo tempo ha studiato il sistema Toyota. Secondo Sasaki, la velocità delle linee contribuisce in modo importante agli incidenti sul lavoro ed ai problemi di salute. Si nota un aumento della pressione sanguinea, problemi di udito, malattie professionali e morte direttamente collegate alla velocità della linea. Circa il 50% dei lavoratori riporta malattie correlate al lavoro ma è forzato a lavorare ugualmente.

Allo stesso modo, in Toyota, anche se un lavoratore è infortunato deve andare al lavoro e non fare niente per evitare di registrare infortuni; creando così una migliore immagine. In questo modo gli incidenti non vengono registrati ed i lavoratori che vogliono parlare vengono minacciati con il licenziamento.

Anche l'analisi post-incidentale assume una posizione di difesa da parte dell'azienda; infatti, il sistema previdenziale giapponese prevede l'erogazione dell'indennità solo nel caso in cui il macchinario presenti delle mancanze dal punto di vista della sicurezza; di conseguenza l'analisi dell'incidente viene fatta per prevenire possibili ricadute sull'azienda.

Per la stessa ragione i report delle investigazioni interne riportano la causa dell'incidente ad un problema di sicurezza nel contesto del comportamento umano e suggeriscono come azione correttiva di "implementare controlli di sicurezza considerando il fatto che l'essere umano è soggetto a tenere comportamenti non sicuri".

L'autore denuncia inoltre che, molto spesso, le attività lavorative avvengono in condizioni non adeguate come, ad esempio, con spazi insufficienti tra i macchinari oppure con Dispositivi di Protezione Individuale inadeguati forniti ai lavoratori.

Indipendentemente dalle condizioni descritte da Mehri (2005), il Giappone soffre un grave problema legato alle morti sul lavoro, definendo persino il termine "*karoshi*", che in lingua giapponese significa "morte per troppo lavoro".

Il fenomeno del "*karoshi*" non è strettamente legato a ritmi di produzione ma riguarda morti causate da problemi cardiovascolari legati allo stress eccessivo oppure a suicidi in seguito alla depressione, generalmente riconducibili all'eccesso di lavoro.

I dati ufficiali parlano di 190 casi nel 2017 ma si presume che rappresentino solo una parte ufficiale, ritenendo che in realtà il fenomeno si aggiri sui 9000 casi l'anno.

La cultura giapponese prevede una dedizione al lavoro tale da indurre le persone a fermarsi al lavoro fino a tardi, anche quando non è richiesto; non è un caso che nei casi segnalati di *Karoshi* le vittime abbiano evidenziato una quota di straordinari dell'ordine di 100 ore al mese.

Tale comportamento diventa appagante per il lavoratore, che si vanta di non aver preso alcun giorno di ferie e, nel contempo diventa strumento per salire nella scala gerarchica.

Il governo nipponico sta prendendo provvedimenti in merito, forzando a terminare la settimana in anticipo l'ultimo venerdì del mese, ma i primi risultati non sembrano aver spostato di molto i numeri.

Nel nostro Paese fortunatamente non si evidenzia questo tipo di fenomeno; tuttavia uno studio condotto dalla Federazione Italiana Aziende Sanitarie Ospedaliere sottolinea come il fenomeno dello Stress Lavoro-Correlato colpisca un lavoratore su quattro, nonostante le denunce siano nettamente inferiori, anche in relazione alla difficoltà di una diagnosi oggettiva³.

Per concludere la disamina legata alle posizioni che indicano un effetto negativo del Pensiero Snello, è estremamente interessante considerare una riflessione di Taubitz (2010) secondo cui l'attacco incessante alle sette forme di spreco per raggiungere un'azienda snella suggerisce a tutte le figure coinvolte di pensare a come ridurre i rischi per i collaboratori e l'ambiente. La Direzione non solo ha instillato il concetto che "non può essere *Lean* senza essere sicuro", ma gli esperti del Pensiero Snello sono in grado di comprendere pienamente che gli sprechi associati ad infortuni, malattie ed impatti ambientali hanno effetto a livello personale. Il bilanciamento delle considerazioni relative a morale, etica ed affari permettono all'organizzazione di prendere decisioni in buona fede che siano buone per le persone, il pianeta ed il profitto

3 www.puntosicuro.it

In sostanza, Taubitz ritiene che, estendendo il punto di vista dai soli sprechi legati all'attività produttiva ad una visione più completa che coinvolga anche il capitale umano, non ci può essere un'attività di miglioramento che non prenda in considerazione anche la sicurezza dei lavoratori e la tutela dell'ambiente, confermando ancora una volta la necessità di un'integrazione nei sistemi di gestione.

Capitolo 7

L'analisi empirica: il caso Speedline srl

Il capitolo sintetizza brevemente i risultati dell'analisi bibliografica e delinea il metodo da utilizzare per le valutazioni degli impatti sulla salute relativi a casi reali di miglioramento continuo. Viene quindi definita e descritta l'azienda utilizzata per studiare dei casi reali; in particolare viene evidenziato come abbia iniziato un percorso coerente con la teoria del Pensiero Snello senza averlo integrato in modo sistematico con gli aspetti della sicurezza.

7.1 Considerazioni sulla teoria

L'analisi della letteratura nei capitoli precedenti ha messo in evidenza come il fenomeno dell'integrazione dei sistemi di gestione per la sicurezza e per la produzione presentino diverse sfaccettature che non sempre risultano semplici da cogliere nella loro completezza.

Le opinioni sono generalmente divise tra chi associa al Pensiero Snello degli effetti positivi sulla salute e sicurezza e chi ritiene che porti solamente ad un peggioramento della qualità lavorativa.

Le conclusioni raggiunte si basano su approcci diversi; ad esempio, Longoni *et al.* (2013) confrontano dieci casi relativi ad altrettante aziende sotto il punto di vista del Pensiero Snello e della sicurezza, prendendo in considerazione sia l'aspetto delle politiche dettate dalla Direzione Aziendale che la percezione dei lavoratori attraverso questionari per determinare il clima aziendale.

Womack *et al.* (2009) eseguono uno studio comparato tra due aziende del settore *automotive*, di cui una caratterizzata da un'implementazione del Pensiero Snello decisamente più avanzata, e ne confrontano i rischi legati ai movimenti delle articolazioni della mano in 56 postazioni di lavoro diverse al fine di identificare se la *Lean Manufacturing* possa determinare un aumento dei disturbi muscolo-scheletrici.

Gnoni *et al.* (2013) e Andriulo *et al.* (2015) vanno nel dettaglio di un caso specifico ed applicano i principi del Pensiero Snello ad un sistema di gestione relativo ai mancati incidenti, integrando così *Lean Manufacturing* e sistema di gestione della sicurezza limitatamente all'aspetto dei *near-miss*.

Gapp *et al.* (2008), attraverso l'analisi delle parole chiave presenti nei siti web di diverse aziende hanno rilevato una visione dello strumento 5S in grado di andare oltre la semplice tecnica ed assumere una visione più olistica che permette di renderlo uno strumento di integrazione con i sistemi per la gestione di qualità, sicurezza e ambiente.

Anvari *et al.* (2011) mettono in relazione il metodo del Pensiero Snello con il sistema di gestione della sicurezza e sottolineano come il metodo 6S (formato dalle tradizionali 5S e la Sicurezza) sia la base per tutti i programmi di miglioramento.

Di opinioni opposte Koukoulaki (2014) che, basandosi su un'analisi degli studi di letteratura, cerca di capire l'effetto del Pensiero Snello sulla salute e sicurezza dei lavoratori, concludendo che ci sono effetti negativi associati ad alcune pratiche della *Lean Manufacturing*, in particolare la pratica del *Just-In-Time*.

Mehri (2005) riporta la propria esperienza da lavoratore in un'azienda che opera nell'indotto di Toyota e racconta come la realtà sia completamente diversa da quello che si legge nei libri e di come sia il frutto di un'incomprensione di base legata all'atteggiamento della cultura giapponese che spesso si mostra in modo diverso dalla realtà.

Brown e O'Rourke (2007) discutono di come le logiche della *Lean Manufacturing* impattino la valutazione dei rischi legata a nuove forme di rischio generate dalla diversa logica di flessibilità e configurazione della linea di produzione.

Brännmark e Håkansson (2012) procedono con un'analisi della letteratura per determinare le relazioni tra *Lean Manufacturing* e malattie muscolo-scheletriche, realizzando che molto spesso le informazioni non sono complete in entrambi gli ambiti e rendono così difficile poter trarre delle conclusioni.

L'approccio più integrato nella gestione dell'argomento relativo all'integrazione tra sistemi di gestione della sicurezza e Pensiero Snello deriva da Robert Hafey con i suoi due libri. In particolare *Lean Safety* (2009) introduce una visione integrata di tecniche produttive e sistemi di gestione della sicurezza; mentre *Lean Safety Gemba Walk* (2015) evidenzia come la cultura della sicurezza non si debba accontentare della conformità ai requisiti di legge ma richieda di andare oltre, applicando gli approcci del miglioramento continuo e del coinvolgimento dei lavoratori tipici del Pensiero Snello. Il testo raccoglie sia la teoria che alcuni esempi vissuti dall'autore in prima persona.

Un'ulteriore osservazione di Hafey è particolarmente interessante: egli si dichiara uno specialista di *Lean Manufacturing* appassionato di sicurezza, nei confronti della quale però non ha le competenze necessarie per giudicarsi un esperto. Dal suo punto di vista, la sicurezza può essere un mezzo in grado di veicolare più facilmente l'implementazione del Pensiero Snello. Infatti, se da un lato la *Lean Manufacturing* "impone" un sistema di lavoro diverso attraverso l'utilizzo di termini tecnici non sempre chiari a tutti, dall'altro gli argomenti legati alla sicurezza sono di interesse per tutti e, soprattutto, sono noti a tutti. In questo modo tutti quanti possono godere del beneficio di partecipare in modo consapevole alle attività di miglioramento continuo.

Contrariamente al concetto originario in cui il valore viene definito per l'utilizzatore finale del bene (che ragionevolmente rimarrà sconosciuto a molti), nel caso dei principi del Pensiero Snello il valore viene definito per i lavoratori, che si vedranno così promotori, esecutori e beneficiari del cambiamento.

Se il Pensiero Snello è questione di cambiamenti ed i cambiamenti sono difficili per tutti, risulta più semplice partire da ciò che si conosce e che avrà un impatto positivo ed immediato su chi deve cambiare ed essere promotore di cambiamento.

La variabilità nei risultati riportati dai vari autori potrebbe essere imputabile alle dimensioni del contesto in cui viene svolta l'analisi.

Come per le valutazioni del ciclo di vita del prodotto (*Life Cycle Assessment - LCA*), anche nello studio dei sistemi di gestione, le dimensioni del contesto dell'analisi determinano la qualità dei risultati: allargano i confini del dominio di controllo si ottengono informazioni più complete ma, per contro, si rende molto più difficile lo studio e la comprensione dei fenomeni, con il rischio di usare delle ipotesi errate e falsare il risultato.

Parafrasando quello che sostiene Taubitz (2010), se gli infortuni e le malattie vengono considerati sprechi all'interno di un contesto di benessere e sostenibilità aziendale, l'obiettivo di ridurre gli sprechi porta a ragionare anche in termini di sicurezza in qualsiasi attività di miglioramento continuo.

7.2 Il metodo utilizzato

Per provare a dare una risposta al quesito iniziale sugli effetti benefici indotti dall'adozione del Pensiero Snello sulla salute e sicurezza dei lavoratori, si è pensato di prendere in considerazione alcuni casi di azioni di miglioramento volte solamente ad incrementare le prestazioni produttive e/o qualitative e studiarli nuovamente sotto il profilo del rischio per la salute e sicurezza dei lavoratori.

Il fatto di scegliere casi completati ha permesso di evitare qualsiasi influenza nel processo decisionale e di verificare l'efficacia degli interventi sull'indice di efficienza globale dell'impianto.

Per contro, il fatto che il progetto fosse stato chiuso, ha reso difficile in alcuni casi reperire le informazioni con un grado di precisione elevatissimo. Per quanto possibile si è cercato di raggiungere un approccio quantitativo per poter misurare il risultato ottenuto.

Per la scelta dei casi studio si è deciso di prendere in considerazione un'azienda che applichi le tecniche produttive della *Lean Manufacturing*, senza averle integrate in modo sistematico con il sistema di gestione per la sicurezza.

L'azienda che si è prestata a mettere a disposizione i casi studio per l'analisi è stata Speedline srl.

7.3 Profilo aziendale Speedline Srl

Speedline srl è un'azienda nata nel 1976 dalla ESAP, società stabilita a Santa Maria di Sala (VE) che produceva ruote in lega leggera per auto e mezzi pesanti, con una divisione orientata alle ruote da competizione; infatti dal 1972 il marchio Speedline era usato per identificare i prodotti da competizione. Con il cambio di proprietà nel 1976, si è voluto dare un segno di cambiamento, iniziando dalla ragione sociale, usando il marchio "da competizione" per identificare l'azienda.

Dal 2007 Speedline srl è stata acquisita dal Gruppo svizzero Ronal.

Il Gruppo Ronal ha sede principale ad Härkingen e conta circa 8000 persone, di cui circa 600 in Italia, con un fatturato di oltre 1,4 miliardi di Euro con una capacità produttiva di oltre 21 milioni di ruote l'anno.

L'azienda rappresenta la base del proprio successo con la casa di Figura 7.1 e la descrive attraverso un modello basato su sei punti:

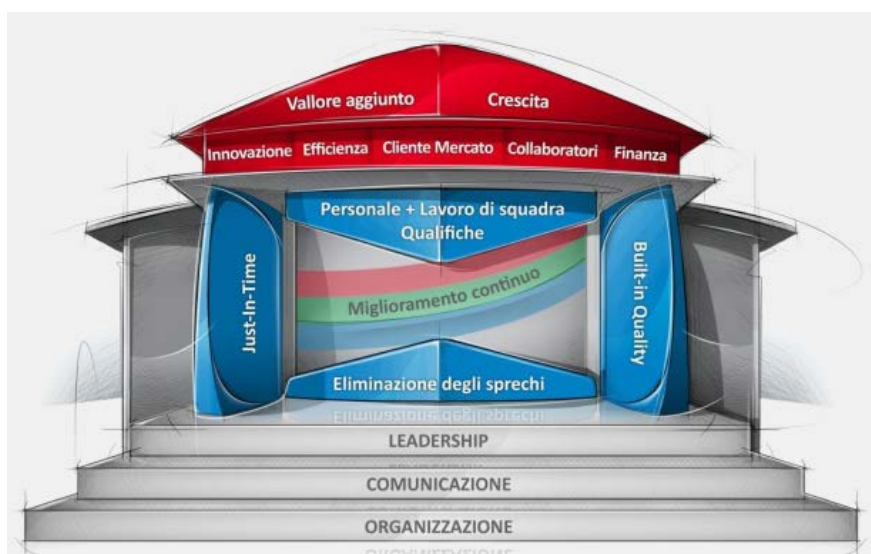


Figura 7.1: La "casa" che descrive il modello di successo secondo Speedline srl.

- Creare valori sostenibili: i prodotti del Gruppo RONAL creano valore per i clienti e per l'azienda stessa. Tutto l'impegno aziendale mira al successo economico e quindi alla crescita sostenibile, agendo con costante attenzione ai costi, sfruttando i mezzi ottimali a disposizione ed evitando gli sprechi.
- Orientamento al cliente: le esigenze dei clienti sono al centro di ogni azione. La fiducia della clientela si basa su competenza ed esperienza del personale. Flessibilità e qualità elevate sono ritenuti dei punti di forza. Di conseguenza, il successo è misurato in base alla soddisfazione dei clienti.
- Attenzione verso i collaboratori: i dipendenti sono incoraggiati e spronati; con immensa stima viene creata una cultura di rispetto reciproco e di fiducia.

- Capacità di innovazione: i clienti del Gruppo Ronal beneficiano di innovazioni promosse dall'azienda ovunque e a tutti i livelli. L'investimento nella continua ottimizzazione dei processi e lo spirito di innovazione sono volti a garantire il futuro dell'azienda e a soddisfare le esigenze dei clienti.
- Qualità: la qualità è una filosofia vissuta; vengono messi a disposizione tutti gli strumenti necessari per raggiungere un'ottima qualità senza compromessi.
- Consapevolezza ambientale: viene preservato l'ambiente attraverso lo sfruttamento delle risorse in modo efficiente, rispettando le leggi, riducendo al minimo le emissioni e innalzando la sicurezza di tutti i soggetti coinvolti.

L'azienda integra l'intera catena del processo produttivo, la progettazione, la produzione degli utensili e la realizzazione del prodotto finale ed è in possesso delle certificazioni di gestione della qualità secondo IATF 16949; gestione ambientale secondo ISO 14001 e gestione energetica secondo ISO 50001, quest'ultima limitatamente alle sedi svizzere e tedesche.

Sicurezza ed Ambiente fanno capo ad una specifica posizione all'interno dell'organigramma (Figura 7.2), formalmente disgiunta dalla funzione di Qualità e Progetti di Miglioramento Continuo; tuttavia, la direzione dei due reparti è affidata alla stessa persona.

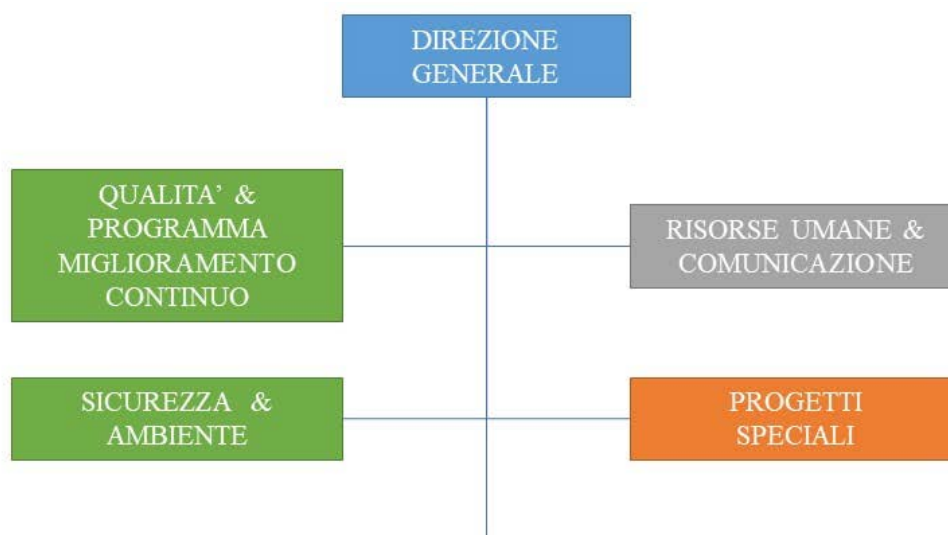


Figura 7.2: Parte dell'organigramma di Speedline Srl

Sulla base questo contesto si potrebbe pensare che ci sia già una discreta integrazione tra i sistemi di sicurezza e miglioramento continuo ma, nella realtà, i due sistemi a livello operativo agiscono in modo abbastanza indipendente. In particolare, capita frequentemente che le attività di Miglioramento Continuo legate a miglioramenti produttivi avvengano senza il contributo del reparto Sicurezza & Ambiente.

7.4 L'approccio snello di Speedline srl

L'azienda dal 2012 ha avviato un processo di implementazione del Pensiero Snello e in questi anni ne sta raccogliendo i frutti, testimoniati sia dal riconoscimento all'interno del Gruppo Ronal di una posizione di riferimento dell'azienda italiana per le attività di miglioramento continuo, che dal continuo rafforzamento dell'ufficio di Miglioramento Continuo, che attualmente conta tre persone. L'ufficio è ubicato in posizione rialzata al centro dell'area produttiva ed è stato progettato per poter essere facilmente trasformato in una sala riunioni; l'accesso avviene attraverso una scala (Figura 7.3) che mette in evidenza i principi base del metodo utilizzato.



Figura 7.3: Scala per accedere all'ufficio Miglioramento Continuo

Probabilmente l'implementazione del Pensiero Snello non è completa e, particolarmente per quanto riguarda gli aspetti produttivi, non è spinta a livelli estremamente avanzati. Questo è testimoniato dal fatto che, ad occhi esterni, durante le visite presso lo stabilimento si può notare che i lavoratori

hanno un ritmo di lavoro ragionevole, degno sia della logica *Just-In-Time* che del “rispetto per l'uomo”.

Sebbene non si possa considerare un'implementazione totale, è possibile scorgere nel reparto produttivo diversi segnali che sono chiara espressione del Pensiero Snello.

Gli elementi che si riscontrano facilmente fanno riferimento al metodo 5S, sia con una chiara dichiarazione sui muri (Figura 7.4) che con attività pratiche (Figura 7.6).



Figura 7.4: Informazione nel reparto produttivo del metodo 5S

Si nota inoltre un tentativo di integrazione tra qualità e sicurezza, cercando di uniformare il modo utilizzato per veicolare le informazioni, passando da normali cartelli (Figura 7.5-a) ad informazioni codificate attraverso lo strumento del *OPL - One Point Lesson* (§ 4.1, Figura 7.5-b).

In questa logica, e conformemente ai principi del TPM (§5.3) gli *OPL* vengono raggruppati a bordo macchina in un apposito pannello che rappresenta la pianta della linea, dove sono evidenziati con colori diversi i punti a cui gli specifici *OPL* fanno riferimento, come in rappresentato Figura 7.7 e Figura 7.8. In particolare le istruzioni con il colore giallo rappresentano le attività di pulizia, quelle in verde le attività di lubrificazione e quelle in blu le attività di manutenzione.

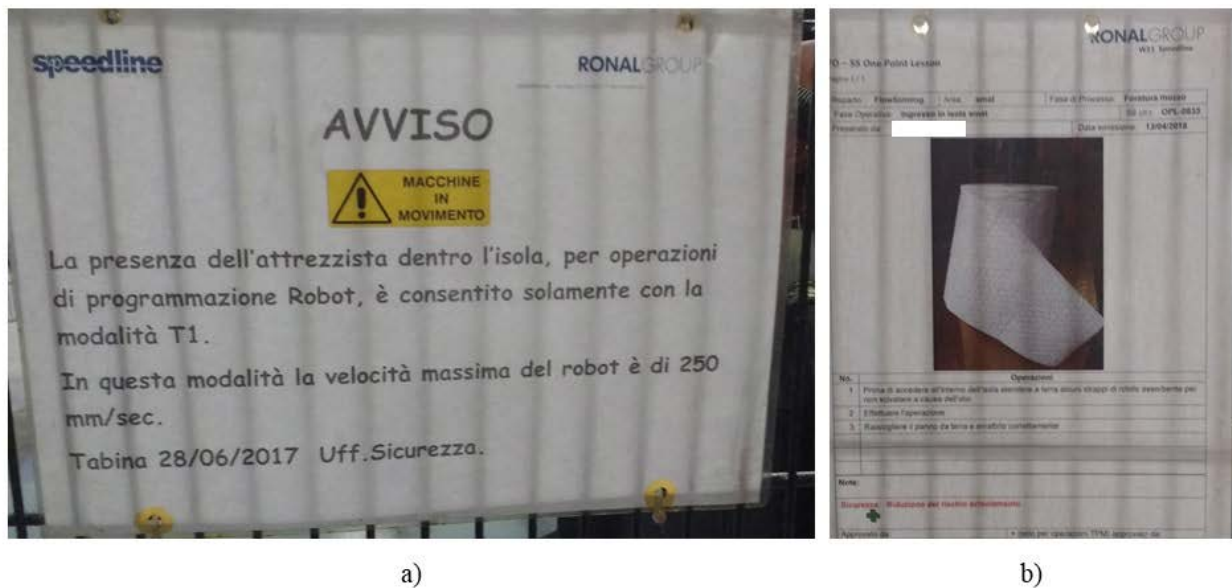


Figura 7.5: Passaggio da informazioni su modello generico (a) ad informazioni su modello codificato secondo metodo OPL (b).



Figura 7.6: Esempio dell'applicazione pratica della metodologia 5S dalla situazione iniziale (a) alla situazione finale (b).

Un ulteriore aspetto che fa intuire l'intenzione da parte di Speedline di muoversi sulla strada del Pensiero Snello è legato ad uno spazio dedicato a riunioni quotidiane di breve durata (“*fast response meeting*”) dove i capi reparto si incontrano per un breve aggiornamento sui temi di qualità, sicurezza e sull'avanzamento dei progetti. La sala dedicata a queste riunioni (Figura 7.9) si trova all'interno dell'area produttiva ed espone in modo visuale gli indicatori aziendali relativi ad

efficienza, qualità e sicurezza. La stanza non prevede volutamente sedie, proprio perché deve essere utilizzata per incontri informativi di breve durata.

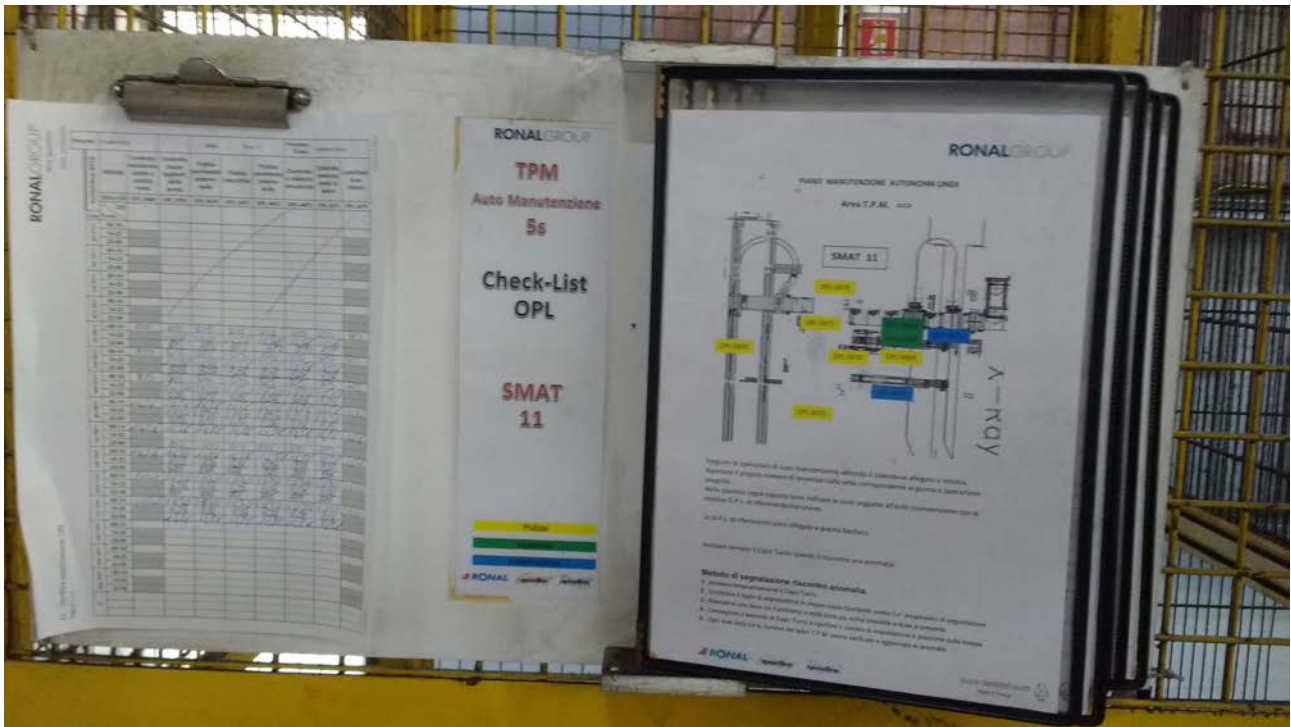


Figura 7.7: Pannello per la pubblicazione degli OPL relativi alla linea di smaterozzatura denominata SMAT 11



Figura 7.8: Esempi di One Point Lesson (OPL) a bordo macchina



Figura 7.9: Sala dedicata alle riunioni veloci (*fast response meeting*)

L'aspetto più interessante in relazione a quanto visto nei capitoli precedenti riguarda la partecipazione dei lavoratori.

Infatti, l'approccio portato avanti dall'ufficio per il Miglioramento Continuo di Speedline è in grado di generare numerose proposte di attività da parte dei vari reparti. Proprio in quest'ottica si è reso necessario individuare quali progetti portare avanti per evitare di iniziare a lavorare su troppi fronti con il rischio di non portarne a termine nessuno; in piena sintonia con la logica di flusso descritta al Capitolo 2.

Si sono quindi stabiliti dei criteri di importanza e fattibilità, definibili in una scala da 1 a 5 e rappresentati in Figura 7.10, per permettere di definire la priorità di intervento.

C'è da considerare che Speedline gestisce in un anno circa 40 progetti complessi, di importanza rilevante (con valutazione del parametro "importanza" da 3 a 5) e circa 80 progetti semplici, cioè con bassi valori di importanza ma alti valori di fattibilità.

L'elevata partecipazione dei lavoratori è sintomo della validità della teoria di Hafey, secondo cui gli operatori non vengono al lavoro per fare un cattivo lavoro o per farsi male; molto spesso lavorano in processi mediocri che conducono a lavori mediocri. Mettendoli invece in grado di essere partecipi del proprio lavoro e della propria prestazione saranno stimolati a introdurre quei cambiamenti che permettano loro di lavorare meno e meglio.

Come si è visto al § 7.3, da un punto di vista organizzativo, l'ufficio "Miglioramento Continuo" fa capo alla direzione della qualità, rendendolo così un servizio in staff alla Direzione Generale, come rappresentato in Figura 7.2.

IMPORTANZA					
Importanza: si intende l'entità dei benefici ottenibili pesati considerando i seguenti fattori:					
	1	2	3	4	5
Saving annuo	0 € - 1'000 €	1'000 € - 5'000 €	5'000 € - 25'000 €	25'000 € - 75'000 €	> 75'000 €
Qualità	riduzione scarto/sospeso ≤ 20%	riduzione scarto/sospeso ≤ 40%	riduzione scarto/sospeso ≤ 60%	riduzione scarto/sospeso ≤ 80%	Richiesta Cliente / Ottemperanza a Norma certificativa
Disponibilità	nessun impatto	+1% disponibilità	+2% disponibilità	+3% disponibilità	≥ 4% disponibilità
Sicurezza / Ambiente	Sempre 5				
FATTIBILITA'					
Fattibilità: si intende la "facilità" nel chiudere un'attività in termini di:					
	1	2	3	4	5
Tempi di realizzazione	> 3 mesi	2 - 3 mesi	1 - 2 mesi	2 wk - 1 mese	≤ 2 wk
Costi/ Investimenti	> 75'000 €	75'000 € - 25'000 €	25'000 € - 5'000 €	5'000 € - 1'000 €	1000 € - 0 €
Numero di enti coinvolti	> 5	4	3	2	1
Risorse coinvolte	Risorse interne e consulenza per lunghi periodi	Risorse interne e consulenza per brevi periodi	Risorse interne e consulenza occasionale	Risorse interne e sola fornitura esterna	Solo risorse interne

Figura 7.10: Definizione dei criteri di importanza e fattibilità nella gestione delle attività di miglioramento.

La scelta sembra non essere così scontata, infatti nelle altre aziende del Gruppo, il Miglioramento Continuo fa capo alla produzione, perdendo così quel ruolo di controllore e facilitatore in grado di promuovere un'attività di collaborazione e partecipazione che vada oltre la linea gerarchica che guida le attività del reparto.

Probabilmente è proprio per questo motivo che il Gruppo Ronal riconosce nella sede italiana i migliori risultati relativamente ai progetti di miglioramento continuo.

7.5 Il processo produttivo

Il processo di produzione è rappresentato in Figura 7.11 e si svolge attraverso una prima fase in fonderia, dove le billette di alluminio vengono fuse in appositi forni. Le siviere contenenti il metallo fuso vengono quindi trasportate al reparto di stampaggio dove l'alluminio viene iniettato a bassa pressione all'interno di appositi stampi.

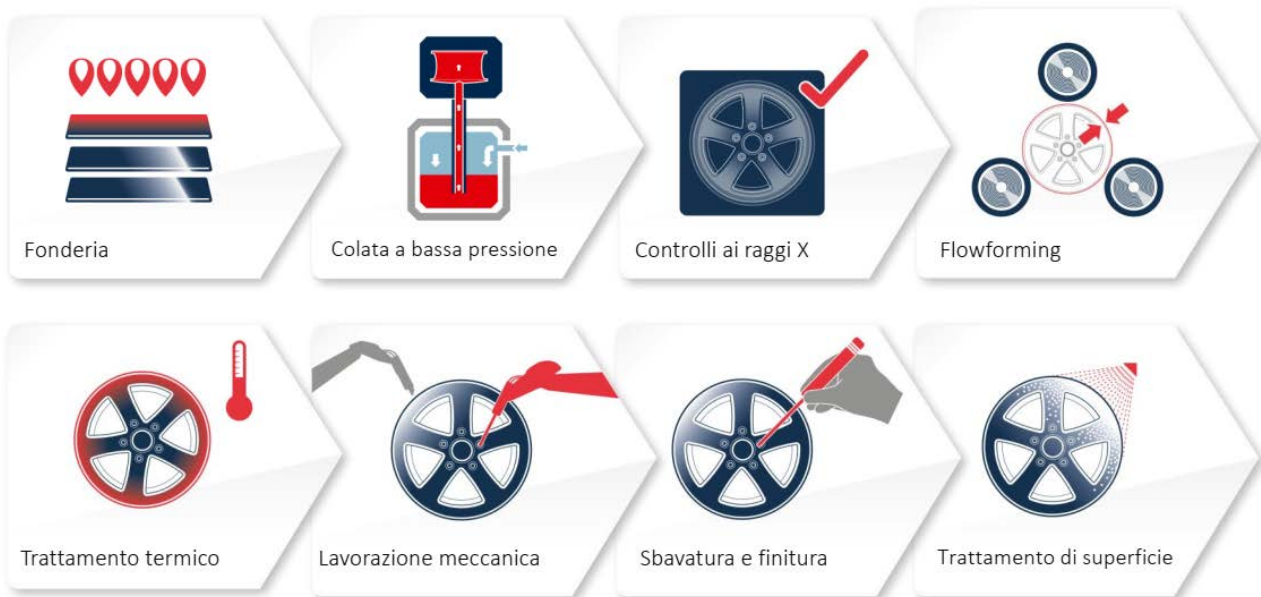


Figura 7.11: Schematizzazione del processo produttivo di Speedline Srl.

Le ruote solidificate vengono poi lavorate per togliere le materozze e successivamente controllate con strumentazione ai raggi X al fine di verificare l'assenza di inclusioni o bolle d'aria all'interno della ruota stampata in grado di comprometterne la robustezza e la qualità.

Il processo di stampaggio a bassa pressione permette di ottenere un canale della ruota di spessore elevato e lunghezza ridotta, non compatibile con le esigenze del mercato. La ruota viene quindi riscaldata per poter allungare ed assottigliare il canale attraverso un processo di formatura per scorrimento a caldo, in gergo *flow forming*. Dei dischi rotanti vengono appoggiati sul canale per spingerlo contro uno stampo. L'effetto combinato di pressione e traslazione dei dischi pressori permette di ottenere un effetto di assottigliamento ed allungamento in grado di impartire la forma desiderata, come rappresentato in Figura 7.12.



Figura 7.12: Descrizione del processo di flow-forming (<https://www.ambitwheels.com>)

Successivamente, la ruota viene sottoposta ad un trattamento termico per riequilibrare le tensioni e conferire maggiori prestazioni meccaniche.

Le seguenti lavorazioni permettono di ottenere una forma molto vicina al risultato finale; si procede quindi con la rimozione di bave e la finitura per completare la realizzazione del prodotto. A questo punto le modifiche apportate hanno prevalentemente una funzione estetica e sono legate alle diverse tecnologie produttive disponibili nello stabilimento di Speedline.

In particolare, le tecnologie di finitura possibili sono la verniciatura, anche con colori diversi nella stessa ruota, la stampa di motivi specifici attraverso dei tamponi dedicati, l'utilizzo dei laser, la lucidatura e la diamantatura.

7.6 I casi selezionati

Come visto in precedenza, diversi sono i progetti di miglioramento portati avanti da Speedline. Tra questi si è scelto di analizzare due casi: il primo legato al cambio nella tecnologia di lubrificazione dei centri di lavoro per la smaterozzatura; il secondo legato alla progettazione di una nuova stazione di controllo qualità a valle della verniciatura.

Nel caso delle linee di smaterozzatura, l'obiettivo del progetto è stato quello di ridurre i fermi macchina per pulizia ed aumentare conseguentemente la disponibilità dell'impianto. Il caso è particolarmente interessante perché, grazie al passaggio dalla lubrificazione tradizionale alla lubrificazione minimale, ha permesso di guadagnare il 4% dell'indice di efficienza globale (OEE) con un investimento ripagato in quattro mesi.

Nel caso della stazione di controllo invece l'obiettivo era quello di ridurre i pezzi scartati per difetti estetici, che richiedevano quindi di essere declassati o rilavorati. L'analisi ha portato ad una completa ridefinizione della postazione di lavoro con particolare attenzione a massimizzare le attività a valore aggiunto effettuate dall'operatore.

Entrambi i casi saranno descritti e analizzati nei successivi capitoli.

Capitolo 8

Il progetto “lubrificazione minimale”

Il presente capitolo descrive il primo progetto relativo alla modifica della tecnologia di lubrificazione nella stazione di smaterozzatura presso Speedline srl. Viene fornita una descrizione generica della lubrificazione minimale e ne vengono descritti i motivi del cambiamento. Infine vengono definite le modalità della valutazione del rischio riportando i risultati ottenuti sia per la configurazione precedente che successiva alla modifica

8.1 L’approccio Lean per il miglioramento della produttività

Il processo in questione riguarda la fase di smaterozzatura dove la ruota formata a caldo tramite un processo di *flow forming* deve essere privata delle materozze derivanti dal processo di fusione.

Successivamente viene eseguito un controllo di qualità tramite scansione ai raggi X per rilevare eventuali cricche o bolle d’aria legate alle fasi di lavorazione precedenti.

La fase di smaterozzatura avviene in un centro di lavoro automatico con l’utilizzo di opportuni utensili e del fluido lubrorefrigerante.

Durante le attività di miglioramento continuo promosse dall’azienda è stata evidenziata, da parte del capo reparto, una difficoltà legata ad eccessivi fermi di produzione dovuti alla necessità di pulire frequentemente la rulliera di trasporto ed il centro di lavoro stesso dai trucioli di lavorazione.

Nel contempo, venivano segnalati diversi casi di “falsi positivi” al controllo ai raggi X che richiedevano un fermo macchina per l’investigazione della causa e il successivo controllo di conferma.

Come prima attività, l’ufficio per il Miglioramento Continuo assieme alle parti interessate ha sviluppato un’analisi della causa radice usando il metodo dei “5 Perché?”; senza limitarsi alla prima soluzione disponibile.

La Tabella 8.1 sintetizza il risultato dell’analisi effettuata per trovare la causa radice.

Per quanto riguarda le fermate frequenti, il primo passo dell'analisi è partito dal fatto che si era costretti a fermare la linea per pulire i trucioli presenti sulla rulliera di trasporto, come rappresentato in Figura 8.1.

Successivamente, si è riuscito a determinare che i trucioli venivano trasportati dalla stazione di foratura per mezzo della ruota stessa; infatti era l'effetto capillare del fluido lubrorefrigerante che, bagnando il truciolo, lo tratteneva adeso alla superficie della ruota.

La presenza di trucioli sulla superficie inoltre veniva rilevata dai raggi X confondendo l'interfaccia tra ruota e truciolo con un'inclusione di aria nel corpo del pezzo, identificandolo come scarto e richiedendo un'ulteriore rilavorazione per verificare l'effettiva presenza del difetto.

Tabella 8.1: Sintesi dell'analisi con tecnica dei "5 Perché?"

	Numerose fermate per pulizia	Presenza di diverse difettosità all'analisi ai raggi X
Perché?	Presenza di trucioli sulla rullerai	Falsi positivi all'analisi ai raggi X
Perché?	Trucioli trasportati dalle ruote	Presenza di trucioli sulla ruota che falsano il risultato
Perché?	Trucioli che rimangono attaccati dalla fase di lavorazione	Trucioli rimangono attaccati dalla fase di lavorazione
Perché?	Adesione per effetto capillare del fluido da taglio	Adesione per effetto capillare del fluido da taglio



Figura 8.1: Situazione rulliera prima dell'intervento di miglioramento continuo

Infatti, la procedura prevede che, qualora sia identificata la presenza di un truciolo in grado falsare la lettura ai raggi X, questo deve essere rimosso; si deve verificare visivamente l’integrità della ruota e ripetere l’operazione di controllo ai raggi X con evidenti impatti sul conto economico del reparto.

La stima ammontava ad una perdita di 270 ore lavorative l’anno legate alla lettura di “falsi scarti” e circa 300 ore la pulizia straordinaria delle rulliere.

L’approccio di Speedline è stato quello di sostituire il metodo di lubrificazione tradizionale con la nuova tecnologia a lubrificazione minimale.

Per lo scopo del presente lavoro è importante notare che lo studio sviluppato ha avuto come obiettivo la riduzione delle attività che non introducono valore nella lavorazione, nella fattispecie si puntava a ridurre le fermate per pulizie straordinarie e le fermate e rilavorazioni legate all’identificazione di un “falso scarto”.

Seppur si sia intuito che l’attività portava benefici alla salute e sicurezza dei lavoratori, non è stata eseguita una specifica valutazione dei rischi in fase di progettazione della soluzione per integrare una progettazione volta al miglioramento della produttività e della sicurezza.

Dopo aver descritto la tecnologia della lubrificazione a quantità minimale si procederà alla valutazione dei rischi, in particolare alla variazione dei rischi tra la soluzione tradizionale e quella “minimale”.

8.2 La tecnologia della lubrificazione minimale

La tecnologia di lubrificazione minimale (MQL dall’inglese *Minimal Quantity Lubrication*) si basa sull’utilizzo di quantità estremamente ridotta di fluido lubrorefrigerante finemente miscelato ad aria compressa per raggiungere una condizione di aerosol.

L’utilizzo di una quantità “minimale” di fluido permette di considerare il MQL come un sistema a secco, evidenziando subito un vantaggio legato alla veicolazione del truciolo, evitando così che questo rimanga adeso al pezzo da lavorare grazie all’effetto capillare del liquido.

Il secondo vantaggio evidente, anche senza conoscere la tecnologia, è legato alla riduzione dei consumi che possono passare da alcuni litri all’ora a poche decine di millilitri all’ora, con un impatto non solo nei costi di acquisto ma, soprattutto, nei costi di smaltimento.

In sostanza si tratta di convogliare una minima quantità di lubrificante miscelato ad aria in alta pressione direttamente sul tagliente dell’utensile; la difficoltà maggiore nasce dalla capacità di portare il flusso miscelato di aria e lubrificante più possibile vicino alla zona di taglio.

Vengono impiegate diverse soluzioni che possono essere:

- la *lubrificazione minimale esterna*: ottenuta tramite impianti separati di adduzione verso il tagliente, generalmente composti da una centralina di alimentazione per pompe pneumatiche

o volumetriche e degli opportuni iniettori diretti verso la zona di taglio; viene utilizzata prevalentemente per adeguare centri di lavoro esistenti;

- la *lubrificazione minimale interna*: dove il trasporto della miscela avviene all'interno dell'utensile stesso, riuscendo ad arrivare molto vicino al tagliente. Dovendo attraversare le zone rotanti della macchina, è opportuno che la miscelazione tra aria e lubrificante sia molto più spinta. La lubrificazione interna si distingue a sua volta in due categorie (Figura 8.2):
 - a doppio canale: dove il lubrificante percorre un tubo fisso, evitando così i problemi legati al rischio di condensazione per effetto centrifugo e si congiunge al flusso d'aria in pressione solo nel mandrino, che deve essere opportunamente progettato per veicolare la miscela attraverso l'utensile.
 - monocanale: dove la miscelazione è molto più fine; le particelle infatti possono raggiungere dimensioni inferiori ad $1\ \mu\text{m}$, evitando così la separazione per effetto centrifugo nei cambi di direzione prima di entrare nel mandrino. La nebbia creata viene portata all'utensile con un'unica tubazione.

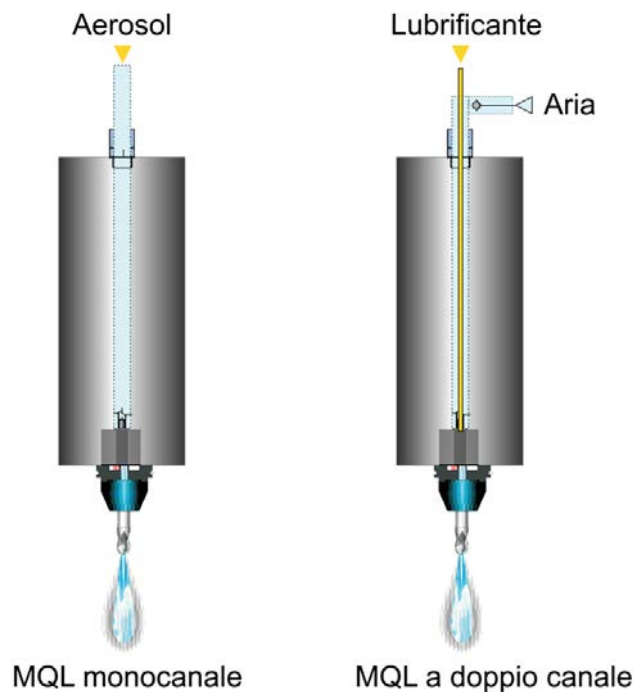


Figura 8.2: Sistema per lubrificazione minimale interna nella configurazione monocanale (a) e a doppio canale (b). Mazzoni, 2009)

L'esperienza ha dimostrato (Mazzoni, 2009) che l'alimentazione con pressioni di 3 – 4 bar comporta un effetto di espansione e raffreddamento nella zona dell'utensile che garantisce maggior durata e migliori prestazioni.

Inoltre l'utilizzo di aria compressa ha il vantaggio di soffiare via i trucioli che non hanno più la possibilità di rimanere attaccati al pezzo in lavorazione.

8.3 L'analisi dei rischi

L'analisi dei rischi relativa al progetto di ammodernamento sarà basata sui Requisiti Essenziali di Sicurezza della Direttiva 2006/42/CE, nota come “Direttiva Macchine”, sulla norma EN ISO 12100:2010 e sulla norma tecnica EN ISO 23125:2010+A1:2012 “*Machine Tools – Safety – Turning Machines*”.

L'impianto normativo infatti prevede che, per fornire uno strumento utile alla progettazione, la “Direttiva Macchine” sia integrata da ulteriori norme tecniche in grado dettagliare ulteriormente principi e requisiti. In questo contesto, la EN ISO 12100:2010 distingue tre livelli di normativa:

- le *norme di tipo A*, che definiscono i principi fondamentali e che possono applicarsi ad ogni macchina (conformemente al significato di “macchina” riportato nella Direttiva 42/2006/CE) come, ad esempio, la ISO 12100 stessa che descrive i principi generali e i criteri di valutazione e riduzione del rischio;
- le *norme di tipo B*, applicabili ad alcuni gruppi di macchine, che definiscono delle linee guida per la progettazione, come la EN 13849-1 sui sistemi di comando delle macchine (tipo B1) o la EN 14120 sulla progettazione dei ripari (tipo B2);
- le *norme di tipo C*, riferibili ad un solo gruppo di macchine, come la EN ISO 23125 per i criteri di sicurezza delle macchine utensili.

Lo scopo della presente valutazione non sarà quello di identificare possibili aree di miglioramento nell'attrezzatura ma di capire come siano variati i rischi a seguito di una modifica introdotta per migliorare l'efficienza globale dell'impianto (OEE – *Overall Equipment Efficiency*) e soprattutto identificare se le tecniche del Pensiero Snello utilizzate a fini economico-produttivi possano comunque introdurre miglioramenti per la salute e sicurezza dei lavoratori.

In quest'ottica, l'analisi dei Requisiti Essenziali per la Sicurezza (RES) descritti all'Allegato 1 della Direttiva Macchine, si limiterà solamente ai requisiti influenzabili dalla modifica introdotta.

A scopo esemplificativo possiamo citare il Requisito numero 1.1.4 “Illuminazione”: appare evidente che la sostituzione del fluido lubrorefrigerante non andrà ad influire su zone d'ombra o riflessi in grado di causare danni al personale; al contrario, il requisito 1.1.3 “Materiali e prodotti” sarà preso in considerazione dall'analisi.

La prima fase ha visto quindi la definizione dei requisiti significativi per lo scopo della valutazione dei rischi; tali requisiti sono riportati in Tabella 8.2

Per ogni RES è stata predisposta una scheda di valutazione basata sulle indicazioni presenti nella EN ISO 12100; il modello contiene:

- l'indicazione del RES oggetto di valutazione;

- una numerazione progressiva della posizione (Pos.);
- l'identificazione dei soggetti esposti (Pers.);
- la fase di lavoro interessata al rischio (Fase);
- l'identificazione del pericolo;
- la valutazione quantitativa nella situazione iniziale (fluido lubrorefrigerante standard) e
- la valutazione quantitativa nella situazione finale (tecnologia a quantità minimale).

Per quanto riguarda le persone esposte si sono considerati gli *Operatori di linea* (O) ed i *Tecnici Manutenitori* (M) mentre, per le fasi in cui si può manifestare il rischio si sono considerate le fasi di *Uso Normale* (U), di *Manutenzione* (M) e di *Avvio* (A).

Tabella 8.2: *Requisiti Essenziali per la Sicurezza applicabili alla valutazione del rischio per la stazione minimale*

Punto	Titolo
1.1.3	Materiali e prodotti
1.1.7	Posti di lavoro
1.3.2	Rischio di rottura durante il funzionamento
1.4.1	Requisiti generali
1.4.2.2	Ripari mobili interbloccati
1.5.8	Rumore
1.5.13	Emissioni di materie e sostanze pericolose
1.5.15	Rischio di scivolamento, inciampo o caduta
1.6.2	Accesso ai posti di lavoro e ai punti di intervento utilizzati per la manutenzione
1.6.5	Pulitura delle parti interne

La valutazione dei rischi viene eseguita sulla base della combinazione di *severità* del danno (Se) e della *classe di probabilità* che si verifichi tale danno (Cl), che a sua volta è funzione di altri parametri quali: *frequenza e/o durata* dell'esposizione al pericolo (Fr), *probabilità* che si verifichi l'evento pericoloso (Pr) e possibilità tecniche ed umane per evitare o limitare il danno (Av).

La severità assume valori diversi a seconda dell'entità del danno conseguente, come elencato in Tabella 8.3. La gravità può essere anche determinata in base al numero di persone esposte tuttavia, nel caso specifico, considerando la valutazione dei rischi limitatamente ad una sola fonte di pericolo quale quella del fluido lubrorefrigerante, verrà considerata solamente l'entità del danno nella singola persona coinvolta. Peraltro la severità rimarrà generalmente su valori piuttosto bassi in quanto le possibili conseguenze si limitano ad irritazione cutanea e oculare oppure a cadute con traumi e/o abrasioni.

L'esposizione (Fr) è legata al tempo che la persona interessata passa nel raggio di azione del pericolo, maggiore sarà la sua presenza e maggiore sarà la possibilità di interazione tra pericolo e soggetto. Normalmente la valutazione dell'esposizione è basata sulla necessità di accedere alla zona

pericolosa, al tempo speso in prossimità del pericolo, alla frequenza con cui si compie un'azione che potrebbe creare un danno, etc. Un esempio della modulazione ottenibile è riportato nella Tabella 8.4.

Tabella 8.3: Descrizione dei livelli per il parametro "Severità"

Livello	Descrizione
1	Lesione reversibile, primo soccorso
2	Lesione reversibile, attenzione medica
3	Lesione reversibile, assenza dal lavoro > 20 giorni
4	Lesione permanente, perdita delle dita
5	Morte, perdita di un occhio o un arto

Tabella 8.4: Descrizione dei livelli per il parametro "Frequenza / Esposizione"

Livello	Intervallo tra due eventi che possono portare al danno
1	> 1 anno
2	2 mesi < x ≤ 1 anno
3	1 settimana < x ≤ 2 mesi
4	1 turno < x ≤ 1 settimana
5	≤ 1 turno

La probabilità (Pr) invece riguarda la possibilità che un evento pericoloso possa arrecare un danno; la valutazione normalmente viene fatta su base storica e statistica; uno strumento per la stima è riportato in Tabella 8.5.

Tabella 8.5: Descrizione dei livelli per il parametro "Probabilità"

Livello	Descrizione
1	Rara
2	Possibile
3	Probabile
4	Alta
5	Molto alta

La possibilità di limitare il danno (Av) consiste nella capacità e prontezza dell'operatore di far in modo che una situazione pericolosa possa evitare di trasformarsi in un danno. In questo ambito rientrano diversi fattori, sia tecnici legati alla velocità con cui si sviluppa il fenomeno incidentale (un principio d'incendio è decisamente più controllabile rispetto ad un'esplosione) che umani, legati

alla capacità e conoscenza tecnica, allo stato di attenzione, ai riflessi, alla consapevolezza del rischio, etc. Una classificazione è riportata nella Tabella 8.6.

Tabella 8.6: Descrizione dei livelli per il parametro "Evitabilità"

Livello	Descrizione
1	Estremamente facile da prevedere ed evitare
2	Ragionevolmente facile da prevedere ed evitare
3	Possibile da prevedere e possibile da evitare
4	Difficile da prevedere e da evitare
5	Estremamente difficile da prevedere e da evitare

I parametri di Frequenza (Fr), Probabilità (Pr) ed Evitabilità (Av) vengono sommati per ottenere il valore globale della Probabilità di Danno (CI).

Infine severità (Se) e probabilità del danno (CI) vengono sintetizzati nella matrice riportata in Figura 8.3.

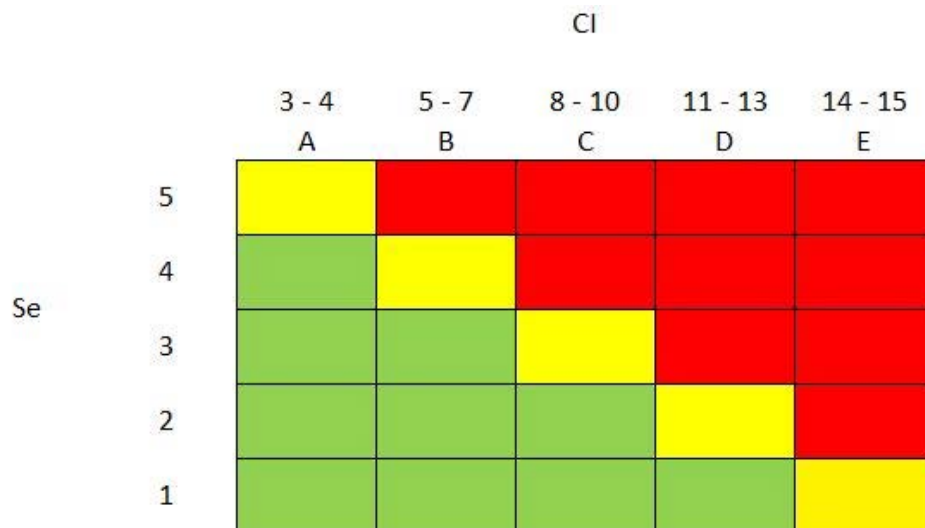


Figura 8.3: Matrice del rischio basata sui parametri di severità (Se) e probabilità del danno (CI)

Normalmente la matrice viene utilizzata per definire le priorità di intervento, infatti quando la severità (Se) incrocia la classe (CI) nell'area rossa, è *necessario* mettere in atto subito misure di prevenzione o protezione per ridurre il rischio; nel caso in cui la combinazione di severità e classe evidenziasse una casella gialla sarebbe *raccomandato* attuare delle misure per ridurre ulteriormente il rischio al fine di ricadere nell'area verde dove il rischio viene considerato *accettabile*.

In questo caso invece sarà uno strumento in grado di misurare il progresso dello standard di sicurezza a seguito della realizzazione di un progetto di miglioramento (produttivo) continuo.

Nella sezione sottostante del modulo viene inserito un riquadro con eventuali commenti relativi alle posizioni citate sopra con i quali giustificare le scelte fatte nella valutazione.

Infine, il modulo si chiude con dei possibili suggerimenti frutto dell’analisi precedente in grado di contribuire a migliorare ulteriormente il livello sicurezza.

Si rimanda all’appendice A per il dettaglio sulla valutazione di ciascun RES.

La valutazione poi procede con la verifica della conformità alla norma di tipo C EN ISO 23125.

Lo standard descrive le macchine in quattro categorie a seconda del livello di automazione ottenuto, delle dimensioni e del numero di assi, la macchina in fase di valutazione, essendo inserita in una linea completamente automatizzata rientra nella categoria 4.

La norma EN ISO 23125 suggerisce di considerare i rischi di scivolamento e caduta. La lubrificazione minimale, dati i consumi in gioco, diventa di fatto un processo a secco, in Figura 8.4 si può apprezzare l’entità nella riduzione di fluido d’apporto e la pulizia della zona di taglio.

Tale effetto viene poi riportato a livello di linea di produzione ottenendo un livello di pulizia significativamente migliore, come si può intuire dalla Figura 8.5.

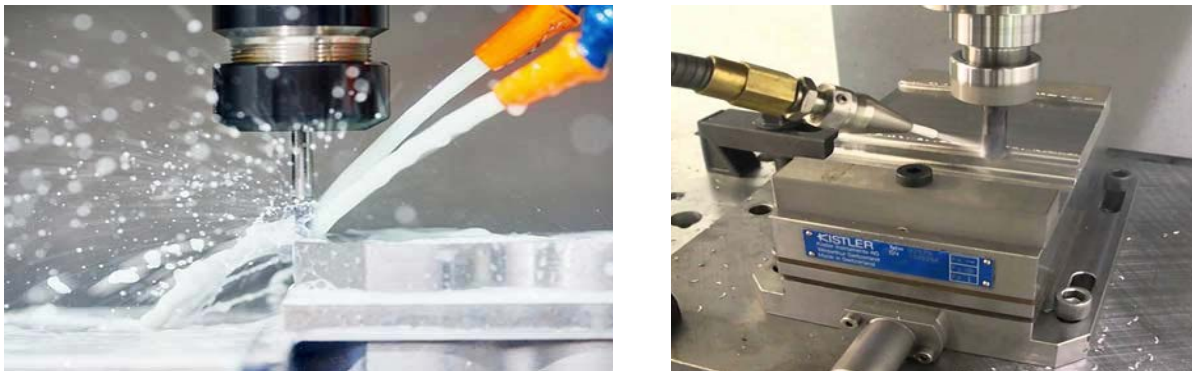


Figura 8.4: Confronto tra tecnologia tradizionale (a) e minimale (b)

In tali condizioni, la riduzione del fluido impiegato può quindi fornire un notevole contributo nel ridurre il rischio di scivolamento o caduta, attribuibile sia ad errori di progettazione relativamente a scale, piattaforme e passaggi in senso lato, come descritto nella Direttiva Macchine, che a sversamenti di fluido lubrorefrigerante come specificato nello standard EN ISO 23125.

Il fenomeno non si limita alla sola zona di lavorazione, ma all’impianto di adduzione completo, infatti, nel metodo tradizionale, il fluido viene stoccato in un contenitore da 1000 litri posizionato a lato delle linee di smaterozzatura (Figura 8.6), dal quale viene prelevato con una pompa in grado di miscelarlo con la corretta dose di acqua e trasferirlo in un serbatoio asservito alle tre macchine.

C’è inoltre da notare che il serbatoio, seppur depositato sopra una vasca di contenimento, è posizionato in zona di passaggio dove ci possono essere delle interferenze con le normali attività produttive.



a)

b)

Figura 8.5: Condizioni di pulizia della linea con il sistema tradizionale (a) e minimale (b)



Figura 8.6: Stazione di preparazione del fluido lubrorefrigerante

Nel caso della lubrificazione minimale invece, il serbatoio è montato a bordo macchina ed ha dimensioni estremamente ridotte (Figura 8.7); si riducono così i punti di connessione in grado di dare origine a perdite e scivolamenti.

Un secondo aspetto legato al fluido viene introdotto dalla norma EN ISO 23125 ed è relativo al rischio biologico. La permanenza del fluido da taglio di origine vegetale, in condizioni di sporcizia, può favorire la proliferazione di batteri. In questo la norma richiede alcuni accorgimenti; in particolare è opportuno verificare:

- che siano eliminate le zone stagnanti grazie ad un sistema di circolazione costante, anche per effetto del drenaggio per caduta e delle tubazioni di scarico con diametro adeguato;
- che i sistemi di filtraggio del fluido siano efficienti;
- che siano predisposti dei sistemi per agevolare la pulizia dei filtri;
- che le superfici dei serbatoi siano lisce, in grado di non contribuire alla crescita dei batteri e tali da non permettere l'ingresso di corpi estranei.



Figura 8.7: Serbatoio e sistema di pomaggio relativo alla tecnologia minimale

In effetti la lubrificazione tradizionale prevede una vasca di raccolta a livello del pavimento con una pompa che preleva il fluido e lo distribuisce nella zona di lavorazione, con un ricircolo continuo.

Sotto questo punto aspetto la drastica riduzione di materia prima indicata non può che andare nella direzione di ridurre, se non eliminare, il rischio biologico; inoltre la presenza di aria compressa contribuisce a mantenere pulita la zona di taglio soffiando via i trucioli prodotti.

Va inoltre considerato che la condizione di lubrificazione “a secco” elimina di fatto la necessità di smaltimento dell'emulsione, con un notevole vantaggio sotto il punto di vista di impatti ambientali, degli spazi necessari per lo stoccaggio e degli ulteriori rischi di sversamento fino al conferimento ad aziende specializzate e, non ultimo, dal punto di vista economico.

Nel caso specifico l'aerosol viene aspirato da opportuni sistemi installati nelle stazioni di smaterozzatura e convogliato in un sistema di trattamento fumi dotato di post-combustore.

Un ulteriore rischio che la EN 23125 richiede di tenere in considerazione è legato all'incendio ed esplosione. Nell'allegato E si sottolinea che il monitoraggio del sistema di adduzione del fluido refrigerante ed il sistema di evacuazione dei fumi sono essenziali per il funzionamento in sicurezza del macchinario. Inoltre, i lubrificanti con un contenuto di olio superiore al 15% possono causare incendi od esplosione.

Entrando nello specifico, in caso di rischio incendio vengono richiesti adeguati strumenti di rilevamento, estinzione ed un sistema di interblocco con l'impianto di aspirazione (§5.6); l'appendice E della EN ISO 23125 ne definisce inoltre l'interfacciamento con la macchina per evitare la propagazione dell'incendio attraverso l'impianto di aspirazione, sia esso centralizzato o ad uso esclusivo della macchina soggetta a valutazione.

Per quanto riguarda il caso di specie, entrambi i fluidi utilizzati (tradizionale e minimale) sono dichiarati non infiammabili tuttavia appare evidente come una riduzione importante del fluido utilizzato (fino al 3% della tecnologia tradizionale) possa ridurre la possibilità di propagazione dell'incendio o le eventuali conseguenze. Un ulteriore contributo alla riduzione del rischio incendio è dato dalla conclusione di Mazzoni (2009) secondo cui la tecnologia minimale riduce le temperature di lavoro dell'utensile, riducendo così la possibilità di innesco.

Una misurazione effettuata in campo dimostra però una temperatura di esercizio dell'utensile di 30°C, leggermente superiore rispetto alla lubrificazione tradizionale. Tuttavia, si tratta di valori sufficientemente bassi da non ravvedere una possibilità innesco d'incendio.

Un ragionamento simile sullo stesso argomento si può ritrovare anche nell'articolo di Taubitz (2010); l'autore infatti si chiede cosa ci sia di semplice come un lubrificante per una macchina utensile; da un punto di vista della sicurezza ci si focalizza su inalazione e dermatiti da parte dei lavoratori; da un punto di vista ambientale ci si preoccupa delle emissioni ed i possibili sversamenti; da un punto di vista della *Lean Manufacturing* ci si preoccupa di usare la giusta quantità, né troppa, né poca.

Taubitz chiude confermando che si tratta di valutazioni che riguardano sia la sfera produttiva, che ambientale, che della sicurezza.

8.4 Conclusioni

Da un punto di vista produttivo, l’implementazione della tecnologia minimale ha raggiunto l’obiettivo fissato durante l’attività di miglioramento continuo, consentendo un beneficio economico evidente, con un ritorno sull’investimento di 4 mesi.

L’indice di efficienza globale ha avuto un aumento legato ad un guadagno del 4% nel fattore di disponibilità (§ 5.3).

L’effetto sul bilancio è dovuto sostanzialmente a tre fattori:

- la riduzione del costo della materia prima; in realtà il costo unitario del fluido da utilizzare con la tecnologia minimale è superiore a quello standard, tuttavia il consumo estremamente ridotto lo rende particolarmente conveniente;
- la riduzione degli interventi di pulizia necessari al fine di rimuovere i trucioli trasportati dalle ruote; in Figura 8.8 si può apprezzare il miglioramento ottenuto in seguito all’implementazione della tecnologia minimale;
- la riduzione dei tempi necessari alla verifica e rilavorazione dei “falsi scarti”.



Figura 8.8: Rulliera di trasporto dopo il passaggio alla tecnologia minimale

A questo vanno aggiunti i benefici per la salute e sicurezza dei lavoratori che non erano oggetto dell’attività di *Kaizen* ma che da essa sono derivati come conseguenza della riduzione degli sprechi.

In particolare, si può citare:

- una riduzione nella gestione del fluido, con riempimenti periodici da 5 kg anziché da 1000 kg con movimentazione più semplice, senza l’uso di carrelli elevatori;

- una riduzione (o eliminazione) delle misure necessarie per il contenimento del fluido in caso di sversamento accidentale;
- una riduzione nella frequenza di accesso alle zone pericolose della macchina in seguito ad una maggior pulizia, sia della rulliera che del centro di lavoro;
- una riduzione del rischio di scivolamenti a seguito dell'impiego di una quantità inferiore di materiale;
- una riduzione del rischio biologico legato all'assenza di fluido impiegato nei pressi della stazione di lavoro e alla mancanza di zone di stagnazione;
- una riduzione dell'impegno (inteso come costi, tempi e spazi) per lo smaltimento del fluido da taglio.

Una sintesi è riportata in Tabella 8.7.

Tabella 8.7: Sintesi dei benefici ottenuti dal progetto relativo alla lubrificazione minimale

	Parametro	Prima	Dopo
Indici Economici	OEE		aumento disponibilità del 4%
	Ritorno investimento		4 mesi
	Utilizzo dello spazio	Contenitore da 1000 litri + contenitore recupero emulsione da smaltire	Serbatoio da alcuni decilitri a bordo macchina
Indici di Sicurezza/Ambiente	Movimentazione	Contenitori da 1000 litri	Contenitori 5 l
	Sorgente di perdite	Condotta tubi che attraversa l'area produttiva	Tubazioni solamente all'interno della macchina
	Rischio biologico	Mitigato da ricircolo e pulizia	Eliminato
	Frequenza pulizia	2 volte al turno	Pulizia di fondo per due volte l'anno
Indici di Sicurezza/Ambiente	Presenza fluido	Possibile sversamento fluido lungo rulliera	Aerosol aspirato, macchina con calotta di copertura
	Rumore		Invariato
	Ambiente di lavoro	Superfici contaminate (scivolose)	Superfici pulite
	Smaltimento emulsione	Con azienda specializzata	Eliminato

Per rispondere alla domanda iniziale possiamo quindi ritenere che questo caso abbia permesso un aumento delle condizioni di sicurezza in seguito ad un'attività di miglioramento dell'efficienza produttiva, peraltro modesto nell'entità della spesa e con ritorno sull'investimento decisamente vantaggioso.

Capitolo 9

Il progetto per la riduzione dei difetti post-verniciatura

Il presente capitolo prende in considerazione un secondo caso di attività di miglioramento legata a fattori qualitativi. La progettazione di una nuova stazione di controllo qualità viene quindi rivista sotto il punto di vista ergonomico anziché in relazione alla riduzione dei difetti.

Il capitolo descrive il metodo OCRA per la valutazione ergonomica degli arti superiori nel caso di attività ripetitive e ne applica la teoria alla stazione iniziale ed a quella finale, evidenziando un miglioramento per il lavoratore.

9.1 L'approccio Lean

Un ulteriore progetto portato avanti da Speedline srl riguarda la stazione di controllo di qualità finale. Dopo la smaterozzatura e le lavorazioni meccaniche, le ruote passano al reparto verniciatura e, prima della pallettizzazione finale vengono ispezionate singolarmente per rilevare gli eventuali difetti, prevalentemente estetici.

L'analisi in questione riguarda un lavoro con un carico indicativo di 400 – 450 ruote all'ora suddivise su 4 operatori. L'operatore afferra manualmente la ruota che gli viene affidata da una rulliera di trasporto, la movimentata per analizzare le varie superfici ed eventualmente evidenzia aree non conformi per inviarle a successive lavorazioni.

In questo contesto, l'operatore di fine linea rilevava delle strisciate sulle ruote (come in Figura 9.1) con un'incidenza del 19%, valore significativo che ha richiesto di mettere in atto un progetto di miglioramento.

Il problema è stato così analizzato andando a ricercare la causa radice attraverso l'utilizzo del diagramma a lisca di pesce di Ishikawa ed il metodo dei "5 Perché?".

Come rappresentato in Tabella 9.1, la movimentazione delle ruote durante il controllo creava dei solchi nella superficie del banco di lavoro (in materiale plastico) che andavano a strisciare la ruota

durante le successive manipolazioni necessarie all'ispezione di tutte le superfici. È stato deciso pertanto di progettare un nuovo tavolo di lavoro per la postazione di controllo, ridisegnandolo in modo tale da evitare movimentazioni che potessero rovinare la superficie e le ruote successive.



Figura 9.1: Esempio di strisciate rilevate nella postazione di controllo

Tabella 9.1: Sintesi dell'analisi con tecnica dei "5 Perché?"

Effetto	Strisciate sul bordo interno
Perché?	Strisciate dovute allo sfregamento della ruota sul banco di controllo
Perché?	Problemi di movimentazione allo scarico finale, gli operatori trascinano la ruota
Perché?	Al centro del banco c'è un foro, in fase di controllo la ruota entra nel foro danneggiandosi
Perché?	Presenza di rigature sul foro del banco dovute a rotazione della ruota
Perché?	La geometria del banco di lavoro facilita lo sfregamento del bordo della ruota

La progettazione è stata basata sulla necessità di ridurre i movimenti di scorrimento delle ruote sul piano di controllo, preferendo le rotazioni. La nuova postazione è stata quindi dotata di un piano rotante su di una ralla (come in Figura 9.2) con un alloggiamento contenente due rulli. Tale configurazione permette la rotazione della ruota sia nella posizione distesa (cioè con asse di simmetria in verticale, Figura 9.3-a) che in verticale (con asse di simmetria orizzontale, Figura 9.3-b).

Il piano rotante inoltre, è stato equipaggiato di un freno azionabile attraverso un pedale in grado di bloccarlo, se necessario, nella posizione opportuna per eseguire le successive operazioni di controllo.

Inoltre, nella zona centrale tra i due rulli il piano presenta un foro per permettere lo scarico dei tappi che vengono inseriti nelle “colonnette” (cioè i fori del cerchio dove vengono applicate le viti di fissaggio al mozzo) per evitare la verniciatura all’interno delle stesse.

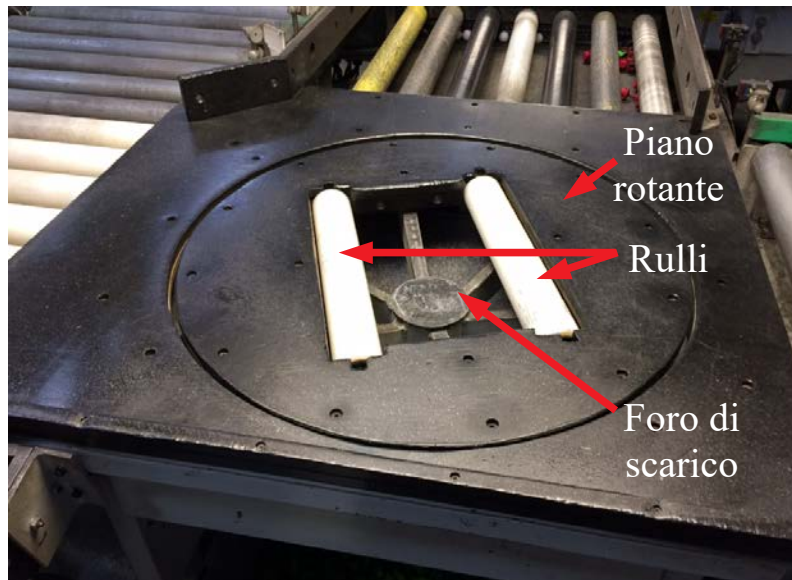
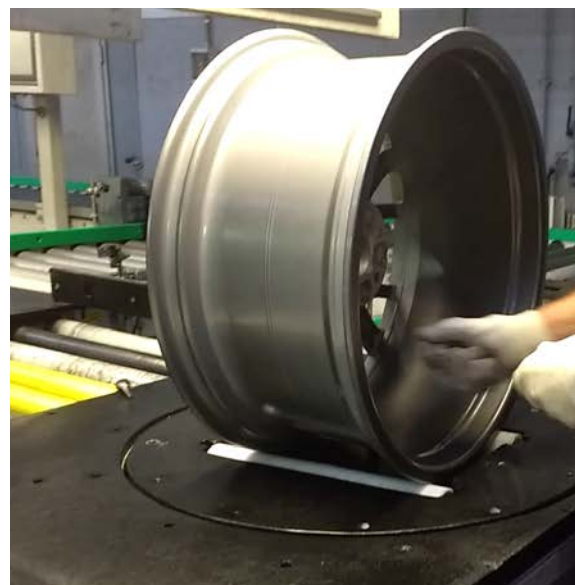


Figura 9.2: Nuova postazione per il controllo qualità



a)



b)

Figura 9.3: Movimenti senza scorrimento nel nuovo banco di lavoro per le ruote in posizione orizzontale (a) ed in posizione verticale (b)

Nella metodologia partecipativa del Pensiero Snello, l'ufficio deputato al miglioramento continuo, sotto il controllo della direzione qualità, ha preso in considerazione anche i pareri dei lavoratori, accogliendo il consiglio di livellare il carico di lavoro, evitando uno sbilanciamento dell'attività produttiva verso l'operatore nella prima postazione della linea. La logica di automazione prevedeva infatti di mandare la ruota alla seconda stazione di controllo solamente nel caso in cui la prima non fosse disponibile, con una notevole disparità tra le due postazioni.

Questa richiesta è stata garantita attraverso l'installazione di fotocellule (Figura 9.4) in grado di valutare le code in ciascuna stazione di controllo ed indirizzare le ruote in modo equilibrato nelle quattro postazioni.

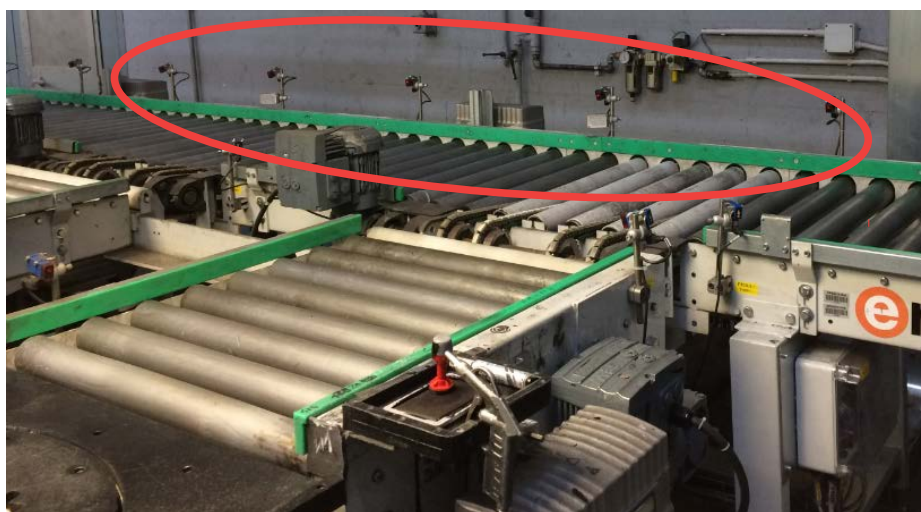


Figura 9.4: Installazione delle focellule nella rulliera di trasporto verso le stazioni di controllo.

La stazione è stata poi rivista, nell'ottica della metodologia 5S mettendo a disposizione tutta e sola l'attrezzatura necessaria, cioè timbro e tampone per l'identificazione dell'operatore addetto al controllo qualità, pennarello per identificare le aree difettose ed aria compressa per un'ulteriore pulizia della ruota, come evidenziato in Figura 9.5.

L'approccio utilizzato ha permesso di ridurre velocemente l'incidenza delle ruote difettose, passando nel giro di poche settimane da 19% a quasi 0% (Figura 9.6); per quanto riguarda l'ergonomia si sono evidenziati dei miglioramenti, testimoniati anche dagli operatori, ma non è stata eseguita alcuna valutazione comparata per dare evidenza del miglioramento delle condizioni di lavoro.

Verranno quindi analizzate di seguito le condizioni ergonomiche prima e dopo la modifica per valutare i benefici ergonomici sulla salute del lavoratore oltre alla già citata riduzione degli scarti.

Il metodo utilizzato per la valutazione ergonomica è legato alla norma ISO 11228-3, relativa alla movimentazione dei carichi ad alta frequenza. In particolare viene scelto di utilizzare il metodo di calcolo dell'Indice OCRA.

Tale metodo è stato scelto in quanto suggerito dalla norma come metodo preferibile; inoltre, essendo un metodo quantitativo, permette di ottenere un risultato numerico in grado di facilitare la comprensione dei fenomeni legati alle variazioni introdotte a seguito della progettazione della postazione di lavoro e, di conseguenza, sulla probabilità di riscontrare malattie professionali.

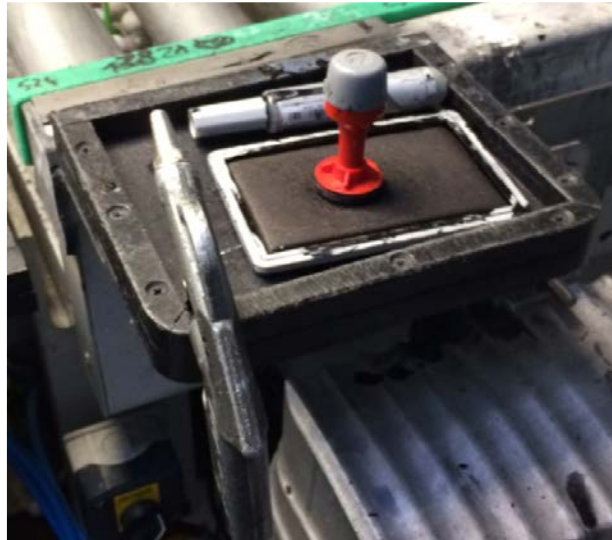


Figura 9.5: Strumenti necessari per la stazione di controllo

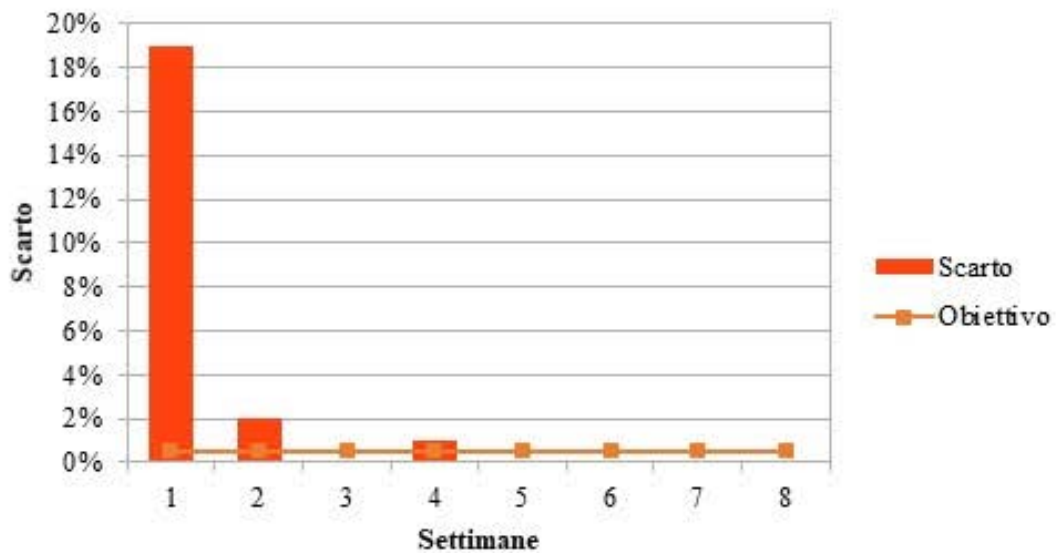


Figura 9.6: Riduzione degli scarti alla stazione di controllo qualità

Per contro, il metodo OCRA è limitato all'analisi dei soli arti superiori. Tuttavia, nella stazione oggetto di analisi le attività prevalenti riguardano le articolazioni della spalla, del gomito e del polso.

9.2 Il metodo OCRA

La valutazione relativa al miglioramento delle condizioni di salute e sicurezza è stata fatta sulla base di valutazioni ergonomiche indicate nella norma tecnica ISO 11228-3:2007; in particolare si è scelto di utilizzare il metodo OCRA (*OCcupational Repetitive Actions*) descritto all'allegato D della norma stessa.

Nell'ambito delle lavorazioni manuali diventa estremamente importante prevenire disturbi muscolo-scheletrici attraverso una progettazione ergonomica dell'ambiente di lavoro, che prenda in considerazione ampiezza del movimento, forza esercitata e ripetitività delle azioni.

È interessante notare che la ISO 11228-3 sottolinea la possibilità di mitigare l'esposizione al rischio di patologie attraverso l'implementazione di misure organizzative, come la rotazione delle attività; ma soprattutto suggerisce di eseguire la valutazione e la mitigazione del rischio attraverso un "approccio ergonomico partecipativo", cioè grazie ad un coinvolgimento dei lavoratori supportato da una comunicazione efficace nelle attività di pianificazione e gestione delle attività; normando uno degli strumenti principali del Pensiero Snello.

Secondo le modalità previste dalla norma, nella prima fase di individuazione dei rischi vengono indicati diversi fattori in grado di contribuire a determinare il potenziale effetto sulla salute del lavoratore, in particolare vengono presi in considerazione:

- Ripetizioni: cioè esecuzione degli stessi cicli di attività tecniche;
- Posture e movimenti: cioè il posizionamento reciproco dei vari segmenti e la necessità di stare in piedi o seduti; da questo punto di vista, la possibilità di variare la postura durante il turno lavorativo diventa un notevole vantaggio;
- Forza esercitata: sia intesa come lo sforzo per una determinata attività ma anche in relazione alla richiesta di movimenti accurati in grado di attivare, ad esempio, specifici muscoli della mano;
- Recupero insufficiente: inteso sia come una pausa regolare ma anche come possibilità di interrompere brevemente lo sforzo e riposare una parte del corpo;
- Caratteristiche degli oggetti; intese come forma, modalità di presa, difficoltà di afferraggio, superfici taglienti, etc.
- Vibrazioni e forze di impatto: cioè ulteriori forze che si ripercuotono sugli arti superiori.
- Condizioni ambientali: intese come illuminazione, temperatura, rumore, etc.
- Organizzazione del lavoro: ad esempio, attraverso la diversificazione del lavoro, la rotazione tra diverse postazioni per far in modo che vengano alternati i gruppi muscolari utilizzati;
- Fattori psico-sociali: gestione del lavoro, contesto lavorativo, condizioni di stress, etc.
- Fattori individuali: competenze, formazione, età, condizioni di salute, sesso, supporto fornito da supervisori, etc.

La norma prevede due livelli di valutazione del rischio; uno più semplice, basato su questionario presente nella norma stessa, in grado di determinare eventuali condizioni in grado di determinare

una prevalenza di malattie legate al sistema muscolo-scheletrico. Attraverso le risposte al questionario, disponibile nell'Appendice B, è possibile ottenere un profilo di rischio suddiviso su tre livelli, come riportati in Tabella 9.2.

Tabella 9.2: Criteri per la valutazione del rischio con il metodo semplificato

Zona	Livello di rischio	Conseguenze
Verde	Nessun rischio	Accettabile: nessuna conseguenza
Giallo	Rischio basso	Migliorare i fattori di rischio strutturali (postura, forza, azioni tecniche, ...)
Rosso	Rischio	Riprogettare attività e posti di lavoro a seconda delle priorità

Il secondo, più complesso, viene utilizzato quando dalla valutazione semplificata evidenzia un livello di rischio Giallo o Rosso, oppure quando sia richiesta un'analisi più approfondita.

Nel caso di specie, come nel caso del Capitolo 8, l'analisi del rischio non viene eseguita in fase di sviluppo per mettere in atto le migliori strategie volte a ridurre il rischio, ma a valle del processo di *kaizen* per valutare se gli accorgimenti individuati per ridurre la difettosità delle ruote a seguito delle strisciate sul piano di lavoro abbiano portato anche dei vantaggi per la salute e sicurezza, senza averli consapevolmente presi in considerazione.

L'Indice OCRA è definito come il rapporto tra il *numero di azioni tecniche attuali* ed il *numero di azioni tecniche di riferimento*.

$$\text{Indice OCRA} = \frac{n_{ATA}}{n_{RTA}} = \frac{\text{numero azioni tecniche attuali}}{\text{numero azioni tecniche di riferimento}} \quad (9.1)$$

La norma definisce "azione tecnica" ogni azione manuale elementare richiesta per completare le operazioni di un ciclo di lavoro, ad esempio, "trattenere", "tirare", "girare", "tagliare", ...

Il numero di azioni tecniche attuali si basa sul conteggio delle singole operazioni eseguite allo stato attuale (*As Is*) nelle circostanze stabilite di ritmo di lavoro, fasi previste, etc.

Il numero di azioni tecniche di riferimento viene invece calcolato attraverso una serie di fattori moltiplicativi collegati a fattori di natura ergonomica come, ad esempio, forza impressa, postura, ripetitività, condizioni ambientali, possibilità di recupero, varietà delle attività, etc.

I due fattori si ottengono grazie ad una combinazione di misurazione sul campo delle attività ripetitive ed applicazione dei coefficienti in base alle condizioni di lavoro, come spiegato nel dettaglio in seguito.

Analogamente alla valutazione semplificata, il risultato dell'analisi determina un Indice OCRA il cui valore è in grado di fornire un'indicazione quantitativa del livello di rischio. Vengono così proposti i tre livelli di rischio riportati in Tabella 9.3.

Tabella 9.3: Criteri per la valutazione del rischio con il metodo OCRA

Zona	Indice OCRA	Livello di rischio
Verde	$\leq 2,2$	Nessun rischio
Giallo	$2,2 < \text{Indice} \leq 3,5$	Rischio basso
Rosso	$> 3,5$	Rischio

È importante sfruttare il vantaggio dell'indicazione quantitativa senza limitarsi, ad esempio, a considerare sufficiente una situazione con un indice di 2,2, formalmente nella zona verde ma al confine con la zona gialla.

In questo caso permetterà di cogliere le variazioni introdotte dalle modifiche eseguite sulla stazione di controllo.

9.2.1 Calcolo del numero di azioni tecniche attuali

La determinazione del numero di azioni tecniche attuali richiede di contare il numero di azioni tecniche (n_{TA}) in un ciclo ripetitivo.

In questa fase è importante considerare che, secondo la definizione della ISO 11228-3, un'”azione tecnica” è un'azione manuale elementare necessaria a completare le operazioni del ciclo; da un punto di vista meccanico implica un'attività muscolo-scheletrica degli arti superiori, ma non dovrebbe essere vista semplicemente come il movimento di un'articolazione ma come un movimento che coinvolge una o più articolazioni e segmenti nel completamento di una semplice attività lavorativa.

Il numero di azioni tecniche permette di determinare la frequenza f , attraverso la seguente relazione:

$$f = \frac{n_{TC} \times 60}{t_c}, \quad (9.2)$$

dove:

- n_{TC} è il numero di azioni tecniche nel ciclo;
- t_c è la durata del ciclo, in secondi.

Viene poi valutata la durata in minuti (t) delle attività ripetitive al netto delle pause programmate e realmente effettuate. Il numero di azioni tecniche attuali è dato dal prodotto di frequenza e durata.

$$n_{ATA} = f \times t, \quad (9.3)$$

dove:

- f è la frequenza determinata con la (9.2);
- t è la durata netta dell'attività ripetitiva, in minuti.

Nel caso di attività ripetitive, può capitare (e ci si auspica) che all'interno di un turno lavorativo, lo stesso operatore esegua diverse attività, possibilmente costituite da azioni tecniche che coinvolgono

diversi gruppi di muscoli; è evidente che in questo caso il calcolo delle azioni tecniche deve essere effettuato pesato la frequenza di ciascuna attività per il tempo impiegato.

Considerando un turno con n attività, il numero di attività totali si ottiene dalla relazione generica:

$$n_{ATA} = \sum_{j=1}^n (f_j \times t_j). \quad (9.4)$$

dove:

- f_j è la frequenza della j -esima attività determinata con la (9.2);
- t_j è la durata netta della j -esima attività ripetitiva, in minuti.

Una schematizzazione è riportata in Tabella 9.4.

Tabella 9.4: Calcolo del numero di attività tecniche attuali nel caso di turno con diverse attività.

	Attività A	Attività B	Attività C
Numero di azioni ripetitive per ciclo	$n_{TC(A)}$	$n_{TC(B)}$	$n_{TC(C)}$
Frequenza di azioni per minuto	f_A	f_B	f_C
Durata netta dell'azione ripetitiva nel turno	t_A	t_B	t_C
Numero ATA per singola attività	$f_A \times t_C$	$f_B \times t_B$	$f_C \times t_C$
Numero ATA per turno	$\Sigma(f_j \times t_j)$		

Nel caso in esame, il lavoratore addetto alla postazione di controllo si alterna con in altre postazioni indicativamente ogni ora; tuttavia, per lo scopo della presente trattazione l'analisi sarà limitata alle operazioni sulla stazione di controllo con lo scopo di definire quali siano stati i miglioramenti introdotti dalla nuova progettazione del tavolo di lavoro.

L'azienda è organizzata su tre turni da otto ore che comprendono una pausa mensa di 30 minuti. Non esiste una regolamentazione specifica per la rotazione delle attività e le pause; ciò nonostante i lavoratori hanno la consuetudine di ruotare tra le attività di controllo qualità e scarico linea ogni ora; inoltre si prendono delle pause per un totale di 15 minuti nel turno. L'assenza di regolamentazione è legata al fatto che i momenti di pausa coincidono generalmente con i cambi di produzione che permettono un'interruzione dell'attività.

Essendo i cambi di lotto legati al programma di produzione, non quindi è possibile prevedere dei momenti precisi di pausa; viene così lasciato al lavoratore la possibilità di prendersi una pausa in corrispondenza dei cambi prodotto.

Nell'ottica di *Lean Manufacturing* dell'azienda è estremamente improbabile un lancio di produzione della durata di un turno completo, che non fornirebbe al lavoratore la possibilità di usufruire della pausa. Qualora si verificasse tale circostanza, i Capi Turno sono a disposizione per sostituire i lavoratori in caso della necessità di una pausa.

L'organizzazione del lavoro è riportata nella Tabella 9.5 e permette di calcolare il numero di cicli per il controllo della ruota eseguiti nel turno.

Tabella 9.5: Organizzazione del lavoro nella stazione di controllo

ORGANIZZAZIONE DEL TURNO		
Attività	Durata	U.M.
Durata del turno	480	min
Pausa pranzo	30	min
Altre pause	15	min
Attività non ripetitive	210	min
Durata netta delle attività ripetitive (t)	225	min
Durata netta del tempo ciclo	30	s
Numero di attività di controllo eseguite nel turno	450	

Va fatto presente che il valore del tempo ciclo fissato a 30 secondi è relativo al minimo garantito ai clienti e, come si vede dalla Tabella 9.6, è compatibile con la produttività indicativa di 400 – 450 ruote/ora. I pochi secondi di scarto possono fornire un polmone in grado di fornire un riposo dell'ordine di 6 – 8 minuti per ogni ora. Al contrario, nel caso in cui si presentino difettosità, i secondi aggiuntivi vengono utilizzati per evidenziare il difetto sulla ruota e registrare la problematica attraverso il terminare disponibile nella postazione.

Tabella 9.6: Calcolo del tempo ciclo teorico

CALCOLO DEL TEMPO CICLO TEORICO			
	min	max	U.M.
Produttività	400	450	ruote/ora
Operatori	4	4	
Produttività per operatore	100	112,5	ruote/ora
Tempo ciclo teorico	36	32	secondi

Risulta evidente la necessità di eseguire un'attività di miglioramento continuo in grado di aumentare le attività di valore per impiegare al meglio i 30 secondi a disposizione.

9.2.2 Calcolo del numero di azioni tecniche di riferimento

La valutazione del numero di azioni tecniche di riferimento avviene attraverso la moltiplicazione della costante di frequenza k_f , fissata a 30 azioni al minuto, per una serie di coefficienti che tengono

conto dei fattori in grado di peggiorare o alleviare le condizioni di sforzo. Si ottiene così la seguente relazione:

$$n_{RTA} = k_f \times F_M \times P_M \times R_{eM} \times A_M \times t \times R_{cM} \times t_M ; \quad (9.4)$$

dove:

- k_f è la costante di frequenza pari a 30 azioni/minuto;
- F_M è il moltiplicatore di forza;
- P_M è il moltiplicatore di postura;
- R_{eM} è il moltiplicatore di ripetitività;
- A_M è un moltiplicatore addizionale;
- t è la durata delle attività ripetitive, in minuti;
- R_{cM} è il moltiplicatore legato al recupero;
- t_M è il moltiplicatore della durata.

Nel caso di attività ripetitive, può capitare (e ci si auspica) che all'interno di un turno lavorativo, lo stesso operatore esegua diverse attività, possibilmente costituite da azioni tecniche che coinvolgono diversi gruppi di muscoli; è evidente che in questo caso il calcolo delle azioni tecniche deve essere effettuato pesato la frequenza di ciascuna attività per il tempo impiegato.

Nel caso in cui sia predisposta una rotazione del lavoro che preveda n attività all'interno del turno di lavoro, analogamente a quanto fatto al § 9.2.1 per il numero di azioni tecniche attuali, è necessario analizzare separatamente ciascuna attività lavorativa per poi combinarle in un unico valore di n_{RTA} secondo la seguente formula

$$n_{RTA} = \sum_{j=1}^n [k_f \times (F_{Mj} \times P_{Mj} \times R_{eMj} \times A_{Mj}) \times t_j] \times (R_{cM} \times t_M). \quad (9.5)$$

dove

- k_f è la costante di frequenza pari a 30 azioni/minuto;
- F_M è il moltiplicatore di forza relativo alla j-esima attività;
- P_M è il moltiplicatore di postura relativo alla j-esima attività;
- R_{eM} è il moltiplicatore di ripetitività relativo alla j-esima attività;
- A_M è un moltiplicatore addizionale relativo alla j-esima attività;
- t è la durata delle attività ripetitive, in minuti, relativo alla j-esima attività;
- R_{cM} è il moltiplicatore legato al recupero relativo alla j-esima attività;
- t_M è il moltiplicatore della durata relativo alla j-esima attività.

Il valore del moltiplicatore di forza (F_M) viene determinato in modo tabellare partendo dal livello di forza, F_B inteso come percentuale della massima contrazione volontaria, oppure utilizzando la scala CR-10 di Borg, rappresentata in Tabella 9.7.

Tabella 9.7: Scala CR-10 di Borg per la determinazione dello sforzo percepito

Valore	Sforzo percepito
0	Nulla
0,5	Appena percettibile
1	Molto leggero
2	Leggero
3	Moderato
4	Piuttosto pesante
5	Pesante
6	
7	Molto pesante
8	
9	
10	Estremamente pesante

Nel presente caso è stato utilizzato il metodo qualitativo di Borg non avendo a disposizione strumentazione e competenze per poter eseguire una valutazione più approfondita basata su elettromiografia.

I coefficienti da impiegare nel calcolo del numero di azioni tecniche di riferimento si ottengono dalla Tabella 9.8, per la quale la norma consente anche di ottenere delle interpolazioni.

Tabella 9.8: Determinazione del moltiplicatore di forza, F_M

		MOLTIPLICATORE DI FORZA, F_M					
	Numero	0,5	1	2	3	4	≥ 5
Scala BORG CR-10	Percezione	molto, molto debole	molto debole	debole	moderato	abbastanza forte	forte / molto forte
Livello di forza	F_B	5	10	20	30	40	≥ 50
Moltiplicatore di forza	F_M	1,00	0,85	0,65	0,35	0,20	0,01

Il coefficiente di postura P_M vale 1 quando le posizioni ritenute pericolose sono presenti per una componente del tempo ciclo inferiore al 25%; in caso contrario il coefficiente viene valutato con la Tabella 9.9, per la quale i riferimenti ai movimenti considerati sono rappresentati in Figura 9.7, Figura 9.9, Figura 9.8 e Figura 9.10.

Tabella 9.9: Determinazione del moltiplicatore di postura, P_M

Movimenti scomodi		Porzione del ciclo			
		1% - 24%	25% - 50%	51% - 80%	> 80%
Gomito	Supinazione ($\geq 60^\circ$)				0,5
Polso	Estensione ($\geq 45^\circ$) o flessione ($\geq 45^\circ$)		0,7	0,6	
Mano	Presca palmare oppure ad uncino				
Gomito	Pronazione ($\geq 60^\circ$) o flessione/estensione ($\geq 60^\circ$)	1,0			
Polso	Deviazione radio/ulnare ($\geq 20^\circ$)		1,0	0,7	0,6
Mano	Presca con le dita				

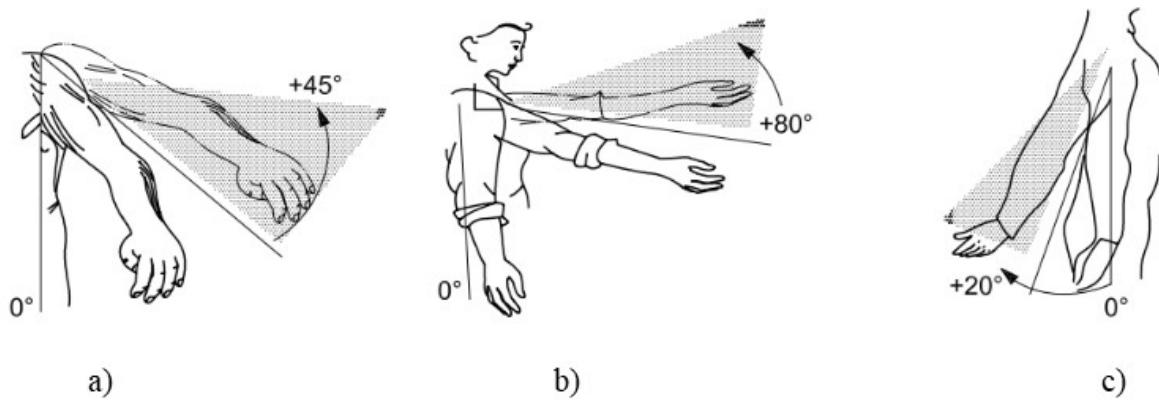


Figura 9.7: Movimenti della spalla: elevazione laterale/adduzione (a); elevazione frontale/flessione (b); estensione (c). ISO 11228-3:2007

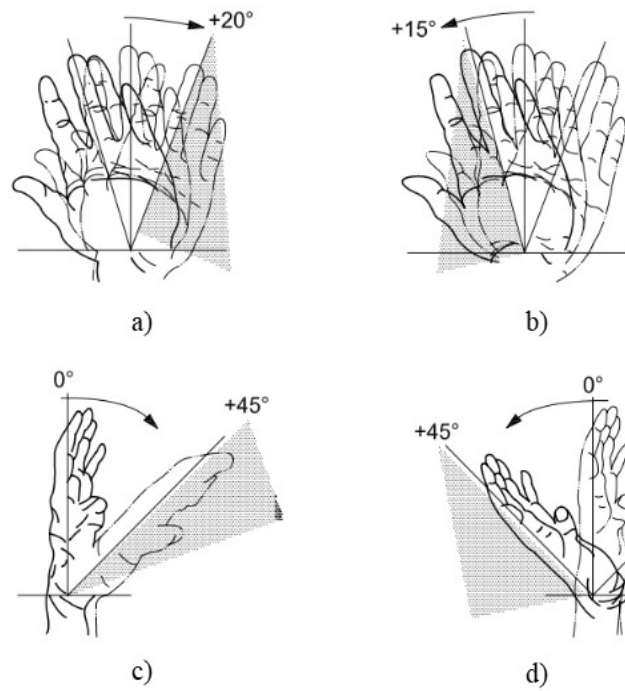


Figura 9.8: Movimenti del polso: deviazione ulnare (a); deviazione radiale (b); flessione palmare (c); estensione dorsale (d). ISO 11228-3:2007

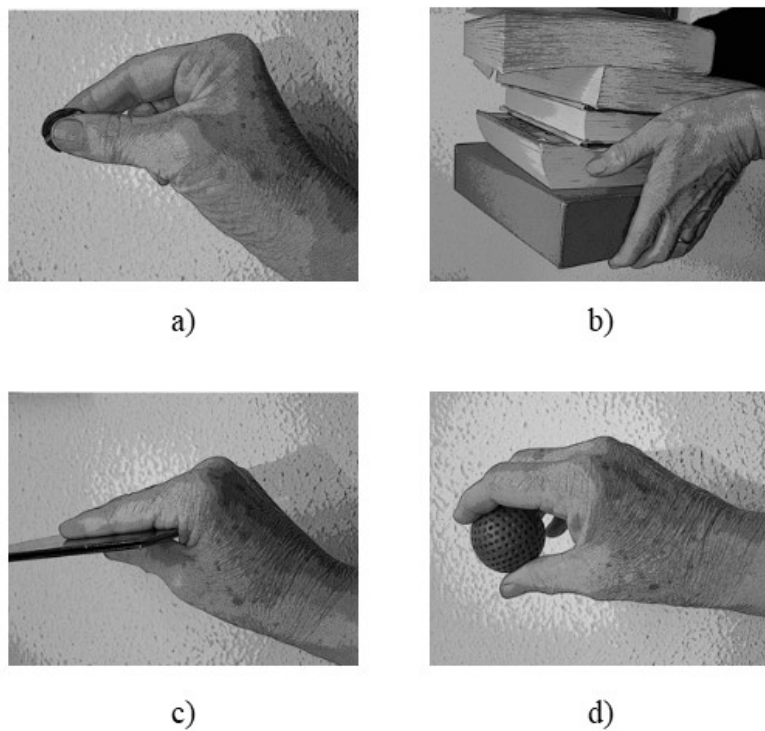


Figura 9.10: Tipologie di prese: presa di precisione con due dita (a); presa a gancio (b); presa con palmo stretto (c); presa con le dita (d). ISO 11228-3:2007.

Va considerato anche il movimento della spalla, che non è presente nella tabella. La norma prevede di prendere in considerazione il movimento del braccio e verificare che non sia mantenuto a livello della spalla con una flessione o adduzione superiore ad 80° per più del 10% del tempo ciclo oppure con frequenza superiore a due azioni per al minuto.

Inoltre richiede di verificare che il livello di adduzione media (tra 45 e 80°) non sia mantenuto per più di 1/3 del tempo ciclo oppure per più di 10 azioni al minuto.

In caso contrario è opportuno mettere in atto opportuni accorgimenti per mitigare il rischio di malattie muscolo-scheletriche della spalla. Una valutazione più completa in questo caso è proposta dall'allegato C del *Technical Report* ISO/TR 12295:2014 che, per ogni condizione, riporta un coefficiente del moltiplicatore di postura (Tabella 9.10 e Tabella 9.11) da includere nella valutazione globale.

Tabella 9.10: Moltiplicatore di postura per flessioni/adduzioni elevate della spalla secondo ISO/TR 12295:2014

MOLTIPLICATORE DI POSTURA SECONDO ISO/TR 12295:2014					
Percentuale del tempo ciclo con flessione / adduzione della spalla oltre 80°	10%	20%	30%	40%	≥ 50%
Moltiplicatore di postura, P_M	0,7	0,6	0,5	0,33	0,07

Tabella 9.11: Moltiplicatore di postura per movimenti moderati della spalla secondo ISO/TR 12295:2014

MOLTIPLICATORE DI POSTURA SECONDO ISO/TR 12295:2014			
Percentuale del tempo ciclo con flessione / adduzione della spalla tra 45° e 80° oppure estensione superiore a 20°	Da 25% a 50%	Da 51% a 80%	Oltre 80%
Moltiplicatore di postura, P_M	0,7	0,6	0,5

Per quanto riguarda il fattore di ripetitività, la norma ISO 11228-3 impone di usare il valore 0,7 nel caso in cui la stessa azione tecnica duri almeno per il 50% del tempo ciclo oppure nel caso in cui il ciclo sia più breve di 15 secondi. In tutti gli altri casi si assume il valore unitario.

La norma tecnica ISO/TR 12295 suggerisce invece di usare:

- il valore 0,7 nel caso in cui sia richiesta l'esecuzione di azioni tecniche simili per più dell'80% del tempo ciclo, o con tempi ciclo più brevi di 8 secondi;
- il valore 0,85 nel caso in cui sia richiesta l'esecuzione di azioni tecniche simili per una quota parte compresa tra il 50% e l'80% del tempo ciclo, o con tempi ciclo di durata compresa tra 8 e 15 secondi;
- il valore 1 in tutte le altre condizioni.

Una sintesi è riportata in Tabella 9.12.

Tabella 9.12: Moltiplicatore di ripetitività secondo ISO/TR 12295:2014

MOLTIPLICATORE DI RIPETITIVITA' SECONDO ISO/TR 12295:2014			
Percentuale del tempo ciclo con esecuzione di azioni tecniche ripetitive	Meno del 50%	Tra 51% e 80%	Più del 80%
Durata tempo ciclo	> 15 s	8 – 15 s	< 8 s
Moltiplicatore di ripetitività, R_{eM}	1	0,85	0,7

Il fattore moltiplicativo addizionale A_M considera l'effetto di vibrazioni, contraccolpi o qualsiasi altra condizione in grado di rendere meno agevole l'operazione. Il fattore A_M assume i seguenti valori:

- 1, nel caso non ci siano elementi di disturbo addizionali;
- 0,95, qualora gli elementi aggiuntivi siano presenti per una quota parte del tempo ciclo compresa tra 25% e 50%;
- 0,90, qualora gli elementi aggiuntivi siano presenti per una quota parte del tempo ciclo compresa tra 51% e 80%;
- 0,80, qualora gli elementi aggiuntivi siano presenti per una quota parte del tempo ciclo superiore all'80%.

Una sintesi è riportata in Tabella 9.13.

Tabella 9.13: Moltiplicatore dei fattori addizionali secondo ISO/TR 12295:2014

MOLTIPLICATORE DI FATTORI ADDIZIONALI, A_M				
Tempo ciclo in cui sono presenti elementi aggiuntivi	Assenti	Tra 25% e 50%	Tra 51% e 80%	Oltre 80%
Moltiplicatore dei fattori addizionali, A_M	1	0,95	0,9	0,85

La ISO/TR 12295 propone anche di integrare un fattore esterno legato alla determinazione del ritmo di lavoro da parte della macchina, cioè alla possibilità da parte dell'operatore di avere dei brevi momenti di recupero senza correre il rischio di bloccare la produzione. Si riporta in Tabella 9.14 l'attribuzione dei coefficienti secondo ISO/TR 12295.

Tabella 9.14: Fattori addizionali legati al ritmo della macchina

FATTORI ADDIZIONALI – RITMO STABILITO DALLA MACCHINA	
Ritmo di lavoro completamente determinato dalla macchina (assenza di buffer)	0,85
Ritmo di lavoro determinato dalla macchina ma con presenza di buffer intermedi	0,90
Ritmo di lavoro indipendente dalla macchina	1,00

I coefficienti sin qui definiti permettono di determinare il numero parziale di riferimento delle azioni tecniche nel turno, espresso come

$$n_{RPA} = k_f \times F_M \times P_M \times R_{eM} \times A_M \times t. \tag{9.6}$$

Anche in questo caso, qualora nel turno ci sia la rotazione tra diverse attività, i numeri parziali di riferimento vanno sommati secondo la relazione

$$n_{RPA} = \sum_{j=1}^n [k_f \times F_{Mj} \times P_{Mj} \times R_{eMj} \times A_{Mj} \times t_j]; \tag{9.7}$$

dove il significato dei simboli è lo stesso della (9.5).

Per poter raggiungere il valore del numero di azioni tecniche di riferimento è necessario introdurre il coefficiente di durata ed il coefficiente di recupero.

Il coefficiente di durata fa riferimento al periodo di tempo (in minuti) all'interno del turno impiegato nelle attività ripetitive; il valore si determina in base alla Tabella 9.15.

Tabella 9.15: Determinazione del moltiplicatore di durata

MULTIPLICATORE DI DURATA, t_M								
Tempo totale di attività ripetitive durante il turno	< 120	121 - 180	181 - 240	241 - 300	301 - 360	361 - 420	421 - 480	>480
Moltiplicatore di durata	2	1,7	1,5	1,3	1,2	1,1	1	0,5

Il coefficiente di recupero invece fa riferimento al numero di segmenti orari all'intero del turno provvisti di una pausa della durata di almeno dieci minuti; in questo contesto vengono considerate provviste di pausa l'ultima ora del turno, l'ora prima della pausa pranzo e ogni ora che comprenda una sola pausa di dieci minuti. Nel caso in cui si conceda una pausa nell'ultima ora del turno, questa non viene considerata in quanto la fine del periodo lavorativo consente già un recupero.

I coefficienti vengono assegnati in base alla Tabella 9.16.

Tabella 9.16: Determinazione del coefficiente di recupero

MULTIPLICATORE DI RECUPERO, R_{cM}									
Ore senza recupero adeguato	0	1	2	3	4	5	6	7	8
Moltiplicatore di recupero	1,00	0,90	0,80	0,70	0,60	0,45	0,25	0,10	0,00

9.3 Il caso studio

I dati sull'attività sono stati raccolti attraverso l'analisi dei filmati registrati durante le fasi di controllo qualità. In particolare, per quanto riguarda la situazione relativa al vecchio piano di lavoro, si è analizzata la postazione a valle di una vecchia linea di verniciatura equipaggiata con un tavolo di lavoro molto simile a quello dismesso.

I risultati delle rilevazioni per la vecchia postazione sono riportati in Tabella 9.17 e Tabella 9.18; mentre quelli relativi alla nuova postazione in Tabella 9.19 e Tabella 9.20.

Da una prima analisi si nota che le percentuali del tempo ciclo impegnate in azione tecniche vengono sensibilmente ridotte. Il fenomeno è legato al fatto che piano rotante e rulli di rotazione permettono di avviare il movimento ed eseguire il controllo mentre la ruota continua a muoversi grazie alla propria inerzia, riducendo così l'impegno fisico.

I valori di forza applicata, necessari alla determinazione del fattore moltiplicativo di forza F_M , sono stati rilevati attraverso interviste agli operatori, mediando il risultato ottenuto su tre di essi. I risultati sono riportati in Tabella 9.21 e Tabella 9.22 per la vecchia stazione e in Tabella 9.23 e Tabella 9.24 nella nuova stazione.

Tabella 9.17: Rilevazione delle azioni elementari per l'arto sinistro nella vecchia stazione di controllo

ARTO SINISTRO			
Azioni tecniche	Numero	Durata	%
Rimuovere tappi	1	5	16,7%
Scarica tappi	1	1	3,3%
Sollevarre ruota	1	1,5	5,0%
Inclinare per verifica interna	1	1,5	5,0%
Mantiene ruota inclinata	1	5	16,7%
Rotazione ruota	1	1	3,3%
Verifica esterna	1	3	10,0%
Mantenimento ruota	1	1	3,3%
Rotazione ruota	1	1	3,3%
Ribaltamento	1	2	6,7%
Espulsione	1	1	3,3%
TOTALE	11	30	76,7%

Tabella 9.18: Rilevazione delle azioni elementari per l'arto destro nella vecchia stazione di controllo

ARTO DESTRO			
Azioni tecniche	Numero	Durata	%
Afferrare la ruota	1	1	3,3%
Tirare la ruota	1	1	3,3%
Rimuovere tappi	1	5	16,7%
Controllare bordo	1	1	
Sollevarre ruota	1	1,5	5,0%
Inclinare per verifica interna	1	1,5	5,0%
Rimuovere tappo interno	1	1	3,3%
Controllo interno	1	5	16,7%
Rotazione ruota	1	1	3,3%
Verifica esterna	1	3	10,0%
Timbratura	1	1	3,3%
Rotazione ruota	1	1	3,3%
Ribaltamento	1	2	6,7%
Espulsione	1	1	3,3%
TOTALE	14	30	83,3%

Tabella 9.19: Rilevazione delle azioni elementari per l'arto sinistro nella nuova stazione di controllo

ARTO SINISTRO			
Azioni tecniche	Numero	Durata	%
Rotazione ruota	1	7	
Sollevarre ruota	1	1	3,3%
Inclinare per verifica interna	1	1,5	5,0%
Ribaltamento ruota	1	1,5	5,0%
Spinta in avanti	1	1	3,3%
Timbratura	1	3	10,0%
Espulsione	1	2	6,7%
TOTALE	7	17	33,3%

Tabella 9.20: Rilevazione delle azioni elementari per l'arto destro nella nuova stazione di controllo

ARTO DESTRO			
Azioni tecniche	Numero	Durata	%
Afferrare la ruota	1	1,5	5,0%
Tirare la ruota	1	1,5	5,0%
Rimuovere tappi	1	4	13,3%
Rotazione per controllo	1	2	6,7%
Inclinare per verifica interna	1	1	3,3%
Rotazione per controllo	1	2	6,7%
Ribaltamento ruota	1	1,5	5,0%
Spinta in avanti	1	1	3,3%
Timbratura	1	2	6,7%
Espulsione	1	2	6,7%
TOTALE	12	21,5	61,7%

Tabella 9.21: Determinazione dello sforzo percepito medio pesato per l'arto sinistro nella vecchia stazione di controllo

Azioni tecniche	ARTO SINISTRO			F_M (Borg)	
	Numero	Durata	%	Singolo	Pesato
Rimuovere tappi	1	5	16,7%	1,1	0,18
Scarica tappi	1	1	3,3%	0,5	0,02
Sollevarre ruota	1	1,5	5,0%	1,5	0,08
Inclinare per verifica interna	1	1,5	5,0%	1,8	0,09
Mantiene ruota inclinata	1	5	16,7%	1,1	0,18
Rotazione ruota	1	1	3,3%	1,5	0,05
Verifica esterna	1	3	10,0%	1,3	0,13
Mantenimento ruota	1	1	3,3%	1,1	0,04
Rotazione ruota	1	1	3,3%	1	0,03
Ribaltamento	1	2	6,7%	1,5	0,10
Espulsione	1	1	3,3%	2	0,07
VALORE MEDIO					0,97

Tabella 9.22: Determinazione dello sforzo percepito medio pesato per l'arto destro nella vecchia stazione di controllo

Azioni tecniche	ARTO DESTRO			F_M (Borg)	
	Numero	Durata	%	Singolo	Pesato
Afferrare la ruota	1	1	3,3%	0,8	0,03
Tirare la ruota	1	1	3,3%	2	0,07
Rimuovere tappi	1	5	16,7%	1,1	0,18
Controlla bordo	1	1	3,3%	0,5	0,02
Sollevarre ruota	1	1,5	5,0%	1,5	0,08
Rimuovere tappo interno	1	1	3,3%	0,8	0,03
Controllo interno	1	5	16,7%	0,5	0,08
Rotazione ruota	1	1	3,3%	0,5	0,02
Verifica esterna	1	3	10,0%	1,7	0,17
Timbratura	1	1	3,3%	0,7	0,02
Rotazione ruota	1	1	3,3%	1	0,03
Ribaltamento	1	2	6,7%	1,5	0,10
Espulsione	1	1	3,3%	2	0,07
VALORE MEDIO					0,89

Tabella 9.23: Determinazione dello sforzo percepito medio pesato per l'arto sinistro nella nuova stazione di controllo

Azioni tecniche	ARTO SINISTRO			F_M (Borg)	
	Numero	Durata	%	singolo	pesato
Rotazione ruota	1	7	23,3%	0,5	0,12
Sollevamento ruota	1	1	3,3%	1,5	0,05
Inclinare per verifica interna	1	1,5	5,0%	1	0,05
Ribaltamento ruota	1	1,5	5,0%	1	0,05
Espulsione	1	2	6,7%	1	0,07
VALORE MEDIO					0,33

Tabella 9.24: Determinazione dello sforzo percepito medio pesato per l'arto sinistro nella nuova stazione di controllo

Azioni tecniche	ARTO SINISTRO			F_M (Borg)	
	Numero	Durata	%	singolo	pesato
Afferrare la ruota	1	1,5	5,0%	0,5	0,03
Tirare la ruota	1	1,5	5,0%	2	0,10
Rotazione ruota	1	2	6,7%	1	0,07
Rimuovere tappi	1	4	13,3%	0,5	0,07
Sollevamento ruota	1	1	3,3%	1,5	0,05
Inclinare per verifica interna	1	1	3,3%	1	0,03
Rotazione per controllo	1	2	6,7%	0,5	0,03
Ribaltamento ruota	1	1,5	5,0%	0,5	0,03
Spinta in avanti	1	1	3,3%	1,5	0,05
Timbratura	1	2	6,7%	1	0,07
Espulsione	1	2	6,7%	1	0,07
VALORE MEDIO					0,58

Interpolando i dati ottenuti dalle tabelle precedenti con i valori riportati nella Tabella 9.8, si ottengono i moltiplicatori riportati nella Tabella 9.25.

Tabella 9.25: Risultati relativi al valore di F_M per le due stazioni

Stazione	Arto	Valore medio ponderato su scala CR-10 di Borg	Valore di F_M
Vecchia	Sinistro	0,97	0,86
Vecchia	Destro	0,89	0,88
Nuova	Sinistro	0,33	1,00
Nuova	Destro	0,58	0,98

Allo stesso modo vengono valutati i movimenti delle articolazioni per determinare il moltiplicatore di postura. I risultati ottenuti sono riportati in Tabella 9.26 e Tabella 9.27 per la vecchia postazione e in Tabella 9.27 e Tabella 9.28 per la nuova postazione.

Tabella 9.26: Determinazione del coefficiente di postura per l'arto sinistro nella vecchia stazione di controllo

ARTO SINISTRO	Spalla	Gomito		Presca			Presca a gancio
	Flessione e/o adduzione > 80°	Pronazione > 60°	Flessione / estensione > 60°	presca con palmo stretto	Presca con due dita	Presca palmare	
Azioni tecniche							
Rimuovere tappi		5			5		
Scarica tappi		1					
Sollevarc ruota		1,5					1,5
Inclinare per verifica interna		1,5		1,5			
Mantiene ruota inclinata		5		1,5			
Rotazione ruota		1					
Verifica esterna		3		3			
Mantenimento ruota		1		1			
Rotazione ruota							
Ribaltamento							1
Espulsione							
TOTALE	0	19	0	7	5	0	2,5
PERCENTUALE	0,0%	63,3%	0,0%	22,3%	16,7%	0,0%	8,3%

Tabella 9.27: Determinazione del coefficiente di postura per l'arto destro nella vecchia stazione di controllo

ARTO DESTRO	Spalla	Gomito		Prese			
	Flessione e/o adduzione > 80°	Pronazione > 60°	Flessione / estensione > 60°	presa con palmo stretto	Presa con due dita	Presa palmare	Presa a gancio
Azioni tecniche							
Afferrare la ruota			0,5				1
Tirare la ruota	1	1					1
Rimuovere tappi		5			5		
Controlla bordo		1					
Sollevarre ruota		1,5					1,5
Rimuovere tappo interno	1	1				1	
Controllo interno		1					
Rotazione ruota							
Verifica esterna							3
Timbratura		1			1		
Rotazione ruota							
Ribaltamento							2
Espulsione	1	1	1				
VALORE MEDIO	3	12,5	1,5	0	6	1	8,5
TOTALE	10,0%	41,7%	5,0%	0,0%	20,0%	3,3%	28,3%

Tabella 9.28: Determinazione del coefficiente di postura per l'arto sinistro nella nuova stazione di controllo

ARTO SINISTRO	Spalla	Gomito		Prese			
	Flessione e/o adduzione > 80°	Pronazione > 60°	Estensione > 45°	Presa con palmo stretto	Presa con due dita	Presa palmare	Presa a gancio
Azioni tecniche							
Rotazione ruota				2			
Sollevamento ruota		1		1			
Inclinare per verifica interna		1,5					
Ribaltamento ruota			1,5				1,5
Espulsione							
TOTALE	0	2,5	1,5	3	0	0	1,5
PERCENTUALE	0,0%	8,3%	5,0%	10,0%	0,0%	0,0%	5,0%

Tabella 9.29: Determinazione del coefficiente di postura per l'arto destro nella nuova stazione di controllo

ARTO DESTRO	Spalla	Gomito		Prese			
	Flessione e/o adduzione > 80°	Pronazione > 60°	Estensione > 45°	Presa con a palmo stretto	Presa con due dita	Presa palmare	Presa a gancio
Azioni tecniche							
Tirare la ruota	1	1					1
Rotazione ruota				1			
Rimuovere tappi		4			4		
Sollevamento ruota	1	1				1	
Rotazione per controllo				1			
Inclinare per verifica interna				1			
Rotazione per controllo			1	2			
Timbratura				2			
TOTALE	2	6	1	7	4	1	1
PERCENTUALE	6,7%	20,0%	3,3%	23,3%	13,3%	3,3%	3,3%

Definiti i valori del moltiplicatore di postura per ciascuna articolazione, il coefficiente globale del ciclo di lavoro viene scelto come il valore inferiore tra quelli ottenuti. I risultati sono riportati in Tabella 9.30

Tabella 9.30: Schema riassuntivo per la determinazione del moltiplicatore di postura PM

Stazione	Arto		Spalla	Gomito		Prese				Valore globale (minimo) di PM
			Flessione e/o adduzione > 80°	Pronazione > 60°	Estensione > 45°	Presa con palmo stretto	Presa con due dita	Presa palmare	Presa a gancio	
Vecchia	Sinistro	%	0,0%	63,3%	0,0%	22,3%	16,7%	0,0%	8,3%	0,7
		P_M	1,0	0,7	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	
Vecchia	Destro	%	10,0%	41,7%	5,0%	20,0%	3,3%	28,3%	0,0%	1,0
		P_M	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	
Nuova	Sinistro	%	0,0%	8,3%	5,0%	10,0%	0,0%	0,0%	5,0%	1,0
		P_M	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	
Nuova	Destro	%	6,7%	20,0%	3,3%	23,3%	13,3%	3,3%	3,3%	1,0
		P_M	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	

Per la determinazione del moltiplicatore di ripetitività basta considerare che il valore viene posto a 0,7 anziché ad 1 solo quando un'attività occupa più del 50% del tempo ciclo. Nel caso di specie non ci sono attività di durata superiore ai 15 secondi, pertanto possiamo considerare il valore unitario.

Tale affermazione risulterebbe valida anche se si ricorresse alla ISO/TR 12295, la quale indica valori inferiori pari ad 1 solo nel caso in cui il movimento venga ripetuto per più del 50%, oppure qualora il tempo ciclo sia inferiore a 15 secondi.

Per quanto riguarda il moltiplicatore dei fattori addizionali, non si sono notati elementi di disturbo in grado di peggiorare la situazione, si potrebbe quindi assumere il valore unitario. Tuttavia la ISO/TR 12295 (Tabella 9.13) suggerisce di adottare il valore 0,90 dato che la linea produttiva impone un ritmo di lavoro ma, nel contempo, sono presenti di sistemi di compensazione per gestire le code in caso di ritardo temporaneo.

Ad essere precisi, si potrebbe pensare di definire il valore 1 per la vecchia stazione sprovvista delle fotocellule per la gestione delle code ed il valore 0,90 per la nuova stazione. Tuttavia, per lo scopo del presente lavoro, è più opportuno concentrarsi sulle variazioni di natura ergonomica, tenendo comunque in considerazione che la modifica introdotta per la gestione delle code attraverso le fotocellule va a favore di sicurezza.

Infine, vanno definiti il moltiplicatore di durata, legato alla durata dell'attività ripetitiva all'interno del turno, ed il moltiplicatore di recupero, legato alla presenza di pause prestabilite in determinati momenti.

Nel nostro caso, con un tempo effettivo di 225 minuti passato alla stazione di controllo qualità, in base alla Tabella 9.15, il moltiplicatore di durata assume un valore di 1,5.

Mentre il moltiplicatore di recupero, in base alla Tabella 9.16 assume un valore di 0,45. In questo caso si considera che all'interno delle otto ore del turno vi siano:

- un'ora con pausa mensa;
- un'ora precedente alla fine del turno;
- una pausa di durata non inferiore a 10 minuti;
- una pausa di durata inferiore a 10 minuti che non può essere considerata come tale.

Rimangono così 5 ore sprovviste di pausa. Si vedrà in seguito l'effetto della gestione delle pause sull'Indice OCRA.

I coefficienti fin qui determinati permettono di calcolare i valori del numero di azioni tecniche attuali e del numero di azioni tecniche di riferimento, entrambi necessari a determinare l'indice OCRA.

Nella Tabella 9.31 si riporta una sintesi dei parametri nelle due situazioni considerate ed il relativo valore dell'indice OCRA.

Tabella 9.31: Sintesi dei risultati per il calcolo dell'indice OCRA

Parametri		Stazione Vecchia		Stazione nuova	
		Sinistro	Destro	Sinistro	Destro
Numero di azioni tecniche nel ciclo	n_{TC}	11	14	7	12
Tempo ciclo	t_C	30	30	30	30
Frequenza delle azioni tecniche	f	22	28	14	24
Numero di azioni tecniche attuali	n_{ATA}	4950	6300	3150	5400
Costante di frequenza	k_f	30	30	30	30
Moltiplicatore di forza	F_M	0,86	0,88	1,00	0,98
Moltiplicatore di postura	P_M	0,7	1,0	1,0	1,0
Moltiplicatore di ripetitività	R_{eM}	1,0	1,0	1,0	1,0
Moltiplicatore dei fattori addizionali	A_M	0,90	0,90	0,90	0,90
Durata delle azioni ripetitive (min)	t	225	225	225	225
Numero parziale di riferimento delle azioni tecniche nel turno	n_{RPA}	3657	3635	6075	5954
Moltiplicatore di durata	t_M	1,5	1,5	1,5	1,5
Moltiplicatore di recupero	R_{cM}	0,45	0,45	0,45	0,45
Numero globale di azioni tecniche di riferimento	n_{RTA}	2469	2454	4101	4019
Indice OCRA		2,01	2,57	0,77	1,34

Il valore in grado di dare l'immediata evidenza del risultato è la riduzione dell'indice OCRA. Tuttavia, un'analisi dei parametri permette di confermare l'effetto delle azioni intraprese. In particolare, la riduzione dell'Indice OCRA è legata ad un duplice effetto: da un lato la riduzione del numero di azioni tecniche attuali (n_{ATA}) ottenuto attraverso la semplificazione delle azioni da parte dell'operatore grazie al piano rotante ed ai cilindri di rotazioni che permettono di imprimere il movimento e lasciar poi girare la ruota intraprese; dall'altro l'aumento delle azioni tecniche di riferimento (n_{RTA}) attraverso la riduzione degli sforzi applicati ed un miglioramento della postura per l'arto sinistro.

La sintesi delle due postazioni è riportata in Figura 9.11, dove la linea verde rappresenta il valore limite di 2,2 che delimita la zona verde (assenza di rischi) dalla zona gialla dove si richiedono delle attività di mitigazione del rischio, come indicato in Tabella 9.2.

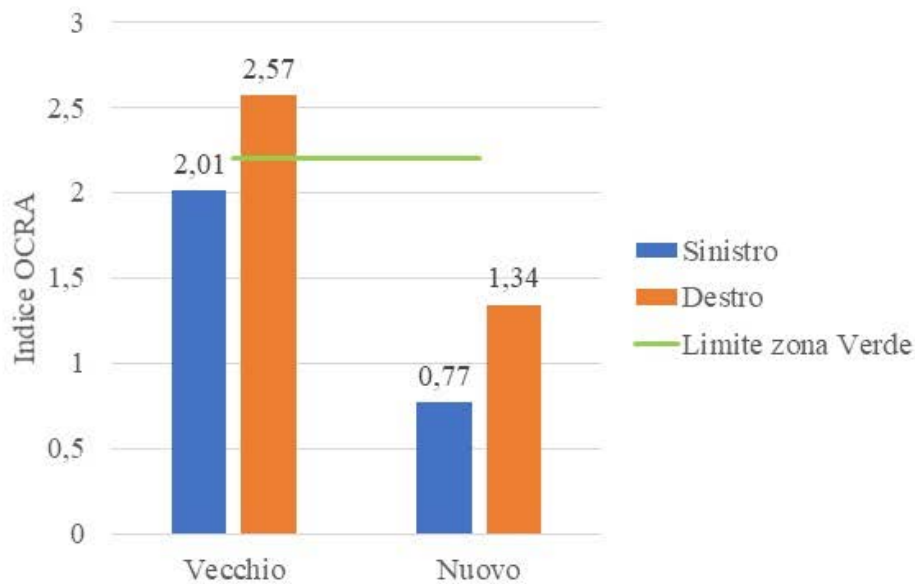


Figura 9.11: Rappresentazione degli Indici OCRA nelle varie situazioni considerate

Risulta interessante notare in Tabella 9.32 e Figura 9.12 come l'introduzione di semplici sistemi di gestione delle pause possano modificare sensibilmente l'Indice OCRA ed i relativi effetti sul sistema muscolo-scheletrico. Nel caso specifico, l'introduzione di un'ulteriore pausa porta la vecchia stazione di controllo dalla zona gialla (Indice OCRA > 2,2) alla zona verde.

Tabella 9.32: Effetto della gestione delle pause sul rischio di malattie muscolo-scheletriche

Parametri	R_{cm}	Stazione Vecchia		Stazione nuova	
		Sinistro	Destro	Sinistro	Destro
Numero globale di azioni tecniche di riferimento (n_{RTA})	0,45	2469	2454	4101	4019
Indice OCRA		2,01	2,57	0,77	1,34
Numero globale di azioni tecniche di riferimento (n_{RTA})	0,60	3291	3272	5468	5358
Indice OCRA		1,50	1,93	0,58	1,01
Numero globale di azioni tecniche di riferimento (n_{RTA})	0,70	3840	3817	6379	6251
Indice OCRA		1,29	1,65	0,49	0,86

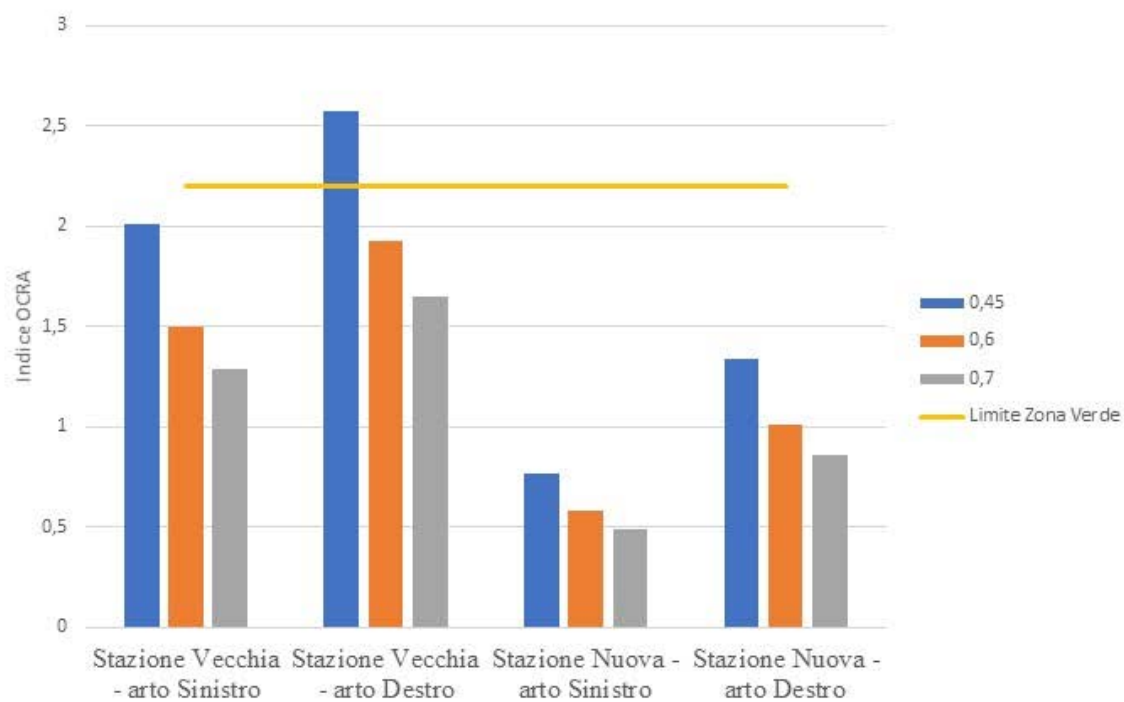


Figura 9.12: Rappresentazione del valore dell'Indice OCRA nelle diverse situazioni al variare del moltiplicatore di recupero

In base a quanto stabilito nella norma ISO 11228-3, è possibile ottenere una stima previsionale della riduzione dell'incidenza di malattie muscolo-scheletriche con una semplice relazione lineare. Nel caso specifico, prendendo ad esempio il caso dell'utilizzo dell'arto destro nella stazione vecchia, il passaggio dell'Indice OCRA da un valore di 2,57 a 1,93 con la regolarizzazione di due pause da 10 minuti consente una riduzione dell'incidenza di problemi di salute di 1,53%.

9.4 Conclusioni

L'attività di miglioramento introdotta ha avuto effetti benefici anche sul livello di ergonomia. Le modifiche hanno avuto effetto su diversi aspetti:

- la riduzione delle azioni elementari eseguite da ciascun arto durante il ciclo di lavoro; l'effetto risulta più evidente per il braccio sinistro. Probabilmente il fenomeno è legato al fatto che una riduzione dei carichi comporta la possibilità di eseguire le manovre con l'arto più comodo che, essendo meno stanco, assorbe anche attività che potrebbero essere demandate al sinistro;
- la riduzione dello sforzo ponderato, legato al fatto di aver ridotto lo sforzo per alcune attività di movimentazione introducendo sistemi rotanti su cuscinetti (piatto e rulli);
- un miglioramento del coefficiente di postura, prevalentemente legato alla pronazione del gomito che, con il piano rotante può essere evitata.

È interessante notare come la semplice gestione delle pause possa modificare l'incidenza dei fenomeni legati a problemi di natura muscolo-scheletrica.

Anche in questo caso si evidenzia come un'attività eseguita a fini produttivi abbia introdotto un beneficio per la salute dei lavoratori.

Conclusioni

L'analisi bibliografica ha evidenziato pareri discordanti sull'effetto del Pensiero Snello sulla salute e sicurezza dei lavoratori. Alcuni autori, prevalentemente appartenenti all'area dell'*Operations Management*, ritengono che l'applicazione delle tecniche della *Lean Manufacturing* sia in grado di migliorare le condizioni dei lavoratori; altri autori, prevalentemente appartenenti all'area della sociologia industriale e all'area sanitaria, ritengono che ci siano effetti negativi legati al Pensiero Snello.

Risulta evidente come un'analisi di questa portata richieda una conoscenza approfondita sia del Pensiero Snello (che non prenda in considerazione non solo le tecniche ma anche la filosofia) che della salute e sicurezza nei luoghi di lavoro, intesa come requisiti e tecniche per la valutazione del rischio.

Da un punto di vista normativo, gli strumenti del Pensiero Snello hanno dimostrato di poter coprire in modo abbastanza completo i requisiti, siano essi cogenti che volontari. Il punto più in contrasto da questo punto di vista è relativo all'organizzazione orizzontale dei gruppi di lavoro che crea una destrutturazione della catena gerarchica tradizionale con una potenziale difficoltà a ricostruire la catena di responsabilità in caso di evento incidentale.

Va tenuto in considerazione che l'analisi bibliografica e normativa si sono limitate all'ambito produttivo manifatturiero. Tuttavia esistono svariati articoli riguardanti altri ambiti, come le costruzioni, la salute, etc. che andrebbero rivisti in relazione ai propri requisiti normativi specifici.

L'esperienza sul campo, attraverso i due casi studio di Speedline srl, ha dimostrato un effetto positivo sulla salute e sicurezza conseguenti alle attività di miglioramento; tuttavia, non si può ritenere il numero statisticamente significativo per poter trarre delle conclusioni più generali.

La bontà del Pensiero Snello non va cercata negli strumenti ma nella visione a lungo termine; infatti sarebbe sufficiente inserire tra i sette sprechi individuati da Ohno anche il *muda* legato alle perdite (economiche, di tempo, di produttività, ...) dovute ad infortuni e malattie professionali per renderlo un modello in grado di migliorare anche il benessere dei lavoratori.

Questo testimonia l'importanza di una visione globale dell'alta direzione che riesca ad integrare obiettivi e sistemi di gestione.

Inoltre, mette in evidenza come, spesso, la valutazione relativa alla bontà di uno strumento vada fatta sulla visione che sta alla base e non sulla tecnica fine a sé stessa.

In altre parole, la *Lean Manufacturing* offre una serie di strumenti che vanno utilizzati nei modi e nei momenti opportuni; l'equilibrio nell'uso degli strumenti non è stabilito a priori ma va determinato caso per caso sulla base della visione aziendale e sulle caratteristiche specifiche.

Al contrario, l'applicazione sterile di strumenti senza averne colto la filosofia e senza calarli nel caso specifico difficilmente permetterà di ottenere risultati efficaci.

Simboli ed abbreviazioni

5S	Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu, Shitsuke
BBS	Behaviour Based Safety
DdL	Datore di Lavoro
DVR	Documento di Valutazione dei Rischi
GSA	Gestione della Sicurezza Antincendio
HR	Human Resources
JIT	Just-In-Time
KPI	Key Performance Indicator
MQL	Minimal Quantity Lubrication
OPL	One Point Lesson
PDCA	Plan-Do-Check-Act
QM	Quality Management
RES	Requisito Essenziale per la Sicurezza
OEE	Overall Equipment Efficiency
TPM	Total Productive Maintenance
TPS	Toyota Production System
ROM	Range of Motion
RSPP	Responsabile del Servizio di Prevenzione e Protezione
SGS	Sistema(i) per la Gestione della Sicurezza
SGSA	Sistema di Gestione per la Sicurezza Antincendio
SMED	Single Minute Exchange of Die
SPP	Servizio di Prevenzione e Protezione
SSLL	Salute e Sicurezza sui Luoghi di Lavoro

Appendice A

Vengono riportate di seguito le schede di valutazione del rischio descritte al Capitolo 8 relative al progetto per l'introduzione della lubrificazione minima nella linea di smaterozzatura.

Allegato 1	SCHEDA DI VALUTAZIONE DEI RISCHI	Pag. 1
------------	---	--------

Riferimento	RES 1.1.3 – Materiali e Prodotti
Requisiti	Se la macchina è destinata ad essere utilizzata in un ambiente pericoloso che presenta rischi per la salute e la sicurezza dell'operatore o se la macchina stessa genera un ambiente pericoloso, devono essere previsti i mezzi adeguati ad assicurare che l'operatore lavori in buone condizioni e sia protetto da ogni pericolo prevedibile.

Pos.	Pers.	Fase	Identificazione del Pericolo	Situazione Iniziale				Situazione Finale					
				Se	Fr	Pr	Av	CI	Se	Fr	Pr	Av	CI
1	O	U	Esposizione a sostanze in grado di creare irritazione di media entità per contatto con occhi o pelle, in grado di comportare emicrania o vertigini	2	5	3	3	11	1	2	2	3	7
2	M	M	Esposizione a sostanze in grado di creare irritazione di media entità per contatto con occhi o pelle, in grado di comportare emicrania o vertigini	2	2	3	3	8	1	2	2	3	7
3	O	U	Infortuni nella fase di caricamento del fluido nei serbatoi	2	3	2	3	8	2	3	1	3	7
4	M	M	Infortuni per fuoriuscita del fluido dal sistema di adduzione	2	2	2	3	7	2	2	1	3	6
5	M	M	Sversamento durante le operazioni di lavoro normale e/o riempimento	2	3	2	3	8	2	3	2	1	6
6	O	U	Abrasione a causa di trucioli attaccati alla ruota	1	2	2	1	5	1	2	1	1	4

Commenti	
1	Viene ridotto il valore di frequenza dato che gli accessi alla zona con passa da 2 volte al turno alla pulizia durante le fermate; inoltre probabilità viene ridotta data la minor quantità di materiale. Viene ridotta la severità per la minor quantità di sostanza.
2	Nelle attività di manutenzione la pulizia richiede un tempo inferiore; le migliori condizioni della linea riducono il rischio di contatto con il fluido. Il manutentore è comunque esposto per un tempo inferiore rispetto all'operatore. Viene ridotta la severità per la minor quantità di sostanza.
3	Viene ridotto il valore di probabilità data la minore quantità di fluido in gioco. Inoltre, il contenitore da 1000 litri è posizionato nei pressi della linea e ci potrebbero essere sversamenti per urto.
4	Viene ridotta la probabilità data la minore lunghezza delle tubazioni
5	Viene ridotto il livello di evitabilità a causa della quantità inferiore della confezione, più facile da maneggiare
6	Non significativo

Ulteriori suggerimenti	
a	Verificare la presenza di un pressostato per evitare schizzi di fluido in caso di cedimento del sistema di adduzione
b	

Allegato 1		SCHEDA DI VALUTAZIONE DEI RISCHI		Pag. 2								
Riferimento	RES 1.1.7 – Posti di Lavoro	<p>Il posto di lavoro deve essere progettato e costruito in modo da evitare ogni rischio derivante dai gas di scarico e/o dalla mancanza di ossigeno. Se la macchina è destinata ad essere utilizzata in un ambiente pericoloso che presenta rischi per la salute e la sicurezza dell'operatore o se la macchina stessa genera un ambiente pericoloso, devono essere previsti i mezzi adeguati ad assicurare che l'operatore lavori in buone condizioni e sia protetto da ogni pericolo prevedibile. Se del caso, il posto di lavoro deve essere dotato di una cabina adeguata, progettata, costruita e/o attrezzata in modo da soddisfare i suddetti requisiti. L'uscita deve consentire un rapido abbandono della macchina. Si deve inoltre, se del caso, prevedere un'uscita di sicurezza in una direzione diversa dall'uscita normale.</p>										
Requisiti												
Pos.	Pers.	Fase	Identificazione del Pericolo		Situazione Iniziale	Situazione Finale						
			Se	Fr	Pr	Av	Cl	Se	Fr	Pr	Av	Cl
1	O	U	2	5	3	3	11	1	5	2	3	10
<p>Generazione di atmosfera potenzialmente irritante legata all'utilizzo di una sostanza chimica in grado di provocare irritazione cutanea ed oculare di media entità.</p>												
Commenti												
1	Viene ridotta la severità a causa della minore quantità di sostanza, viene ridotta la probabilità grazie alla cappa in grado di aspirare l'aerosol.											
Ulteriori suggerimenti												
a												
b												
c												

Allegato 1		SCHEDA DI VALUTAZIONE DEI RISCHI		Pag. 3											
Riferimento															
RES 1.3.2 – Rischio di rottura durante il funzionamento															
Gli elementi della macchina, nonché i loro organi di collegamento, devono resistere agli sforzi cui devono essere sottoposti durante l'utilizzazione.															
I materiali utilizzati devono presentare caratteristiche di resistenza sufficienti ed adeguate all'ambiente di utilizzazione, previsto dal fabbricante o dal suo mandatario, in particolare per quanto riguarda i fenomeni di fatica, invecchiamento, corrosione e abrasione.															
Requisiti															
Le tubazioni rigide o elastiche contenenti fluidi, in particolare ad alta pressione, devono poter sopportare le sollecitazioni interne ed esterne previste e devono essere solidamente fissate e/o protette affinché, in caso di rottura, esse non presentino rischi.															
(...)															
(...)															
Pos. Pers. Fase Identificazione del Pericolo															
Situazione Iniziale															
Situazione Finale															
Se Fr Pr Av CI Se Fr Pr Av CI															
1	O	U	Variazione della resistenza del materiale in seguito alla variazione del fluido			1	2	1	4	1	1	2	1	4	
2	O	U	Rottura di una tubazione di adduzione del fluido			2	3	2	1	6	1	3	2	1	6
3	M	M	Rottura di una tubazione di adduzione del fluido (a causa di operazione errata durante manutenzione)			2	2	2	3	7	1	2	2	3	7
Commenti															
1	Fenomeno estremamente improbabile dato che entrambe le sostanze vengono utilizzate conformemente allo scopo definito dal produttore.														
2	In entrambi i casi la rottura è possibile ma facilmente evitabile attraverso una verifica costante delle condizioni del sistema di adduzione (TPM) e con delle protezioni temporanee qualora durante le fasi di manutenzione ci sia il rischio di urtare le tubazioni. Tuttavia, utilizzando il fluido minimale la riduzione della portata comporta uno sversamento inferiore rispetto al fluido precedente. Le conseguenze possono essere legate ad irritazione della pelle o degli occhi o la caduta/urto a causa dell'ambiente scivoloso venutosi a creare in seguito alla perdita. Il fatto che il serbatoio sia montato a bordo macchina permette di fermare più velocemente un'eventuale perdita.														
3															
Ulteriori suggerimenti															
a															
b															
c															

Allegato 1	SCHEDA DI VALUTAZIONE DEI RISCHI	Pag. 4
------------	---	--------

Riferimento	<p>RES 1.4.1 – Caratteristiche richieste per i ripari ed i dispositivi di protezione – Requisiti generali</p> <p>I ripari e i dispositivi di protezione:</p> <ul style="list-style-type: none"> — devono essere di costruzione robusta, — devono essere fissati solidamente, — non devono provocare pericoli supplementari, — non devono essere facilmente elusi o resi inefficaci, — devono essere situati ad una distanza sufficiente dalla zona pericolosa, — non devono limitare più del necessario l'osservazione del ciclo di lavoro, e — devono permettere gli interventi indispensabili per l'installazione e/o la sostituzione degli utensili e per i lavori di manutenzione, limitando però l'accesso soltanto al settore in cui deve essere effettuato il lavoro e, se possibile, senza smontare il riparo o senza disattivare il dispositivo di protezione. <p>Inoltre, se possibile, i ripari devono proteggere dalla caduta e dalla proiezione di materiali od oggetti e dalle emissioni provocate dalla macchina.</p>
Requisiti	

Pos.	Pers.	Fase	Identificazione del Pericolo	Situazione Iniziale				Situazione Finale					
				Se	Fr	Pr	Av	Cl	Se	Fr	Pr	Av	Cl
1	O	U	Emissione di sostanze irritanti da parte della macchina in grado di creare un ambiente insano (sostanza irritante).	2	5	5	3	13	2	2	1	3	6
2	M	M	Emissione di sostanze scivolose da parte della macchina in grado di provocare cadute.	2	3	5	3	11	1	3	2	3	8

Commenti	
1	Viene ridotto il valore di probabilità data la minor quantità di materiale, si passa da una condizioni di rulliera continuamente bagnata dal fluido a rulliera asciutta. Contemporaneamente la frequenza (intesa in questo caso come esposizione).
2	Viene ridotto il valore di severità in quanto la quantità notevolmente inferiore di sostanza scivolosa (ridotta al 3%) abbatte il rischio di cadute con possibilità di traumi che richiedano l'attenzione di personale medico. Nel contempo la riduzione della quantità comporta una riduzione nella probabilità che avvenga l'infortunio.

Ulteriori suggerimenti	
a	
b	
c	

Allegato I		SCHEDA DI VALUTAZIONE DEI RISCHI		Pag. 5									
Riferimento	RES 1.4.2.2 – Ripari mobili interbloccati												
Requisiti	<p>(...) Se un operatore può raggiungere la zona pericolosa prima che sia cessato il rischio dovuto alle funzioni pericolose della macchina, i ripari mobili devono essere associati ad un dispositivo di bloccaggio del riparo, oltre che ad un dispositivo di interblocco che:</p> <ul style="list-style-type: none"> — impedisca l'avviamento delle funzioni pericolose della macchina fin quando il riparo non è chiuso e bloccato, e — tenga il riparo chiuso e bloccato fin quando non è cessato il rischio di lesioni dovuto alle funzioni pericolose della macchina. <p>I ripari mobili interbloccati devono essere progettati in modo che la mancanza o il guasto di uno dei loro elementi impedisca l'avviamento o provochi l'arresto delle funzioni pericolose della macchina.</p>												
Pos.	Pers.	Fase	Identificazione del Pericolo	Situazione Iniziale									
				Se	Fr	Pr	Av	Cl	Situazione Finale				
1	O	U	Esposizione a sostanze in grado di creare irritazione di media entità per contatto con occhi o pelle durante l'accesso alla zona di lavorazione se è ancora presente emissione del fluido.	2	2	2	3	7	2	2	2	3	7
Commenti													
1 non ci sono variazioni sostanziali													
Ulteriori suggerimenti													
a Verificare durata eventuali interblocchi prima dell'apertura della zona di lavorazione													
b													
c													

Allegato 1		SCHEDA DI VALUTAZIONE DEI RISCHI										Pag. 6					
Riferimento		RES 1.5.8 – Rumore															
Requisiti		La macchina deve essere progettata e costruita in modo tale che i rischi dovuti all'emissione di rumore aereo siano ridotti al livello minimo, tenuto conto del progresso tecnico e della possibilità di disporre di mezzi atti a limitare il rumore, in particolare alla fonte. Il livello dell'emissione di rumore può essere valutato in riferimento ai dati comparativi di emissione di macchine simili.															
Pos.	Pers.	Fase	Identificazione del Pericolo				Situazione Iniziale				Situazione Finale						
1	O	U	Se	Fr	Pr	Av	Cl	Se	Fr	Pr	Av	Cl	Se	Fr	Pr	Av	Cl
			2	5	2	1	8	2	5	2	1	8	2	5	2	1	8
Commenti																	
I Ai rilievi fonometrici non si sono evidenziate differenze																	
Ulteriori suggerimenti																	
a																	
b																	
c																	

Allegato 1		SCHEDA DI VALUTAZIONE DEI RISCHI		Pag. 7	
Riferimento	RES 1.5.13 – Emissione di materie e sostanze pericolose				
Requisiti	<p>La macchina deve essere progettata e costruita in modo tale da evitare i rischi di inalazione, ingestione, contatto con la pelle, gli occhi e le mucose e di penetrazione attraverso la pelle delle materie e sostanze pericolose prodotte.</p> <p>Se il pericolo non può essere eliminato, la macchina deve essere equipaggiata in modo che le materie e sostanze pericolose possano essere captate, aspirate, precipitate mediante vaporizzazione di acqua, filtrate o trattate con un altro metodo altrettanto efficace.</p> <p>Qualora il processo non sia totalmente chiuso durante il normale funzionamento della macchina, i dispositivi di captazione e/o di aspirazione devono essere situati in modo da produrre il massimo effetto.</p>				
Pos.	Pers.	Fase	Identificazione del Pericolo	Situazione Iniziale	
				Se	Fr
1	O	U	Emissione di sostanza lubrorefrigerante	2	5
2	M	M	Trasporto di trucioli adesi alla ruota per capillarità. Rischio abrasione	1	3
				Av	Pr
				3	3
				Cl	Se
				11	1
				CI	Fr
				6	5
				Av	Pr
				1	2
				Se	Fr
				1	1
				Cl	Av
				8	1
				4	1
Commenti					
1	Viene ridotto il valore di severità data la riduzione drastica della quantità impiegata; inoltre viene ridotto il valore di evitabilità dato che il sistema di aspirazione cattura l'aerosol.				
2	Viene ridotta la frequenza in quanto sulla base delle evidenze vengono eliminati i trucioli trascinati dalle ruote				
Ulteriori suggerimenti					
a					
b					
c					

Allegato 1	SCHEDA DI VALUTAZIONE DEI RISCHI	Pag. 8
------------	---	--------

Riferimento RES 1.5.15 – **Rischio di scivolamento, inciampo o caduta**
 Le parti della macchina sulle quali è previsto lo spostamento o lo stazionamento delle persone devono essere progettate e costruite in modo da evitare che esse scivolino, inciampino o cadano su tali parti o fuori di esse.
Requisiti Se opportuno, dette parti devono essere dotate di mezzi di presa fissi rispetto all'utilizzatore che gli consentano di mantenere la stabilità.

Pos.	Pers.	Fase	Identificazione del Pericolo	Situazione Iniziale				Situazione Finale					
				Se	Fr	Pr	Av	Cl	Se	Fr	Pr	Av	Cl
1	M	M	Caduta a causa di superfici scivolose	2	5	3	3	11	2	1	1	3	5

Commenti
 1 Nel caso specifico, la riduzione della quantità impiegata di due ordini di grandezza permette un effetto sinergico:
 - riduzione della frequenza in quanto l'accesso per la pulizia viene ridotto in relazione alle minori emissioni di sostanze
 - la probabilità di caduta è estremamente ridotta dato che il pavimento rimane pulito.
 Viene mantenuto cautelativamente costante il valore di severità in quanto si assume che, in caso di caduta, si giunga alla stessa diagnosi.

Ulteriori suggerimenti	
a	
b	
c	

Allegato 1		SCHEDA DI VALUTAZIONE DEI RISCHI										Pag. 9			
Riferimento		RES 1.6.2 – Accesso ai posti di lavoro e ai punti d'intervento utilizzati per la manutenzione													
Requisiti		La macchina deve essere progettata e costruita in modo da permettere l'accesso in condizioni di sicurezza a tutte le zone in cui è necessario intervenire durante il funzionamento, la regolazione e la manutenzione della macchina.													
Pos.	Pers.	Fase	Identificazione del Pericolo	Situazione Iniziale						Situazione Finale					
				Se	Fr	Pr	Av	Cl	Se	Fr	Pr	Av	Cl		
1	M	M	Caduta a causa di superfici scivolose	2	3	3	3	3	9	2	2	1	3	6	
Commenti															
1	<p>Nel caso specifico, la riduzione della quantità impiegata di due ordini di grandezza permette un effetto sinergico:</p> <ul style="list-style-type: none"> - riduzione della frequenza in quanto l'accesso per la pulizia viene ridotto in relazione alle minori emissioni di sostanze - la probabilità di caduta è estremamente ridotta. <p>Viene mantenuto cautelativamente costante il valore di severità in quanto si assume che, in caso di caduta, si giunga alla stessa diagnosi.</p>														
Ulteriori suggerimenti															
a															
b															
c															

Allegato 1	SCHEDA DI VALUTAZIONE DEI RISCHI	Pag. 10
------------	---	---------

Riferimento	RES 1.6.5 – Pulitura delle parti interne
Requisiti	La macchina deve essere progettata e costruita in modo che la pulitura delle parti interne della macchina che ha contenuto sostanze o preparazioni pericolose sia possibile senza penetrare in tali parti interne; lo stesso dicasi per l'eventuale svuotamento completo, che deve poter essere fatto dall'esterno. Se è impossibile evitare di penetrarvi, la macchina deve essere progettata e costruita in modo da consentire di effettuare la pulitura in condizioni di sicurezza.

Pos.	Pers.	Fase	Identificazione del Pericolo	Situazione Iniziale				Situazione Finale					
				Se	Fr	Pr	Av	CI	Se	Fr	Pr	Av	CI
1	M	M	Caduta a causa di superfici scivolose	2	3	3	3	9	2	2	1	3	6

Commenti	
1	Nel caso specifico, la riduzione della quantità impiegata di due ordini di grandezza permette un effetto sinergico: - riduzione della frequenza in quanto l'accesso per la pulizia viene ridotto in relazione alle minori emissioni di sostanze - la probabilità di caduta è estremamente ridotta. Viene mantenuto cautelativamente costante il valore di severità in quanto si assume che, in caso di caduta, si giunga alla stessa diagnosi.

Ulteriori suggerimenti	
a	
b	
c	

Appendice B

Viene riportato di seguito il questionario semplificato riportato nell'Allegato B della ISO 11228-3, e menzionato al Capitolo 9 per la determinazione speditiva del livello di rischio biomeccanico dovuto a movimentazioni ripetitive.

Questionario semplificato per la valutazione del rischio biomeccanico secondo ISO 11228-3

Passaggio n. 2 Movimenti ripetitivi / durata	VERDE se	GIALLO se	ROSSO se
<p>Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Il lavoro coinvolge frequenti o ripetitivi ...</p>	<p>Piccole deviazioni ripetitive della posizione neutrale di dita, polso, gomito, spalle o collo per non più di 3 ore totali in una giornata di lavoro normale</p>	<p>le condizioni descritte nelle aree VERDE e ROSSA non sono soddisfatte</p>	<p>deviazioni medio-ampie rispetto alla posizioni neutrali delle articolazioni di dita, polso, gomito, spalle e collo per più di 3 ore totali nella giornata di lavoro normale</p>
<p><input type="checkbox"/> piegamenti del polso in alto e/o in basso o di lato?</p>	<p>O deviazioni medio-grandi e ripetitive per non più di 2 ore totali nella giornata di lavoro normale</p>		<p>E anche meno se più di 30 minuti senza interruzione</p>
<p><input type="checkbox"/> rotazioni o piegamenti delle mani in modo tale che il palmo sia rivolto in alto o in basso?</p>	<p>E non più di 30 minuti consecutivi senza pause o variazioni di attività</p>		<p>(deviazioni articolari di entità da moderata ad ampia significa > 50% ROM. Se le deviazioni massime sono prossime al ROM occorre una valutazione specifica)</p>
<p><input type="checkbox"/> movimenti di forza, ad esempio presa con le dita mentre il polso è piegato o apertura ampia di dita o mano mentre si fa presa, sostiene o manipola qualcosa?</p>			<p>ROM significa "Range of Motion" (Ampiezza del movimento)</p>
<p><input type="checkbox"/> movimenti del braccio di fronte o di lato del corpo?</p>			
<p><input type="checkbox"/> piegamenti laterali o movimenti di rotazione della schiena o della testa?</p>			
<p>Se la risposta a tutte le domande è "No", allora non ci sono posizioni scomode come fattore di rischio combinato ai movimenti ripetitivi. Continuare con la valutazione del passaggio n. 3 per valutare il fattore di forza.</p>			
<p>Se la risposta ad una o più domande è "Si", usare le colonne a destra per valutare i rischi e procedere con il passaggio n. 3</p>			

Questionario semplificato per la valutazione del rischio biomeccanico secondo ISO 11228-3

Passaggio n. 3 Forza	VERDE se	GIALLO se	ROSSO se
<p>Si No Il lavoro coinvolge frequenti o ripetitivi... a) sollevamento, mantenimento di attrezzatura, materiali o oggetti che pesino più di</p> <p><input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> 0,2 kg per dito (sollevamento in pinch d)</p> <p><input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> 2 kg per mano</p> <p>Preso, rotazione, spinta, tiro di attrezzatura, materiali a mano/braccio con una forza che superi il 10% del valore di riferimento F_b indicato nella EN 1005-3:2002, step 1 (ad es. 25 N per la presa di forza)?</p> <p>Uso di attuatori di controllo con forza / coppia che superi quelle raccomandate in ISO 9355-3 (ad es. 20N per presa di contatto con le mani, 10 N per presa con le dita</p> <p><input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Presa con le dita, mantenimento o afferraggio di oggetti tra pollice e dita con forza maggiore di 10 N?</p>	<p>Sforzi eccessivi (senza posizioni scomode) per non più di 2 ore totali nella giornata di lavoro normale</p> <p>O</p> <p>esecuzione di sforzi eccessivi e ripetitivi combinate con posizioni scomode per non più di un'ora nella giornata di lavoro normale</p> <p>E</p> <p>non più di 30 minuti consecutivi senza pause o variazioni di attività</p>	<p>le condizioni descritte nelle aree VERDE e ROSSA non sono soddisfatte</p>	<p>Sforzi eccessivi (senza posizioni scomode) per più di 3 ore totali nella giornata di lavoro normale</p> <p>O</p> <p>esecuzione di sforzi eccessivi e ripetitivi combinate con posizioni scomode per più di 2 ore nella giornata di lavoro normale</p> <p>(durate inferiori in caso di durate superiori a 30 minuti consecutivi senza pause e variazioni di attività)</p>
<p><input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Presa con le dita, mantenimento o afferraggio di oggetti tra pollice e dita con forza maggiore di 10 N?</p> <p>Se la risposta a tutte le domande è "No", allora non ci sono sforzi eccessivi come fattore di rischio combinato ai movimenti ripetitivi. Continuare con la valutazione del passaggio n. 4 per valutare il fattore di recupero.</p> <p>Se la risposta ad una o più domande è "Si", usare le colonne a destra per valutare i rischi e procedere con il passaggio n. 4.</p>	<p><input type="checkbox"/></p>	<p><input type="checkbox"/></p>	<p><input type="checkbox"/></p>

Questionario semplificato per la valutazione del rischio biomeccanico secondo ISO 11228-3

Passaggio n. 4 Periodi di recupero	VERDE se	GIALLO se	ROSSO se
Il lavoro coinvolge... <input type="checkbox"/> mancanza di pause? <input type="checkbox"/> scarsa variazione delle attività? <input type="checkbox"/> mancanza di periodi di recupero? Usare le colonne a destra per rispondere alle domande e valutare i rischi legati alla mancanza di periodi di recupero. Procedere al passaggio n. 5 e valutare i fattori di rischio addizionali.	Almeno 30 minuti di pausa pranzo e 10 min di pausa nel mattino e 10 min di pausa nel pomeriggio E non più di un'ora di lavoro senza pausa o variazione dell'attività	le condizioni descritte nelle aree VERDE e ROSSA non sono soddisfatte	Meno di 30 minuti di pausa pranzo O più di un'ora di lavoro senza pausa o variazione dell'attività
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Questionario semplificato per la valutazione del rischio biomeccanico secondo ISO 11228-3

Passaggio n. 2					
Fattori di rischio addizionali					
<p align="center">Fattori fisici</p> <p>il lavoro ripetitivo coinvolge....</p> <p><input type="checkbox"/> attrezzatura vibrante?</p> <p><input type="checkbox"/> compressione localizzata delle strutture anatomiche dovute all'attrezzatura?</p> <p><input type="checkbox"/> esposizione al caldo o al freddo?</p> <p><input type="checkbox"/> DPI che limitano il movimento o inibiscono la prestazione?</p> <p><input type="checkbox"/> rischio di movimento improvviso, inaspettato/incontrollato (es. pavimento scivoloso, caduta oggetti, presa cattiva)?</p> <p><input type="checkbox"/> forze / carichi statici?</p> <p><input type="checkbox"/> braccia sollevate per reggere quasi da sole gli oggetti?</p> <p><input type="checkbox"/> presa continuativa dell'attrezzatura (es. coltello in macelleria o industria del pesce)?</p> <p><input type="checkbox"/> posture fisse o bloccate (cattiva progettazione dell'attrezzatura o postazioni di lavoro, mancanza di spazio)?</p> <p><input type="checkbox"/> martellamento, urti o forze impulsive?</p> <p><input type="checkbox"/> lavoro ad elevata precisione combinato con forza</p>	<p align="center">Fattori psicosociali</p> <p>il lavoro ripetitivo coinvolge....</p> <p><input type="checkbox"/> alta pressione di lavoro / eccessiva quantità di lavoro da completare entro la giornata lavorativa?</p> <p><input type="checkbox"/> mancanza di controllo nella pianificazione e nella sistemazione delle attività lavorative?</p> <p><input type="checkbox"/> mancanza di supporto da parte di colleghi e managers?</p> <p><input type="checkbox"/> elevato carico mentale, alta concentrazione o attenzione?</p> <p><input type="checkbox"/> attività isolata in un processo di produzione?</p> <p><input type="checkbox"/> lavoro cadenzato, da parte di macchine o persone?</p> <p><input type="checkbox"/> salario predefinito o sistema d'incentivazione?</p>				
Risultati					
Zona	Step 1	Step 2	Step 3	Step 4	Step 5
Verde					
Giallo					
Rosso					

Bibliografia

Andriulo, S.; Arleo, M. A.; De Carlo, F.; Gnoni, M. G.; Tucci, M.; 2015; Effectiveness of maintenance approaches for High Reliability Organizations; *International Federation of Automatic Control IFAC-PapersOnLine*; vol. 48, n. 3; pp. 466–471.

Anvari, A.; Zulkifli, N.; Yusuff, R. M.; 2011; Evaluation of Approches to Safety in Lean Manufacturing and Safety Mangement System and Classification of the relationship between them, *World Applied Sciences Journal*; vol. 15; n. 1; pp. 19-26.

Attolico, L.; 2012; *Innovazione Lean – Strategie per valorizzare persone, prodotti e processi*; Ulrico Hoepli editore SPA, Milano.

Bertocco, M.; Callegaro, P.; De Antoni Migliorati, D.; 2011; *Strumenti per la qualità totale* ; De Agostini Scuola SpA, Novara.

Bragatto P., Agnello P., Ansaldi S., Pirone A., 2014, Simplified procedures and workers' involvement: two keystones for improving safety at small seveso plants, *Chemical Engineering Transactions*, vol. 36, pp. 379-384.

Brännmark, M.; Håkansson, M.; 2012 Lean Production and work-related muskuloskeletal disorders: overviews of international and Swedish studies. *IOS PressWork*; vol. 41; pp. 2321-2128.

Bräunig D.; Kohstall T.; 2011; The return on prevention: Calculating the costs and benefits of investments in occupational safety and health in companies; *International Social Security Association*, Geneva.

Brown, G. D.; O'Rourke, D.; 2007; Lean Manufacturing Comes to China: a Case Study of Its Impact on Workplace Health and Safety.; *International Journal of Occupational and Environmental Health*; vol. 13; pp. 249–257.

BS EN ISO 12100:2010 *Safety of machinery — General principles for design — Risk assessment and risk reduction*. BSI Standards Publication

BS ISO 11228-3:2007 Incorporating corrigendum August 2015 *Ergonomics — Manual handling — Part 3: Handling of low loads at high frequency*. BSI Standards Publication

BS EN ISO 23125:2010+A1:2012 Machine tools — Safety— Turning machines (ISO 23125:2010). BSI Standards Publication

BS ISO 31000:2018 Risk management — Guidelines. BSI Standards Publication

BS ISO 45001:2018 Occupational health and safety management systems Requirements with guidance for use. BSI Standards Publication

Ćwiklicki, M.; Obora, H.; 2011; Hoshin Kanri: policy management in Japanese Subsidiaries base in Poland; *Business, Management and Education*, vol. 9; n. 2; pp. 216–235.

Dattilo, F.; Pulito, C.; *Codice di prevenzione incendi commentato – D.M. 3 agosto 2015 – Norme tecniche di prevenzione incendi con esempi applicativi*, 2015, EPC srl; Roma.

De Toni A. F.; Panizzolo, R.; Villa, A.; 2013; *Gestione della Produzione*, De Agostini Scuola SpA, Novara.

Decreto Legislativo n. 105 del 26 giugno 2015

Decreto Legislativo n. 81 del 9 aprile 2008; Testo coordinato con il D.Lgs. 3 agosto 2009, n. 106, revisione di maggio 2018.

Direttiva 2006/42/CE del Parlamento europeo e del Consiglio, del 17 maggio 2006 , relativa alle macchine e che modifica la direttiva 95/16/CE

European Commission; 2017; Guide to application of the Machinery Directive 2006/42/EC

Flannery, J.A., 2001. Safety Culture and its measurement in aviation, Master of Aviation Management thesis, University of Newcastle, Australia.

Gapp, R.; Fisher, R.; Kobayashi, K.; 2008; Implementing 5S within a Japanese context: an integrated management system; *Management Decision*; vol. 46 No. 4; pp. 565-579.

Galgano, M. Smalley, A. Sobek II, D. K.; 2013; *A3 Thinking – Il segreto dell’approccio manageriale di Toyota*; Edizioni Angelo Guerini e Associati; Milano.

Gnoni, M.G.; Andriulo, S.; Maggio, G.; Nardone, P.; 2013; “Lean occupational” safety: An application for a Near-miss Management System design. *Safety Science*; vol. 53; pp 96–104.

Hafey, R.B.; 2009; *Lean Safety – Transforming your safety culture with lean management*. CRC Press Taylor & Francis Group, Boca Raton.

Hafey, R.B.; 2015. *Lean Safety Gemba Walk – A Methodology for Workforce Engagement and Culture Change*. CRC Press Taylor & Francis Group, Boca Raton.

Koukoulaki, T.; 2014 The impact of lean production on musculoskeletal and psychosocial risks: An examination of sociotechnical trends over 20 years. *Applied Ergonomics* vol. 45; pp. 198-212.

Kurdve, M.; Zackrisson, M.; Wiktorsson, M.; Harlin, U.; 2014; Lean and green integration into production system models e experiences from Swedish industry; *Journal of Cleaner Production*; Vol. 85; pp.180-190

Liker, J.; 2004, *The Toyota Way: 14 Management Principles from the World's Greatest Manufacturer*, McGraw-Hill.

Longoni, A.; Pagell, M.; Johnston, D.; Veltri, A.; 2013; When does lean hurt? – an exploration of lean practices and worker health and safety outcomes, *International Journal of Production Research*, vol. 51, n. 11, pp. 3300–3320

Maschio, G., *Materiale didattico del corso Analisi del Rischio nell'Industria di Processo*, Corso di laurea in Ingegneria della Sicurezza Civile e Industriale, Università degli studi di Padova, A.A. 2016/2017.

Mazzoni, M.; 2009; La lubrificazione minimale oggi; *Macchine Utensili*, marzo 2009

Mehri, D.; 2005; *The Darker Side of Lean: An Insider's Perspective on the Realities of the Toyota Production System. Based on Notes from Toyota-Land: An American Engineer in Japan*, an ILR Press book published by Cornell University Press.

Nakajima, S.; 1988; *Introduction to TPM – Total Productive Maintenance*. Productivity Press, Inc., Portland.

Panizzolo, R. *Materiale didattico del corso Gestione Snella dei processi*, Corso di laurea in Ingegneria Gestionale, Università degli studi di Padova, A.A. 2017/2018.

PD ISO/TR 12295:2014 Ergonomics — Application document for International Standards on manual handling (ISO 11228-1, ISO 11228-2 and ISO 11228-3) and evaluation of static working postures (ISO 11226). BSI Standards Publication.

Rother, M.; Shook, J.; 1999; Learning to see – Value stream mapping to create value and eliminate muda. The lean enterprise Institute, Massachusetts.

Taubitz, M. A.; 2010; Lean, Green and Safe: Integrating safety into the lean, green and sustainability movement. *Professional Safety*, Maggio 2010.

Willmott, P.; McCarrthy, D.; 2001; *TPM - A Route to World-Class Performance*. Butterworth Heinemann, Woburn.

Womack, J. P.; D. T. Jones; 1996. *Lean Thinking*.; Free Press, Simon & Schuster, New York.

Womack, S. K.; Armstrong, T.J.; Liker, J.K.; 2009; Lean Job Design and Musculoskeletal Disorder Risk: A Two Plant Comparison. *Human Factors and Ergonomics in Manufacturing*, Wiley Periodicals, Inc.; vol. 19; n. 4; pp. 279–293.