



# **POLITECNICO DI BARI**

DIPARTIMENTO DI  
MECCANICA, MATEMATICA E MANAGEMENT

Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria Gestionale

TESI DI LAUREA

in

GESTIONE DELLA PRODUZIONE INDUSTRIALE

**IMPLEMENTAZIONE DI UN MODELLO DI GESTIONE  
DELLA SICUREZZA NEL PACKAGING DI UNA LINEA  
DI PRODUZIONE: IL CASO "PERONI S.r.l."**

Relatore:

Chiar.mo Prof. Ing. Giorgio MOSSA

Correlatore:

Ing. Francesco FACCHINI

Tutor aziendale:

Ing. Michele BARILE

Laureando:

Gabriele RIONTINO

---

ANNO ACCADEMICO 2013 - 2014

## INDICE

INTRODUZIONE .....	6
CAP. 1 - IMPIANTO DI PRODUZIONE DELLA BIRRA .....	8
1.1 Il processo produttivo della birra .....	8
1.2 Storia del marchio .....	22
CAP. 2 - IL MIGLIORAMENTO CONTINUO .....	27
2.1 World Class Manufacturing (W.C.M.) .....	27
2.1.1 Analisi di un problema mediante la tecnica W.C.M. ....	31
2.1.2 Il “Pilastro” della Sicurezza sul Lavoro nel W.C.M. ....	33
2.2 La metodologia Single Minute Exchange of Die (S.M.E.D.).....	38
2.2.1 Introduzione alla metodologia S.M.E.D. ....	38
2.2.2 Gli 8 pilastri dello S.M.E.D. ....	41
2.2.3 Fasi concettuali per l’applicazione.....	45
2.3 Modelli convenzionali di gestione della salute e sicurezza sui luoghi di lavoro ..	50
2.3.1 Confronto tra gli indici e analisi statistica degli infortuni .....	51
2.3.2 Valutazione delle prestazioni di S&SL e criteri di aggregazione dei dati infortunistici .....	56
CAP. 3 – SURVEY ANALISYS.....	60
3.1 Analisi degli infortuni: Birra Peroni s.r.l. ....	60
3.2 Analisi mansioni operatori del packaging: principi generali per la valutazione e la prevenzione dei rischi .....	65
CAP.4 - ANALISI DI PERFORMANCE DI LINEA NELLE FASI DI CHANGE- OVER .....	72
4.1 Analisi dei tempi di set-up (metodo S.M.E.D.): LINEA1 .....	72
4.2 Packaging Line Capability Studies .....	76

4.3 Applicazione dell'LCS: Birra Peroni S.r.l.....	79
CAP.5 - MODELLO SPERIMENTALE DI GESTIONE DELLA S&SL.....	94
5.1 Introduzione .....	94
5.2 Descrizione del modello .....	96
5.2.1 Campo d'applicazione.....	101
5.2.2 Fasi concettuali del modello .....	101
5.3 Implementazione del modello ad un caso applicativo .....	106
CONCLUSIONI .....	123
BIBLIOGRAFIA .....	125
SITOGRAFIA .....	126

## INDICE FIGURE

Figura 1 : Schema riassuntivo della produzione della birra.....	8
Figura 2 : La nuova sala di cottura di Bari (anno 2004) .....	9
Figura 3 : Schema a blocchi della produzione del mosto .....	10
Figura 4 : Prodotti principali della fermentazione(Fonte: Peroni Academy (2005) “Conoscere il nostro processo produttivo”).....	12
Figura 5 : Particolari della riempitrice della linea 2 dello stabilimento di Roma(Fonte: Peroni Academy (2005) “Conoscere il nostro processo produttivo”).....	17
Figura 6 : Diverse tipologie di pastorizzatori(Fonte: Peroni Academy (2005) “Conoscere il nostro processo produttivo”).....	19
Figura 7 : Schema dall'alto di un etichettatrice e legenda.Fonte: Peroni Academy (2005) “ <i>Conoscere il nostro processo produttivo</i> ”.....	20
Figura 8 : Stabilimenti SABMiller nel mondo.....	23
Figura 9 : Ripresa dall'alto dello stabilimento Birra Peroni di Bari( Fonte: PERONI ACADEMY(2005) “Conoscere il nostro processo produttivo”).....	26
Figura 10 : Diagramma di Ishikawa (Causa-Effetto).....	32
Figura 11 : Esempio di One Point Lesson sul controllo visivo del profilo(Fonte: <a href="http://thinkingquality.wordpress.com/2013/11/19/one-point-lesson-opl/">http://thinkingquality.wordpress.com/2013/11/19/one-point-lesson-opl/</a> ) .....	33
Figura 12 : Piramide di Heinrich .....	35
Figura 13 : Sette step del WCM applicati al pilastro della sicurezza sul lavoro .....	36
Figura 14 : Esempio OPL di sicurezza (Fonte: sistema di gestione WCM- Tarkett S.p.A.).....	37
Figura 15 : Tempi di setup interno ed esterno((Fonte: adattato da Shingo, 1985) .....	40
Figura 16 : Fasi d'applicazione dello SMED(Fonte: <a href="http://www.leanmanufacturing.it">www.leanmanufacturing.it</a> ) .....	46
Figura 17 : Istogramma Near Miss .....	62
Figura 18 : Istogramma Medicazione/Primo soccorso .....	63
Figura 19 : Istogramma incidente .....	63
Figura 20 : Istogramma incidente serio .....	64
Figura 22 : Ripresa dall'alto della Linea 3 dello stabilimento Birra Peroni s.r.l. di Bari	76
Figura 23 : Flusso OW della linea 1 dello stabilimento di Bari .....	80
Figura 24 : Flusso VR della linea 1 dello stabilimento di Bari.....	81
Figura 25 : Esempio applicativo LCS.....	82

Figura 26 : Disposizione reale delle bottiglie su un nastro trasportatore (Fonte: Koch J. "Packaging Line Capability Study" December 2007) .....	83
Figura 27 :Rappresentazione dei parametri Nb e Bm su un nastro trasportatore.Fonte: Koch J. "Packaging Line Capability Study" December 2007 .....	84
Figura 28 : Andamento del coefficiente di riempimento .....	86
Figura 29 : Nastro trasportatore della linea 1 dello stabilimento di Bari.....	86
Figura 30 : Esempio di un grafico con profilo a V di una linea di packaging .....	87
Figura 31 : Grafico V-Profile per un flusso OW .....	89
Figura 32 : Grafico V-Profile per un flusso VR .....	90
Figura 33 : Esempio di calcolo dei tempi d'accumulo dinamico per un flusso "multipack" .....	93
Figura 34 : Scaffalatura utilizzata per il deposito di parti macchina utilizzati nelle fasi di set up .....	94
Figura 35 : Vista dall'alto di alcune macchine della linea 1 dello stabilimento Birra Peroni di Bari .....	96
Figura 36 : Rappresentazione del modello sperimentale in S&SL.....	97
Figura 37 : Fase di approvvigionamento materiale attraverso l'utilizzo di un carrello elevatore a forche frontali .....	100
Figura 38 :Foto scattata durante le fasi di cambio formato sull'etichettatrice.....	102
Figura 39 : Legenda delle diverse attività di cambio formato .....	103
Figura 40 : Rappresentazione dello scenario iniziale .....	115
Figura 41 : Primo scenario.....	116
Figura 42 : Secondo scenario.....	117
Figura 43 : Scenario ottimale.....	118
Figura 44 : Distribuzione dei tempi $T_i$ tra i diversi operatori tra lo scenario iniziale e quello ottimale .....	122

## INDICE TABELLE

Tabella 1: Capacità produttiva degli stabilimenti .....	11
Tabella 2 :Formati prodotti da Birra Peroni(Fonte: Peroni Academy (2005) “Conoscere il nostro processo produttivo”). .....	14
Tabella 3 : Componenti principali di una linea di confezionamento .....	15
Tabella 4 : Tipologie di pastorizzazione .....	18
Tabella 5 : Sette step di sviluppo applicativo del WCM .....	30
Tabella 6 :Risultati attesi dall'applicazione dello SMED(Fonte: adattato da Shingo, 1985) .....	39
Tabella 7 : Esempio della valutazione delle prestazioni .....	57
Tabella 8 : Esempio sul confronto della valutazione delle prestazioni.....	58
Tabella 9 : Tabella riassuntiva del registro degli infortuni .....	61
Tabella 10 : Legenda istogrammi .....	64
Tabella 11 : Situazione infortunistica dello Stabilimento Birra Peroni s.r.l. di Bari .....	65
Tabella 12 : Scala di gravità del danno (G) .....	66
Tabella 13 : Scala delle probabilità del verificarsi del danno (P) .....	66
Tabella 14 : Griglia di criticità.....	68
Tabella 15 : Categorie di rischio .....	69
Tabella 16 : Categorizzazione delle combinazioni di rischio .....	69
Tabella 17 : Valutazione dei rischi per gli operatori di linea.....	70
Tabella 18 : Misure di prevenzione e protezione adottate .....	71
Tabella 19 : Riepilogo macchine linea 1 .....	73
Tabella 20: Modulo per la raccolta dei tempi di set-up .....	74
Tabella 21 : C/O TIME Filler .....	75
Tabella 22 :Elenco macchine linea 1 .....	79
Tabella 23 : Formati bottiglie processati sulla linea 1 .....	82
Tabella 24 : Sommario sui dati di performance di un flusso OW .....	89
Tabella 25 : Sommario sui dati di performance per un flusso VR .....	90
Tabella 26 : Dati degli sku analizzati.....	106
Tabella 27 : Dati di input dell'L.C.S. dello sku 63.....	107
Tabella 28 : Tempi d'accumulo ottenuti per la filler.....	107
Tabella 29 : Lista delle operations di cambio formato per la filler.....	108

Tabella 30 : summary sheet dei tempi di change over ottenuti dallo sku 63 allo sku 318 .....	109
Tabella 31 : Valutazione dei rischi "ridotta" della situazione iniziale.....	110
Tabella 32 : Disponibilità di operatori addetti al cambio formato per i diversi flussi ..	112
Tabella 33 : Individuazione delle "Activity Risk" per la filler .....	113
Tabella 34 : Confronto tra svolgimento delle attività "rischiose" della filler con o senza il supporto del secondo operatore .....	114
Tabella 35 : Confronto tra lo svolgimento delle attività "rischiose" della labeller con o senza il supporto del secondo operatore .....	114
Tabella 36 : Diversi scenari individuati per la labeller .....	115
Tabella 37 : Confronto tra la valutazione dei rischi ottenuta prima e dopo l'applicazione del modello .....	119
Tabella 38 : Utilizzazione operatori.....	121
Tabella 39 : Legenda istogrammi .....	121

## INTRODUZIONE

Nel quadro nazionale dei bisogni delle aziende italiane, sempre più chiamate a competere a livello globale, il ruolo delle risorse umane è determinante per il raggiungimento di obiettivi di qualità e di economicità di produzione.

Investire nella sicurezza è fondamentale per tutte le aziende perché consente di prevenire i rischi di infortuni dei lavoratori, di incidenti sul posto di lavoro e di interruzioni dell'attività produttiva.

La Sicurezza e Salute sul Lavoro (SSL), quindi oltre a essere un obbligo giuridico e sociale, è un vantaggio dal punto di vista economico. Molto spesso ciò che accade è che la scelta da parte di imprenditori e di datori di lavoro nell'attuare tali investimenti, si scontra con una carenza sempre più evidente di risorse. Per questa ragione garantire un'efficiente SSL trascurando le performance di produzione rappresenta in molti casi un'alternativa remota.

L'obiettivo di questo lavoro di tesi consiste nell'implementazione di un modello di gestione della SSL che minimizzi il rischio infortunistico e nel contempo ottimizzi la performance produttiva di linea, con particolare riferimento all'ottimizzazione delle attività di set-up nell'area di packaging di una grande impresa.

A tal fine si è realizzato un modello numerico che mediante la "parallelizzazione degli interventi" generi una serie di possibili scenari caratterizzati da differenti livelli di "rischio residuo" e a cui corrispondono diversi indici di performance della linea. Un'attenta analisi quali-quantitativa ha quindi permesso d'individuare tra gli scenari a rischio residuo più basso, quello caratterizzato dalla migliore produttività.

In questo modo il modello restituirà in output la migliore collocazione a cui gli operatori dovranno attenersi durante le varie fasi di set-up durante le varie fasi di packaging.

Gli input del modello sono rappresentati da indici produttivi caratteristici dell'impianto di packaging (es. tempi di accumulo dinamico, tempi di change-over, ecc.) e dei livelli di rischio residuo derivante da ciascuna attività. Se da un lato le *decision-variable* del modello permettono configurazioni che consentono il miglioramento della performance produttiva e la salvaguardia della salute dei lavoratori, dall'altro diventa fondamentale la diffusione di una filosofia che permetta una maggiore flessibilità degli operatori i

quali devono essere consapevoli di cosa fare e come farlo, eseguendo così solo le operazioni che possono essere realizzate solo in quel preciso momento.

Il vincolo fondamentale del modello è rappresentato dalle risorse impiegate, infatti le decision-variable non prevedono un'alterazione della mdo e delle attrezzature già in uso nell'impianto.

Per far ciò, ogni operatore attualmente responsabile delle mansioni di cambio formato per ognuna delle macchine presenti sulla linea, diventi responsabile delle operazioni dell'intero cambio formato collaborando in team sull'intera linea.

Aspetto chiave che si è voluto prendere in considerazione per la costruzione del modello è stata l'organizzazione delle attività con la *parallelizzazione degli interventi*. In tal modo si semplifica lo svolgimento delle attività da compiere facendo leva sull'aspetto motivazionale e sulla riduzione della fatica.

Il lavoro di tesi si divide in cinque capitoli. Nel primo capitolo viene riportata una descrizione del processo produttivo e del contesto aziendale di riferimento. Nel secondo capitolo vengono illustrate le tecniche e l'analisi di problematiche mediante *World Class Manufacturing (W.C.M)* focalizzando l'attenzione sul *Pilastro della Sicurezza*. Successivamente verrà illustrata in dettaglio la metodologia *Single Minute Exchange of Die (S.M.E.D.)* utilizzata di seguito per la valutazione e riduzione dei tempi di set-up. Infine, verranno esposti i modelli convenzionali di gestione di salute e sicurezza sui luoghi di lavoro e i metodi utilizzati per valutarne le loro prestazioni. Nel terzo capitolo, viene effettuata una *survey analysis* relative agli aspetti della sicurezza volta a individuare i lavoratori e le aree dello stabilimento più esposte al rischio infortunistico. Nel quarto capitolo, è stata effettuata un'analisi delle performance di linea durante le fasi di change-over mediante *Single Minute.Exchange of.Die (S.M.E.D)* e *Line Capability Studies (L.C.S)*.

Nell'ultimo capitolo è quindi descritto il modello di gestione della sicurezza che permetterà all'area packaging dell'impresa di scegliere le strategie organizzative più consone all'ottimizzazione delle performance ed alla salvaguardie e salute dei lavoratori.

# CAP. 1 - IMPIANTO DI PRODUZIONE DELLA BIRRA

## 1.1 Il processo produttivo della birra

Il processo di produzione della birra può essere distinto in quattro fasi principali:

- **preparazione del mosto:** dal prelievo materie prime dai silos di stoccaggio, fino al raffreddamento del mosto (vedi schema qui sopra);
- **fermentazione:** dal riempimento dei serbatoi di fermentazione fino all'invio della birra all'impianto di filtrazione;
- **filtrazione / stabilizzazione**
- **confezionamento(packaging)**

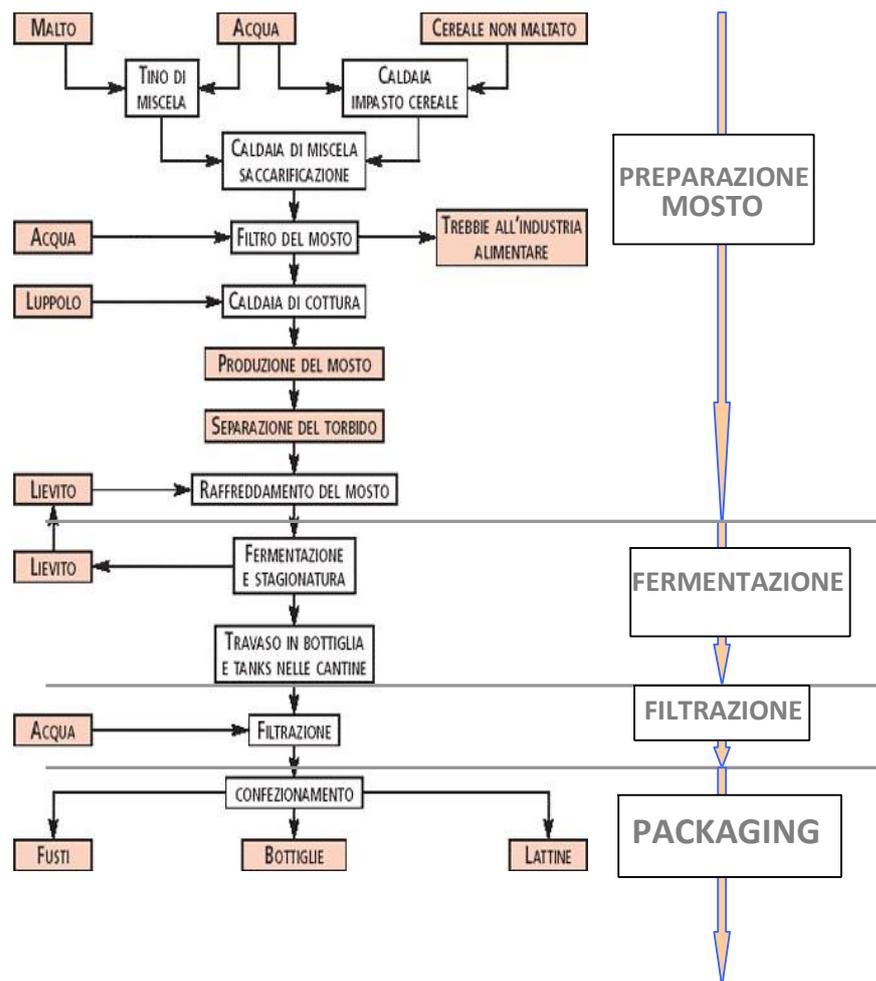


Figura 1 : Schema riassuntivo della produzione della birra

### *Produzione del mosto*

Il mosto deve contenere tutte le sostanze necessarie alla crescita e moltiplicazione del lievito nella quantità e nella forma ad esso congeniale. Lo scopo, quindi, di questa fase della produzione della birra è quella di preparare una soluzione che contenga:

- zuccheri semplici, glucosio, fruttosio, saccarosio e maltosio;
- azoto assimilabile, amminoacidi, dipeptidi e tripeptidi;
- sostanze minerali, calcio, magnesio, zinco, fosfati;
- vitamine e fattori della crescita in genere.



*Figura 2 : La nuova sala di cottura di Bari (anno 2004)*

La produzione del mosto non è un processo continuo, ma è suddiviso in batch ciascuno dei quali prende il nome di “cotta”. Si distinguono sei fasi successive.

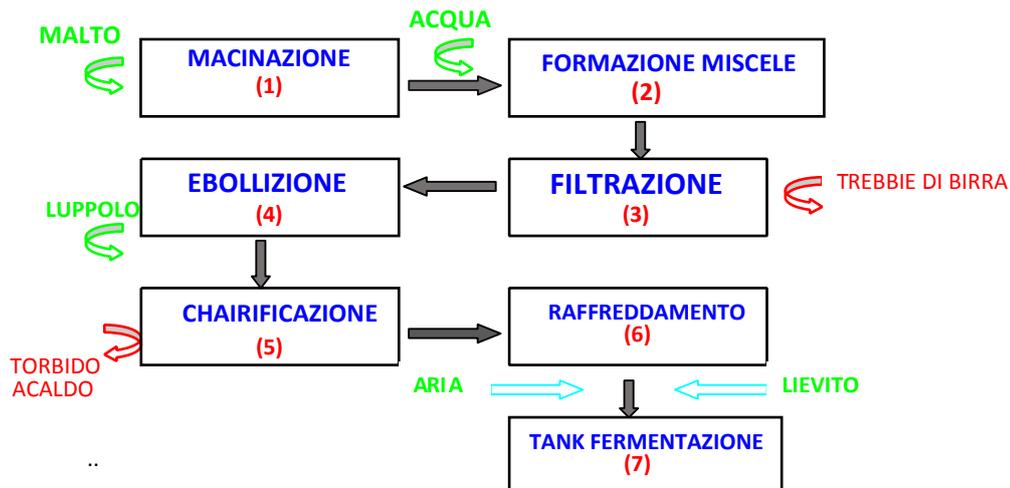


Figura 3 : Schema a blocchi della produzione del mosto

1. Macinazione del mosto: ha lo scopo di spezzare i chicchi di malto in modo da liberare l'amido che contengono e renderlo così disponibile all'azione degli enzimi.
2. Formazione delle miscele – Ammostamento: lo scopo di questa fase è quello di:
  - miscelare il malto macinato con acqua per estrarre le sostanze già solubilizzate durante la fase di maltaggio;
  - attivare gli enzimi immagazzinati nel chicco;
  - solubilizzare l'amido contenuto nei chicchi di malto e dei cereali non maltati (mais);
  - ottenere gli zuccheri semplici a partire dall'amido grazie all'azione sempre degli enzimi e le sostanze azotate semplici (aminoacidi) necessarie all'alimentazione del lievito a partire dalle proteine complesse.
3. Filtrazione della miscela: il mosto, terminato il diagramma di fabbricazione, viene separato da tutte le particelle insolubili apportate dal malto (glumelle, germogli) e dalle altre materie prime.
4. Ebollizione del mosto: è effettuata in un recipiente dotato di ebollitore interno od esterno che prende il nome di caldaia di ebollizione. Scopo di questa fase è quello di:
  - rendere solubili gli acidi amari del luppolo
  - coagulare le proteine;

- evaporare le sostanze aromatiche indesiderate;
  - concentrare il mosto;
  - colorare il mosto;
  - sterilizzare il mosto;
  - inattivare gli enzimi.
5. Chiarificazione del mosto: processo di eliminazione di questo torbido detto “a caldo”, perché appunto originato dall’ebollizione. La tecnica più comunemente usata per eliminare il torbido a caldo è la decantazione in recipienti particolari chiamati “whirlpool”. In essi il mosto caldo è pompato tangenzialmente in modo da creare un vortice e quindi un forza centripeta che spinge le parti insolubili dall’esterno verso il centro e dall’alto verso il basso. Si forma, così, un deposito centrale a forma di cono, che permette l’estrazione del mosto limpido dalla parte più esterne del fondo.
  6. Raffreddamento: terminato il processo di decantazione, il mosto viene raffreddato alla temperatura di fermentazione (6°-10°C), tramite l’utilizzo di scambiatori a piastre dove in controcorrente circola acqua di processo raffreddata a +1°C. In questo modo parte del calore viene recuperato per i successivi impasti.
  7. Al passaggio viene addizionato di aria / ossigeno e di lievito e va a riempire i serbatoi di fermentazione. Scopo dell’arieggiamento è di permettere al lievito una corretta riproduzione cellulare. Il batch che si produce in sala cottura viene comunemente chiamato “**cotta**”.

Il processo di produzione di una cotta dura circa 7-8 ore.

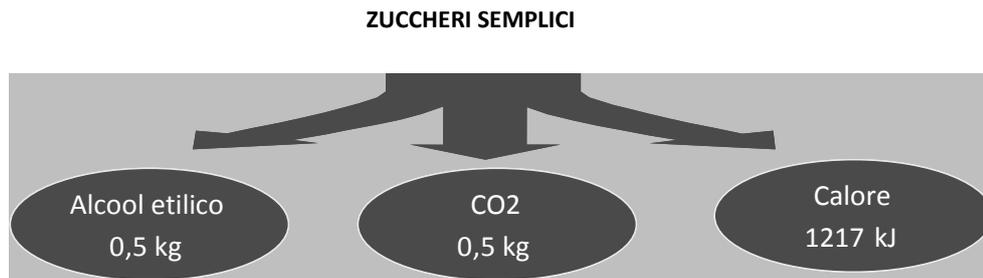
La capacità di ogni singolo impianto produttivo della Birra Peroni è il seguente:

*Tabella 1: Capacità produttiva degli stabilimenti*

<b>Stabilimento</b>	<b>Nr. di cotte x giorno</b>	<b>Volume della cotta - hl al 15%</b>
Roma	12	1100
Bari	8	850
Padova	8	625

### *Fermentazione*

La fermentazione è il processo che trasforma il mosto zuccherino in birra. E' un processo che si svolge in assenza di ossigeno ad opera di un microrganismo microscopico: il lievito. I fenomeni principali della fermentazione sono: la moltiplicazione del lievito, l'utilizzo metabolico degli zuccheri, la formazione dell'alcol etilico e dell'anidride carbonica.



*Figura 4 : Prodotti principali della fermentazione(Fonte: Peroni Academy (2005) "Conoscere il nostro processo produttivo").*

I prodotti principali della fermentazione sono: l'alcol etilico e l'anidride carbonica. Ma molti altri composti secondari (se ne conoscono più di 200) si formano per l'attività del lievito, molti dei quali hanno aromi e sapori particolari e costituiscono insieme il profilo sensoriale della birra.

La fermentazione è un processo esotermico, cioè libera calore, che provoca un progressivo innalzamento della temperatura. Per mantenerla costante, i fermentatori sono dotati di tasche di raffreddamento nelle quali circola un fluido refrigerante e di un sistema di regolazione automatico del valore impostato. La scelta della temperatura e il suo mantenimento costante sono uno dei parametri fondamentali della gestione di questo processo.

### *Filtrazione*

Al termine della fermentazione la birra contiene ancora in sospensione molte cellule di lievito (da 500.000 a 2.000.000 / cc) che la rendono torbida e impresentabile al

consumatore. Per questo, ma anche per privarla dei composti colloidali precipitati durante la maturazione a freddo, la birra subisce un accurato processo di filtrazione. Di solito, la tecnologia moderna si serve di filtri a setacci orizzontali o a candele verticali e di farine

fossili come coadiuvanti di filtrazione, ma non è raro imbattersi ancora in filtri orizzontali a cartoni. Ma se è importante che la birra sia limpida, lo è altrettanto che lo rimanga più a lungo possibile. Purtroppo, la birra non è un prodotto stabile né dal punto di vista chimico, né da quello organolettico.

Per questo ultimo aspetto, allo stato attuale delle conoscenze, il miglior rimedio è il rapido consumo del prodotto. Per l'instabilità chimica, invece, che si manifesta con un progressivo intorbidamento della bevanda, sono state elaborate delle tecniche che hanno permesso di aumentarne enormemente la "vita media" senza per questo comprometterne le caratteristiche sensoriali.

Tra queste, la più efficace è il trattamento con PVPP (polivinilpolipirrolidone). Questa sostanza, dall'aspetto di una polvere fine di colore bianco, viene dosata nella birra nella quantità massima di 70 gr./hl in un apposito filtro a setacci orizzontali, dove si deposita costretto dalle maglie di diametro inferiore a quello della sua molecola.

Il filtro è studiato in modo che nessuna particella della sostanza possa sfuggire e ritrovarsi nel prodotto confezionato, ma, a titolo precauzionale, una serie di filtri a cartuccia con porosità di 3 micron (3 milionesimi di millimetro) sono installati sulla linea di filtrazione a valle di questo.

Il PVPP forma sul filtro un letto filtrante attraverso il quale la birra passa e si spoglia di una parte dei polifenoli di cui è composta. La sua azione si esplica in particolare nei confronti dei leucoantociani, che sono, insieme alle proteine, i composti che progressivamente intorbidano la birra durante il suo invecchiamento.

L'efficacia del trattamento sta nel fatto che non solo agisce sulla famiglia di composti più attiva nell'intorbidamento della birra, ma ne lascia intatte tutte le sue caratteristiche organolettiche originarie. E in più, senza lasciare residui nel prodotto finito.

### *La cantina birra filtrata*

Il prodotto ormai limpido, privo di cellule di lievito e stabilizzato dal punto di vista biochimico viene stoccata in serbatoi chiamati "TBF" (Tank Birra Filtrata). Qui viene

fatta sostare per un periodo variabile compreso fra 1 e 72 ore. La sosta ha lo scopo di permettere l'esecuzione di tutta una serie di analisi e controlli che ne certifichino la qualità e la sua idoneità al confezionamento e alla vendita.

Una tale attività di certificazione, prende il nome di VISA ("Visto") a significare la presa di responsabilità della produzione nel conferire un prodotto conforme alle sue specifiche alle linee di confezionamento.

In questa sede vengono eseguiti i seguenti controlli:

- Grado primitivo
- Alcol
- Estratto reale
- Estratto apparente
- Colore
- pH
- Torpidità
- Degustazione.

Se tutti i valori corrispondono alle specifiche per quel tipo di birra, ne viene autorizzato il confezionamento.

#### *Packaging(Confezionamento)*

La birra viene commercializzata in vari contenitori di vetro e metallo, i cui formati prodotti da Birra Peroni sono riportati in Tab.2

*Tabella 2 :Formati prodotti da Birra Peroni(Fonte: Peroni Academy (2005) "Conoscere il nostro processo produttivo").*

Contenitore	Capacità							
	20 cl	25 cl	33 cl	35,5 cl	50 cl	66 cl	16 l	30 l
Bottiglia a Perdere		X	X	X	X	X		
Bottiglia a Rendere	X		X		X	X		
Barattolo			X		X			
Fusto							X	X

Le linee di confezionamento sono costituite da una serie di macchine come di seguito elencato. Le macchine sono elencate seguendo il flusso del processo di confezionamento:

*Tabella 3 : Componenti principali di una linea di confezionamento*

<b>Bottiglie a perdere</b>	<b>Bottiglie a rendere</b>	<b>Barattoli</b>	<b>Fusti</b>
Deimpilatore palette	Deimpilatore casse	Depalettizzatore barattoli	Deimpilatore
Depalettizzatore bottiglie	Decassatore	Sciacquatrice	Depalettizzatore
Sciacquatrice	Lavatrice	Pastorizzatore flash	Lavatrice esterna
Imbottigliatrice	Imbottigliatrice	Riempitrice	Lavatrice interna
Pastorizzatore tunnel	Pastorizzatore tunnel	Warmer	Riempitrice
Etichettatrice	Etichettatrice	Asciugatrice	Incpsulatrice
Multipack	Incassatore	Inanellatrice	Etichettatrice
Incartonatrice	Palettizzatore	Multipack	Palettizzatore
Palettizzatore	Etichettatrice paletta	Confezionatrice/Termoretrazione	Impilatore
Etichettatrice paletta	Protezione paletta	Palettizzatore	
Protezione paletta		Etichettatrice paletta	
		Protezione paletta	

Le linee sono quindi entità complesse, provviste di un elevatissimo grado di automazione sia a livello di ogni singola macchina che nel loro complesso. E' questa l'area dello stabilimento a più alto tasso di investimento, dove la sfida della qualità e della efficienza produttiva richiedono un continuo sforzo di aggiornamento delle tecniche produttive e una perfetta manutenzione delle macchine installate. Il rinnovo è altresì guidato dalla necessità di innovare continuamente il packaging che non ha più soltanto una finalità funzionale bensì è parte integrante e qualificante della qualità percepita del prodotto.

Di seguito riporteremo maggiori dettagli di alcune fasi e macchine del confezionamento, che presentano aspetti tipici e caratterizzanti della confezionamento della birra.

### *Il riempimento*

La birra è un prodotto che contiene un gas, l'anidride carbonica, in una condizione fisica di sovra-saturazione, cioè in quantità maggiori di quelle possibili alla pressione atmosferica. Perciò, non è possibile versare della birra in un contenitore che sia a pressione atmosferica senza che si verifichi un violento sviluppo di gas carbonico dalla fase liquida, con conseguente importante formazione di schiuma.

Un tale fenomeno rende impossibile il riempimento di un contenitore che non sia prima portato alla pressione di equilibrio del gas per quella temperatura e concentrazione.

Un processo di riempimento che prima di iniziare equilibra le pressioni fra liquido e contenitore, prende il nome di "Riempimento Isobarometrico".

Le riempitrici per birra attuano tutte questo tipo di riempimento ed, inoltre, sono dotate di tutti i più moderni accorgimenti tecnologici per evitare qualsiasi contatto del prodotto con l'ossigeno atmosferico per evitarne l'ossidazione.

Per questo hanno installati sistemi di evacuazione dell'atmosfera presente all'interno del contenitore (pompa a vuoto) e di lavaggio supplementare dello stesso con gas inerte (CO<sub>2</sub>). Le diverse fasi di un riempimento moderno sono di seguito riportate:

- 1.ma evacuazione aria dal contenitore
- 1.mo lavaggio con CO<sub>2</sub>
- 2.nda evacuazione
- 2.ndo lavaggio con CO<sub>2</sub>
- Evacuazione finale
- Messa in pressione finale con CO<sub>2</sub>
- Riempimento: lento, veloce, lento
- Evacuazione dell'aria contenuta nello spazio di testa
- Tappatura



Figura 5 : Particolari della riempitrice della linea 2 dello stabilimento di Roma(Fonte: Peroni Academy (2005) "Conoscere il nostro processo produttivo").

### *La pastorizzazione*

Lo scopo della pastorizzazione è di inattivare, mediante l'utilizzo del calore, i microrganismi eventualmente ancora presenti nella birra confezionata per evitare che una loro moltiplicazione possa modificarne le caratteristiche fisiche, limpidezza, e organolettiche, gusto e aroma. Nella birra non crescono microrganismi patogeni per l'uomo grazie alle condizioni di assenza di zuccheri semplici, presenza di un pH acido e di condizioni di assenza di aria. Tuttavia è un ambiente adatto per la crescita di batteri lattici e lieviti selvatici. Ambedue provocano intorbidamento e alterazione grave del gusto. Per questo la birra subisce un trattamento termico di pastorizzazione. Si chiamano "pastorizzazione" quei trattamenti termici a cui gli alimenti sono sottoposti per essere stabilizzati dal punto di vista biologico che non superano i 100°C di temperatura.

Fondamentalmente esistono due sistemi per effettuare questo trattamento (Tab.4):

Tabella 4 : Tipologie di pastorizzazione

<b>Tipo</b>	<b>Tempertura</b>	<b>Tempo</b>	<b>Descrizione del Processo</b>
Pastorizzazione Flash	70°-73°C	30-50 s	La birra viene riscaldata in uno scambiatore a piastre e rapidamente portata alla temperatura di pastorizzazione. I contenitori non vengono pastorizzati
Pastorizzazione Tunnel	60°-65°C	5-10 min.	Eseguito il riempimento, contenitore e birra sono fatti passare attraverso un tunnel e portati alla temperatura di pastorizzazione tramite il contatto con una pioggia di acqua calda

Il primo tipo è usato sempre nelle linee di produzione fusti e comincia a diffondersi anche nelle linee barattoli e bottiglie. Dal punto di vista impiantistico, ha il vantaggio di costi di investimento ridotti, spazio occupato nettamente inferiore, facilità di pulizia e manutenzione. Dal punto di vista qualitativo, ha il vantaggio di garantire costanza di trattamento termico indipendentemente dal rendimento della linea. Non si hanno cioè delle super pastorizzazioni nel caso la linea dovesse fermarsi per qualche guasto a valle. Lascia però aperto il rischio di inquinamenti secondari del prodotto dovuti alla presenza di microrganismi nei contenitori o nell'ambiente di riempimento. Il suo utilizzo, pertanto, presuppone una cura particolare nella gestione degli approvvigionamenti dei materiali alla linea e nello svolgimento delle operazioni di riempimento. La pastorizzazione tunnel è molto più diffusa e offre il vantaggio di eseguire il trattamento termico sul prodotto già confezionato. Così eventuali contaminazioni dei materiali non possono influire negativamente sull'eventuale sviluppo successivo di infezioni secondarie.

La Birra Peroni usa flash pastorizzazione nel caso delle due linee di fusti di Roma e Padova e della linea barattoli di Roma. Pastorizzatori a tunnel per i formati in bottiglia. Di questi, gli ultimi due acquistati montano un sofisticato sistema di controllo del trattamento termico che interviene ogniqualvolta i contenitori sostano per ragioni accidentali più a lungo del previsto all'interno del tunnel. Il sistema interviene abbassando la temperatura dell'acqua ed evitando così che la birra subisca danni per un trattamento eccessivamente prolungato (gusto di cotto).



Figura 6 : Diverse tipologie di pastorizzatori(Fonte: Peroni Academy (2005) “Conoscere il nostro processo produttivo”).

### *L'etichettatura*

La vestizione ha il compito di fornire al consumatore le informazioni necessarie alla scelta del prodotto. La legge al riguardo prescrive ai produttori degli obblighi da rispettare. In particolare devono essere indicati

#### **sulle bottiglie:**

- nome o ragione sociale del produttore,
- stabilimento sede di produzione,
- nome commerciale del prodotto,
- tipologia merceologica del prodotto,
- contenuto nominale,
- grado alcolico espresso in % volume,
- indicazione di mese ed anno “da consumarsi preferibilmente” (TMC) ,
- e, dal 25.11.2005, gli ingredienti;

#### **sui fusti:**

- stabilimento sede di produzione,
- nome commerciale del prodotto,
- tipologia merceologica del prodotto,
- contenuto in alcol espresso in % volume.

Ma la vestizione ha sempre di più il compito di veicolare un messaggio di qualità e di affidabilità del prodotto, che predisponga il consumatore a fare la sua scelta. Per questo,

la vestizione ha gradualmente assunto una complessità ed una importanza per il prodotto pari alla sua qualità intrinseca.

Le macchine etichettatrici per linee di produzione della birra devono pertanto assolvere ad un compito di precisione e accuratezza nell'apportare sui contenitori le diverse parti che compongono la vestizione, senza per questo pregiudicare le prestazioni orarie di linee sempre più veloci e produttive.

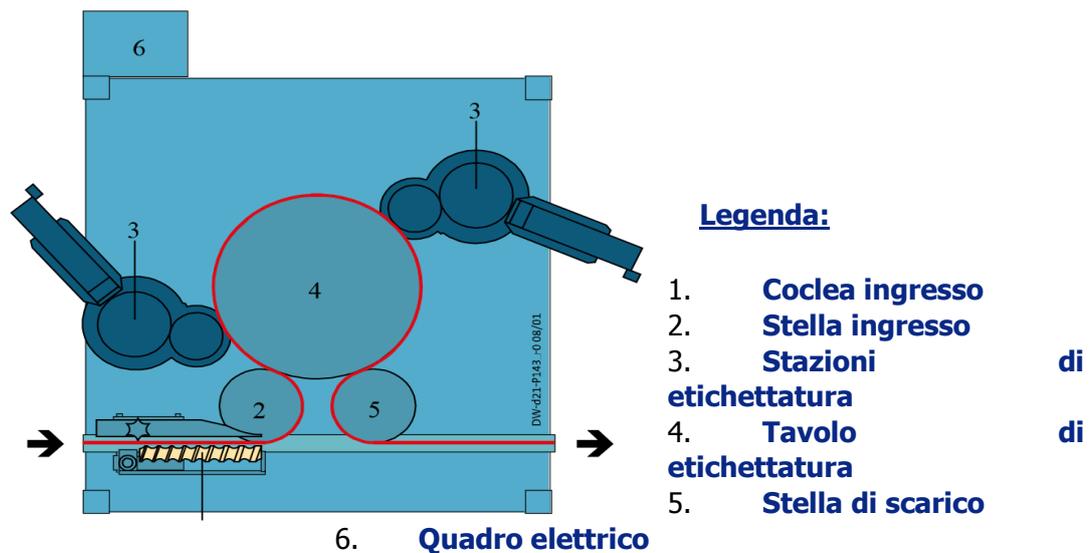


Figura 7 : Schema dall'alto di un'etichettatrice e legenda. Fonte: Peroni Academy (2005) "Conoscere il nostro processo produttivo".

Sono macchine per questo sempre più complesse ed automatizzate, dotate di sofisticati sistemi di video controllo e di ispezione dei contenitori prodotti.

### *Il controllo di processo packaging*

La garanzia che il prodotto che viene immesso sul mercato sia conforme alle specifiche tecniche stabilite è data dalla messa in opera di tutta una serie di procedure e di controlli di verifica lungo tutta la linea di produzione dall'accettazione materie prime fino alla sua consegna. L'area più delicata è proprio quella del packaging, perché questa è l'ultima fase del processo e non c'è più nessuna rete a proteggere dalle eventuali cadute. Molti controlli sono effettuati sul 100% della produzione ad opera di macchine ispettrici elettroniche, altri sono demandati al personale di linea. Tra le macchine ispettrici ricordiamo quelle dedicate al controllo delle bottiglie vuote. Basate su video camere

digitali suddividono l'immagine delle bottiglie in tanti minuscoli punti (pixel), che vengono sottoposti ad un controllo di intensità luminosa ciascuno rispetto agli adiacenti. Se la differenza di grigio supera una certa soglia è segno che c'è qualcosa che non va, un difetto del contenitore o una traccia di sporco residuo o un corpo estraneo. In questo caso il contenitore viene scartato; gli ispettori di livello all'uscita delle riempitrici, in grado di rilevare grazie all'emissione di raggi X il livello del liquido all'interno del contenitore e contemporaneamente la presenza del tappo; gli ispettori di livello, presenza tappo e vestizione all'uscita delle etichettatrici; il controllo della presenza bottiglie nelle casse.

Tutte le macchine ispettrici sono controllate con campioni di riferimento da parte del Controllo Qualità, in modo da certificare continuamente il loro corretto funzionamento. Altri controlli vengono effettuati secondo cadenze stabilite dagli stessi operatori alle macchine secondo il principio che chi produce non deve solo badare alla quantità ma anche (e soprattutto) alla qualità. Così l'etichettatore controlla che le etichette siano correttamente posizionate secondo lo schema previsto per quel formato e l'addetto alla confezionatrice che l'imballo sia squadrato e ben incollato.

Tutti compilano delle schede colorate di verde, giallo e rosso, come i semafori stradali. Se il parametro valutato cade nella fascia del verde, il processo è sotto controllo e può continuare, viceversa se cade nel rosso la macchina deve essere fermata per verificare che cosa c'è che non va. Oltre a tutti i controlli on-line e di processo, la Birra Peroni ha dotato ogni suo reparto di confezionamento di un attrezzato laboratorio e di personale specializzato che svolge esclusivamente ruolo di Controllo e Assicurazione Qualità. Questa struttura si occupa di verificare a campione che la produzione risponda alle specifiche di qualità previste e di tutte quelle analisi più sofisticate da non poter essere affidate al personale di linea. Completa, poi, il sistema qualità un sistema di tracciabilità che permette automaticamente ed in ogni momento di sapere dove una certo lotto prodotto è stato consegnato. Questa, unita ad un sistema interno basato su un software di gestione delle analisi (LIMS), permette di risalire dal lotto fino alle materie prime consegnate.

## 1.2 Storia del marchio

### *Il gruppo SABMiller*

Fondata in Sudafrica nel 1895, le operazioni di South African Breweries (SAB) fino al 1990 furono limitate alla zona meridionale del continente africano, zona nella quale aveva assunto una posizione dominante nel mercato. Il primo investimento in Europa della SAB avvenne nel 1990 attraverso l'acquisto di alcune azioni della "*Compañía Cervecería de Canarias SA*" nelle Isole Canarie. Nel 1999 il gruppo acquistò, da Altria Inc, la nordamericana Miller Brewing Company, cambiando il suo nome in "SABMiller". Dopo questa, la maggior acquisizione del gruppo fu quella del 2003 di Bavaria S.A., il secondo più grande produttore di birra del Sud America e proprietario dei marchi Águila e Club Colombia. Nello stesso anno SABMiller acquistò il 29,6% di Harbin Brewery, il più antico birrificio cinese, preparandosi a beneficiare della crescita del settore della birra nei mercati in via di sviluppo. Nel corso dell'anno 2005, il gruppo sudafricano ha completato l'acquisizione, iniziata nel 2003, della società Birra Peroni Spa, penetrando dunque nel settore birraio italiano.

SABMiller è quotata al London Stock Exchange (LSE), e fa parte del FTSE 100 Index, che elenca le prime cento società al mondo per capitalizzazione. La sua capitalizzazione è di 35,6 miliardi di sterline al 23 dicembre 2011, facendone l'undicesima società più grande del London Stock Exchange. Attualmente commercializza birra in oltre 60 paesi distribuiti in 6 continenti e solo in Europa SABMiller plc gestisce 19 birrifici in cui lavorano più di 12.000 persone.



Figura 8 : Stabilimenti SABMiller nel mondo(Fonte: Peroni Academy (2005) “*Conoscere il nostro processo produttivo*”).

Il portafoglio prodotti comprende più di 200 marchi, molti di alta qualità come Miller Genuine Draft, Nastro Azzurro e Pilsner Urquell e conosciuti a livello internazionale, altri marchi sono leader a livello locale. Annualmente la produzione del Gruppo SABMiller raggiunge circa i 37 milioni di ettolitri.

La strategia globale del Gruppo si basa su quattro priorità:

- creare un giro d'affari stabile e che possa attrarre gli investitori;
- sviluppare un portafoglio prodotti solido ed adeguato ad ogni singolo mercato;
- migliorare continuamente la performance del giro d'affari in tutti i mercati;
- crescere facendo leva sulla dimensione globale del Gruppo.

La birra tende a essere un “business locale” poiché, in ogni mercato, il prodotto è soggetto ai gusti e alle preferenze differenti dei consumatori. SABMiller, presente in oltre 60 paesi, può per questo contare sulla propria dimensione globale per generare valore e vantaggio competitivo nei diversi mercati. Il Gruppo opera sia favorendo la crescita delle consociate nei rispettivi mercati, sia attraverso la dimensione internazionale che permette di avere una distribuzione di birre premium locali nei mercati esteri, come accade per alcuni marchi di Birra Peroni che da sempre riportano un grande successo: Nastro Azzurro, Miller Genuine Draft e Pilsner Urquell. La dimensione globale di SABMiller, inoltre, permette di aumentare il proprio business e migliorare l'efficienza delle aziende consociate condividendo risorse, metodologie e

tecnologia. Questo processo ben definito è denominato “SABMiller ways” e rappresenta la metodologia utilizzata nello sviluppo delle diverse aree di business a livello locale.

### *Storia della Birra Peroni*

Oggi Birra Peroni è una solida e dinamica realtà industriale italiana, affermata in tutto il mondo grazie ai successi ottenuti sui maggiori mercati internazionali. SABMiller ha, infatti, riconosciuto ai suoi prodotti la qualità e l’immagine appropriate per una diffusione massiccia sui mercati esteri, come dimostra il trend di crescita sui volumi di birra esportati.

Birra Peroni impiega 730 dipendenti divisi tra i tre stabilimenti di Roma – dove si trova anche la sede amministrativa – Padova e Bari. I suoi brand principali sono: Peroni, Nastro Azzurro e Pilsner Urquell. A questi si aggiungono altri marchi di prestigio, sia nazionali che internazionali, come: Peroni Gran Riserva, Peroni Gran Riserva Rossa, Peroncino, Miller Genuine Draft, Raffo, Wührer e Tourtel raggiungendo una produzione annua totale di birra che ammonta a 4,7 milioni di ettolitri. Di questi oltre un milione sono esportati in più di 55 Paesi dal brand Nastro Azzurro, diventato simbolo del Made in Italy nel mondo. Birra Peroni, con una storia di oltre 160 anni, deve il suo successo ad una strategia trasparente e condivisa:

- **Visione.** Essere l’azienda a livello globale più stimata nel settore della Birra;
- **Missione.** Gestire e sviluppare brand locali ed internazionali che rappresentino la prima scelta del consumatore;
- **Valori.**
  - Le persone rappresentano il nostro migliore e permanente investimento;
  - La responsabilità è chiara e personale;
  - Lavoriamo e vinciamo in squadra;
  - Capiamo e rispettiamo i nostri clienti ed i nostri consumatori;
  - La nostra reputazione è la cosa più importante.

### *Stabilimento Birra Peroni di Bari*

Per lo stabilimento di Bari la storia si divide in due periodi: quello antico, che ebbe avvio nel 1924 e terminò nel 1962, e quello moderno, iniziato negli anni Sessanta con la

nuova fabbrica – che è anche l’attuale – costruita ex novo in Zona industriale. Bari, e con essa la Puglia e tutto il Sud d’Italia, era stato il primo obiettivo industriale e commerciale che la Birra Peroni si era posta dopo aver consolidato il mercato romano, nei primi decenni del Novecento. Nel 1924 la Direzione della Società identificò un immobile di proprio interesse nell’allora periferia barese, una ex distilleria, e lo riadattò a fabbrica di birra. Il radicamento nel tessuto commerciale della provincia barese fu tale che, con la ripresa dei consumi del boom economico, dopo la II Guerra Mondiale, la produzione dovette disporre di spazi più adeguati, di impianti innovativi e di strutture organizzative e logistiche all’avanguardia. L’insieme di tali elementi trovò realizzazione nel progetto dello stabilimento Peroni di via Bitritto. Il nuovo stabilimento fu avviato nel luglio 1963 ma la cerimonia ufficiale di inaugurazione si svolse due anni dopo, il 15 maggio 1965. Lo Stabilimento di Bari della Birra Peroni ha sempre rivestito un ruolo strategico nell’ambito del Gruppo Peroni. Esso, infatti, si colloca in un’area dove la presenza commerciale della Società è fortemente radicata e consolidata. Analizzando meglio l’assetto produttivo del Gruppo, si può notare come lo stabilimento copra dal punto di vista distributivo tutto il Sud Italia, oltre ad aver maturato una vocazione alla produzione destinata all’export, che ha alimentato la crescita produttiva dello stabilimento negli ultimi anni. Rappresenta l’unità dove è concentrata la quasi totalità (95%) della produzione vuoto a rendere del Gruppo Peroni, che a sua volta detiene la quota più importante a livello nazionale fra i produttori di birra. Produce uno dei brand “locali” più forti e specifici nel mercato Italiano: Raffo, destinata alla sola città di Taranto e alla sua provincia. E’ l’unico produttore di birra in bottiglia con tecnologia di etichettatura PSL (Pressure Sensitive Label ossia etichetta sensibile alla pressione), un’etichetta trasparente ed autoadesiva, confezionata in nastro. Una volta applicata sulla bottiglia con macchine idonee, dà l’impressione che la bottiglia sia serigrafata. Dal punto di vista delle certificazioni, lo stabilimento di Bari, come quelli di Roma e Padova, è certificato ISO 9001 (sistema di gestione per la qualità), ISO 14001 (sistema di gestione per l’ambiente) e ISO 18001 (sistema di gestione per la salute e la sicurezza sul lavoro).

Superficie totale: 185.565 mq

Superficie coperta: 56.471 mq

Numero linee: 2

Capacità settimanale totale del confezionamento: 50 800 hl

Capacità produttiva anno: circa 1.700.000 hl



*Figura 9 : Ripresa dall'alto dello stabilimento Birra Peroni di Bari( Fonte: PERONI ACADEMY(2005) "Conoscere il nostro processo produttivo")*

## CAP. 2 - IL MIGLIORAMENTO CONTINUO

### 2.1 World Class Manufacturing (W.C.M.)

A causa della crescente competitività del mercato globale le imprese hanno dovuto, nel tempo, implementare obiettivi strategici legati ad una maggiore produttività, ma al tempo stesso, ad una maggiore efficienza complessiva nell'utilizzo delle risorse e nello svolgimento di tutte le attività presenti nel sistema azienda. A tale scopo, all'innovazione tecnologica, è stata associato uno strumento manageriale innovativo e altamente efficace, il World Class Manufacturing, sviluppato negli anni '80 da Richard J. Schonberger, che raccolse decine di casi, esperienze e testimonianze di aziende che avevano intrapreso la strada del miglioramento continuo "Kaizen" verso l'eccellenza nella produzione, cercando di dare una concezione metodica delle varie prassi e metodologie esaminate. Alcuni dei benefici che si registrano nell'adottare il WCM sono maggiore spirito di competizione, sviluppo di nuove e migliorate tecnologie e innovazioni, maggiore flessibilità, maggiore comunicazione tra Direzione e dipendenti. Il modello principale cui si ispira il World Class Manufacturing è il sistema Toyota Production System<sup>1</sup> (TPS), il principale precursore della produzione snella, basato sul concetto fondamentale aumentare drasticamente la produttività della fabbrica utilizzando e sfruttando al meglio le poche risorse disponibili. Ai principi del sistema TPS, il World Class Manufacturing associa la metodologia Total Productive Maintenance (TPM) ed il Total Quality Management, basando le scelte strategiche e impiantistiche sul concetto di Cost Deployment; ciò significa che ogni scelta è affrontata sulla base della propria incidenza economica. L'obiettivo del World Class Manufacturing è, dunque, *"fare sempre di più con sempre di meno"*, puntando al concetto dello "Zero": zero insoddisfazione del cliente, zero disallineamenti, zero burocrazia, zero insoddisfazione degli azionisti, zero sprechi, zero lavoro che non crei valore, zero fermate, zero opportunità perse, zero informazioni perse, zero infortuni.

---

1 Il nome deriva dal fatto che è stata inventata presso la Toyota, da Sakichi Toyoda, Kiichiro Toyoda e dal giovane ingegnere Taiichi Ohno negli anni tra il 1948 e il 1975

Il World Class Manufacturing prevede 10 pilastri tecnici e 10 pilastri manageriali. I dieci pilastri tecnici sono i processi di miglioramento strutturati che devono essere presenti<sup>2</sup>, mentre i 10 pilastri manageriali rappresentano le azioni che devono essere svolte affinché l'intero sistema sia strutturato in modo adeguato a sostenere le attività dei pilastri tecnici. La struttura a pilastri rappresenta il "Tempio del WCM" (Figura 5) e rileva che per realizzare gli standard di eccellenza, è necessario uno sviluppo parallelo di tutti i pilastri.

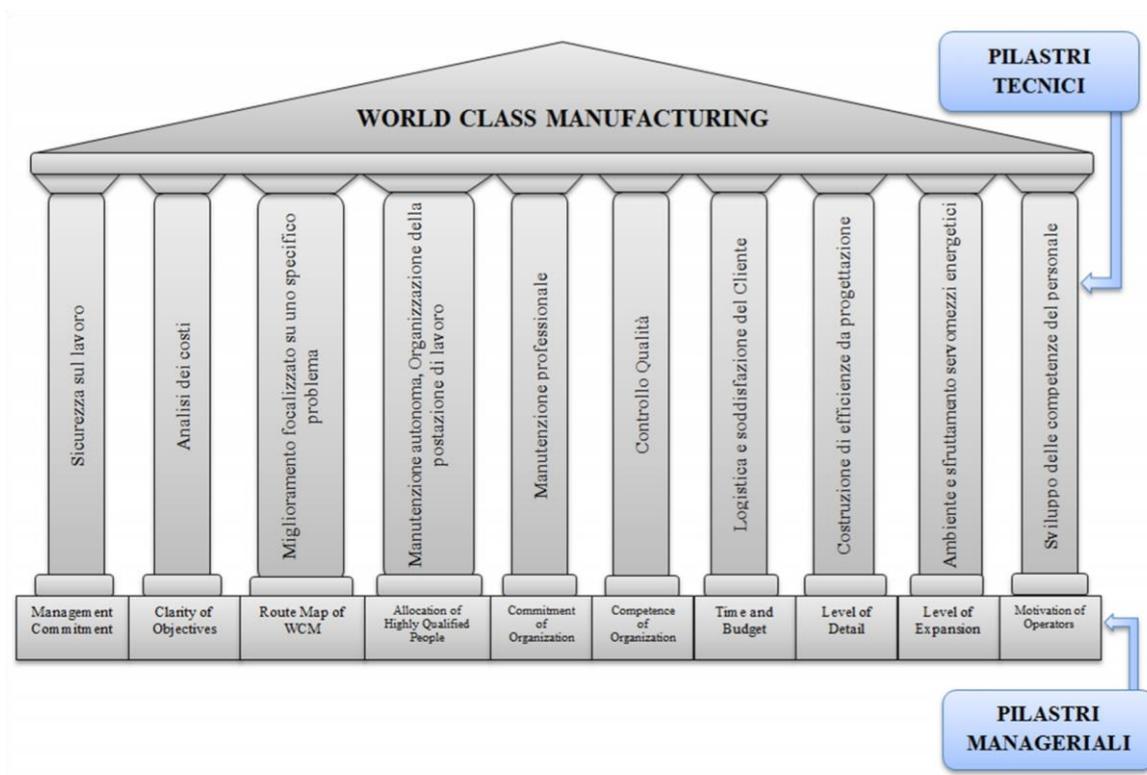


Figura 9: Pilastri del Word Class Manufacturing

Ogni pilastro focalizza l'attenzione su uno specifica area del sistema produttivo usando appropriati strumenti per raggiungere l'efficienza globale. I dieci pilastri tecnici sono:

- Igiene e Sicurezza sul Lavoro
- Analisi dei costi
- Miglioramento focalizzato su uno specifico problema
- Manutenzione autonoma, Organizzazione della postazione di lavoro
- Manutenzione professionale

<sup>2</sup> Da qui deriva il nome di pilastri

- Controllo Qualità
- Logistica e soddisfazione del cliente
- Costruzione di efficienze da progettazione
- Ambiente ed Energia
- Sviluppo delle competenze del personale

I pilastri manageriali sono:

- Impegno della Direzione
- Chiarezza degli obiettivi
- Mappa del percorso del WCM
- Distribuzione del personale altamente qualificato
- Impegno dell'Organizzazione
- Competenza dell'Organizzazione
- Tempi e Budget
- Livello di dettaglio
- Livello di espansione
- Motivazione degli operatori

Abbiamo detto che attraverso i dieci pilastri manageriali e l'utilizzo di specifici strumenti, si raggiunge l'efficienza globale attraverso il miglioramento continuo nelle aree individuate dai dieci pilastri tecnici. Quali sono gli strumenti adoperabili? In realtà esistono tanti Tools applicabili, ne elenchiamo solo alcuni:

**OPL (One Point Lesson):** tecnica per focalizzare in maniera semplice, efficace e in breve tempo, l'oggetto della formazione;

**SOP (Standard Operative Procedure):** procedure tipiche dell'organizzazione;

**SMP (Standard Maintenance Procedure):** procedure per le attività di manutenzione;

**4M (Man/Method/Material/Machine):** scomposizione del problema per identificarne le cause;

**5W (5 Perché):** iterare domande sul perché di un problema per risalirne alle cause;

**5W + 1H (What/Where/When/Which/Who How):** risposte da dare al fenomeno;

**3M (Man/Method/Material):** valutazione oggettiva del posto di lavoro;

**RiCo:** progetti specifici di miglioramento;

**KPI (Key Performance Indicators):** indicatori oggettivi dei risultati;

**KPA:** indicatori delle attività.

In una strategia d'impresa volta al WCM, le risorse umane assumono una basilare importanza in termini di risorsa giusta al posto giusto mentre la leadership direzionale deve orientarsi al cambiamento organizzativo e tecnologico.

Nell'applicazione del WCM sono previsti 7 step in successione ordinata. Innanzitutto bisogna effettuare l'analisi del rapporto costo/benefici che sarà utilizzata come discriminante per decidere se un'azione di miglioramento può essere interpretata o no. Fatto ciò, si passa all'analisi dell'innovazione che deve essere tradotta in un progetto di sviluppo applicativo da un team competente e, durante le fasi di implementazione, deve essere monitorato in termini di tempi, costi e azioni necessarie.

Nella tabella seguente sono mostrati i 7 step di implementazione del WCM.

*Tabella 5 : Sette step di sviluppo applicativo del WCM*

Step	Descrizione	Azioni	Obiettivi
<b>1</b>	Quantificare i costi totali di trasformazione. Assegnare obiettivi di riduzione dei costi. Assegnare i costi totali di trasformazione per processo	Base	Analisi ed avviamento del progetto
<b>2</b>	Identificare qualitativamente perdite e sprechi. Quantificare le perdite e gli sprechi in base alle precedenti misure (step 1)	Base	Analisi ed avviamento del progetto
<b>3</b>	Separare le perdite causali da quelle risultanti	Base	Analisi ed avviamento del progetto
<b>4</b>	Calcolare i costi di perdite e sprechi	Preventive	Attività del miglioramento continuo con metodo PDCA
<b>5</b>	Identificare i metodi per il recupero di perdite e sprechi	Preventive	Attività del miglioramento continuo con metodo PDCA
<b>6</b>	Stimare i costi del miglioramento e delle riduzioni corrispondenti di perdite e sprechi	Preventive	Attività del miglioramento continuo con metodo PDCA
<b>7</b>	Implementare il piano di miglioramento	Preventive	Attività del miglioramento continuo con metodo PDCA

### 2.1.1 Analisi di un problema mediante la tecnica W.C.M.

Vediamo come applicare il sistema World Class Manufacturing alla risoluzione delle problematiche che possono sorgere durante la vita aziendale. Per prima cosa è necessario identificare le problematiche da affrontare, in seguito bisogna stabilire dove esse siano e, infine, fissare le priorità in accordo con l'analisi dei costi. Il processo consta di 7 step successivi, necessari per implementare una soluzione precisa e per confrontare i risultati ottenuti con l'obiettivo originale. I 7 step del WCM sono:

- step 1: identificare quali problemi necessitano di essere affrontati;
- step 2: localizzare questi problemi;
- step 3: fissare le priorità in funzione della propria incidenza economica;
- step 4: analizzare le priorità e scegliere i metodi migliori per affrontarle;
- step 5: stimare i costi della soluzione delle proprietà analizzate;
- step 6: implementare le soluzioni con precisione;
- step 7: valutare i risultati ottenuti rispetto a quanto preventivato.

Per la risoluzione delle problematiche individuate, come detto precedentemente, possono essere utilizzati gli strumenti del WCM. Questi possono essere suddivisi in tre gruppi: strumenti per la descrizione del problema (es. 5W + 1H, 5G), strumenti per risalire alla radice della causa del problema (es. 4M, 5WHY) e strumenti per standardizzare i risultati (es. OPL, GAV).

In generale quando un problema si presenta, per prima cosa è necessario descriverlo e per farlo, uno dei metodi più utilizzati è la tecnica delle 5W + 1H. Si tratta di una tecnica basata sull'analisi di un problema in modo approfondito e completo attraverso l'uso di sei domande: *What* (che cosa)? *When* (quando)? *Where* (dove)? *Who* (chi)? *Which* (quale)? *How* (come)? Se la descrizione del problema non analizza tutti questi aspetti non sarà ben definito o, peggio, verranno aggiunte informazioni non reali.

Individuato e descritto il problema, possiamo iniziare la fase di ricerca delle cause alla base dell'insorgenza della problematica e per farlo possiamo utilizzare, ad esempio, lo strumento delle 4M (Man, Method, Material, Machine) conosciuto anche con il nome di *Diagramma di Ishikawa* o *Diagramma Causa-Effetto*. Solitamente il diagramma prende una forma a lisca di pesce in quanto il problema di cui studiarne le cause viene posizionato al termine di una linea, ai lati della quale si innestano altre linee che

rappresentano le diramazioni principali (cause primarie); su queste si innestano a loro volta le cause secondarie, alle quali possono essere congiunte altre sottocause, e così via. In questo modo possono essere rappresentate, in modo ordinato, tutte le possibili cause del problema, che può essere causato dall'uomo, dalle macchine, dai materiali o dai metodi impiegati.

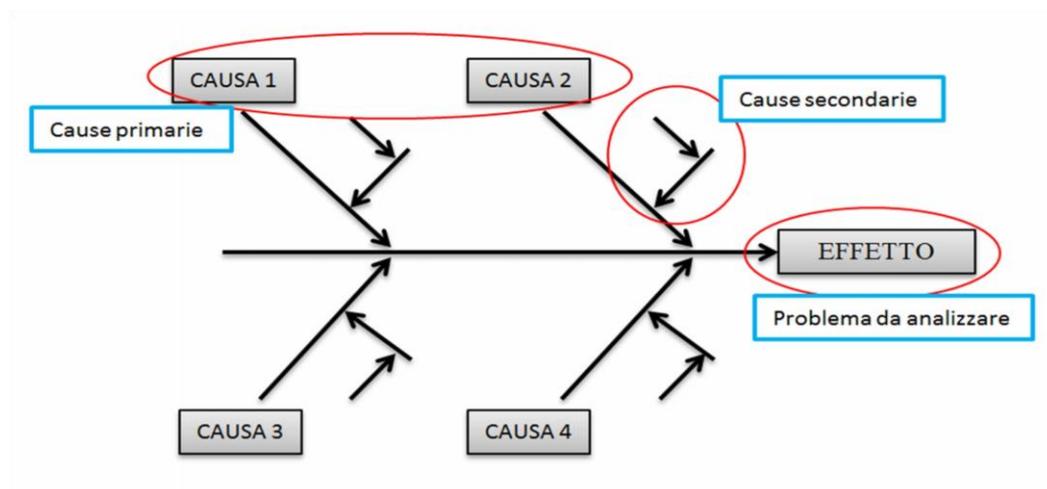


Figura 10 : Diagramma di Ishikawa (Causa-Effetto)

Elencate tutte le possibili cause e sottocause, ognuna di esse viene analizzata nel dettaglio per eliminare quelle cause che non sono ritenute fondamentali. Le rimanenti subiscono un ulteriore processo di analisi approfondita attraverso lo strumento delle 5WHY (5 Perché), il cui scopo è quello di identificare la causa "radice" del problema rispondendo ad una serie consecutiva di "perché", simbolicamente almeno cinque volte. Tutte le tecniche riguardanti la ricerca della causa di un problema e della relativa soluzione, rientrano nell'ambito del *Problem Solving*.

Risolto problema, la soluzione è diffusa uno standard e un aiuto per eliminare eventuali altri problemi simili che si dovessero presentare in futuro. Lo strumento più utilizzato è quello della *One Point Lesson* (OPL), potente ed efficace strumento atto a focalizzare in un unico punto (one point) un elemento di formazione (lesson). Generalmente l'intero oggetto di formazione è contenuto in un foglio A4 ed è costituito da brevi concetti di immediata comprensione, fotografie, schizzi, disegni.

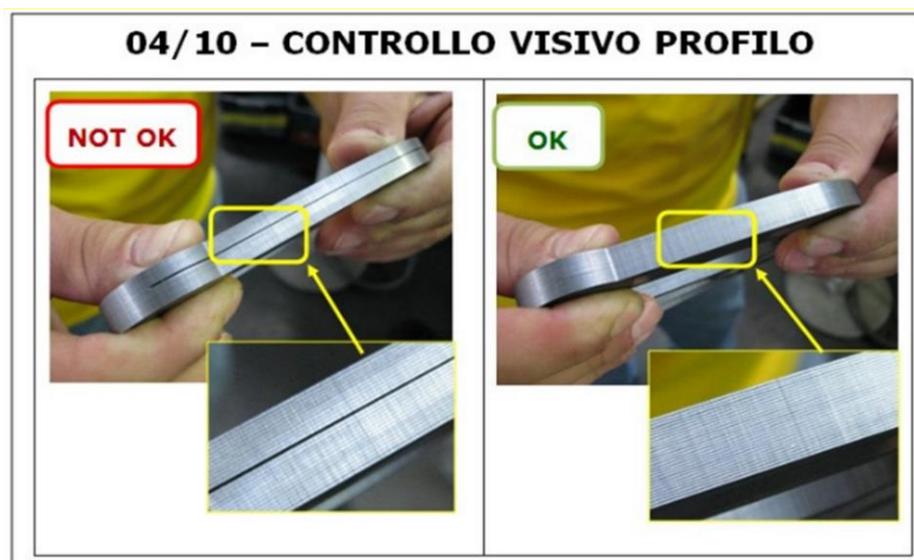


Figura 11 : Esempio di One Point Lesson sul controllo visivo del profilo(Fonte: <http://thinkingquality.wordpress.com/2013/11/19/one-point-lesson-opl/>)

La figura 7 mostra un esempio di OPL; si nota la contrapposizione di due tipologie di lavorazioni fatte e, attraverso un OK o un NOT OK, l'operatore che andrà a fare il controllo visivo del profilo, saprà riconoscere immediatamente se il pezzo che starà analizzando è buono oppure è da scartare.

Tutti i concetti e le metodologie viste finora, possono essere adoperate in tutte le aree aziendali, anche alla gestione della sicurezza sul lavoro, ottenendo una base fondamentale per l'utilizzo del protocollo Behavior-Based Safety il quale, puntando ad una strutturazione tipica del WCM e alla "educazione alla sicurezza" dei lavoratori, rappresenta un'efficace strumento per il miglioramento della salute e sicurezza dei luoghi di lavoro.

### **2.1.2 Il "Pilastro" della Sicurezza sul Lavoro nel W.C.M.**

Il "Tempio del WCM" prevede tra i 10 pilastri tecnici, quello concernente l'igiene e la sicurezza nei luoghi di lavoro. Applicando i principi del World Class Manufacturing al pilastro della Sicurezza, si punta all'eliminazione di tutte le condizioni, anche potenziali, che potrebbero generare incidenti ed infortuni e pertanto all'eliminazione, ove possibile, di tutti i rischi. Per raggiungere un siffatto obiettivo è necessario estendere la cultura della sicurezza a tutti i livelli dell'organizzazione coinvolgendo il

personale in programmi di formazione, informazione e sensibilizzazione partendo innanzitutto dal rispetto delle normative vigenti.

L'obiettivo "zero infortuni" e quindi l'attività di eliminazione dei rischi, passa attraverso il miglioramento continuo del sistema uomo-macchina e dell'organizzazione aziendale; siccome un elemento migliorabile è un elemento misurabile innanzitutto, è necessario stabilire dei KPI (Key Process Indicator), degli indicatori chiave aventi il compito di favorire il comportamento corretto dell'uomo e l'utilizzo sicuro di impianti mantenuti efficacemente. Come vedremo nel capitolo successivo in cui parleremo del protocollo Behavior-Based Safety, sensibilizzare e formare l'operatore sull'utilizzo e sulla corretta lettura dei KPI può essere un elemento vincente nel processo di prevenzione degli infortuni, in quanto l'operatore riceve un immediato ritorno sull'esito suo comportamento e di come questo abbia influito sulle prestazioni dell'azienda.

Nel WCM per rappresentare e misurare gli eventi che impattano sulla sicurezza in uno stabilimento/reparto o area, si utilizza la Piramide di Heinrich in cui si riportano gli incidenti avvenuti, in ordine di gravità crescente partendo dalla base della piramide, negli anni precedenti. L'analisi deve essere accurata non solo per gli incidenti gravi ma anche per quelli lievi in quanto la prevenzione deve mirare all'analisi di tutti i casi, anche e soprattutto di quelli che non hanno generato un infortunio ma che hanno esposto il lavoratore ad un rischio elevato non accettabile: i cosiddetti *near miss* o mancati infortuni. A questi vanno associati i *rischi potenziali* (pericolo) che sono delle condizioni ambientali aventi la potenzialità di far accadere un infortunio nel caso in cui a questo pericolo si associ la presenza di un lavoratore. Pensiamo ad esempio ad un pavimento sconnesso. E' un rischio potenziale perché ingloba in sé la potenzialità di causare un danno in termini di infortunio (inciampo o scivolamento); nel momento in cui a questo pericolo si associa la presenza del lavoratore, il quale inciampa e subisce un infortunio, il pericolo si trasforma in accadimento pericoloso e, nel caso peggiore, accompagnato dall'infortunio del lavoratore. Ecco perché anche l'analisi dei rischi potenziali è importante perché il fatto che non siano accaduti infortuni fino a quel momento, non significa che non possano accadere in futuro e, pertanto, una volta identificati, devono essere eliminati.

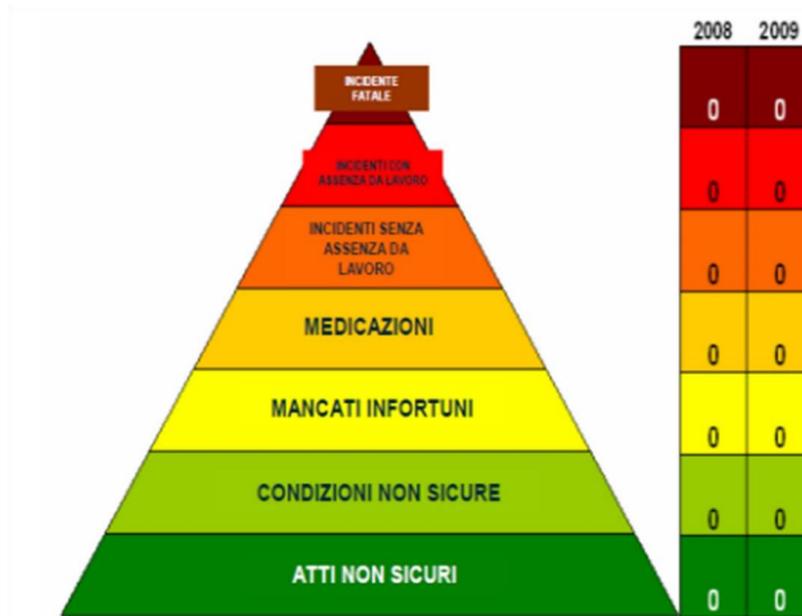


Figura 12 : Piramide di Heinrich

Alla Piramide di Heinrich vanno associati gli indicatori di performance (KPI) e di attività (KAI). I primi si riferiscono agli incidenti fatali, agli incidenti con assenza dal lavoro, agli incidenti senza assenza da lavoro ed alle medicazioni; i secondi si riferiscono ai mancati infortuni, alle condizioni non sicure e agli atti non sicuri. I KPI si traducono in indici di Frequenza, mentre i KAI si traducono in indici che misurano l'incremento del numero di condizioni non sicure ed atti non sicuri identificati, e la riduzione del numero di near miss verificati.

I sette step del pilastro WCM riguardanti la sicurezza sul lavoro sono rappresentati di seguito:

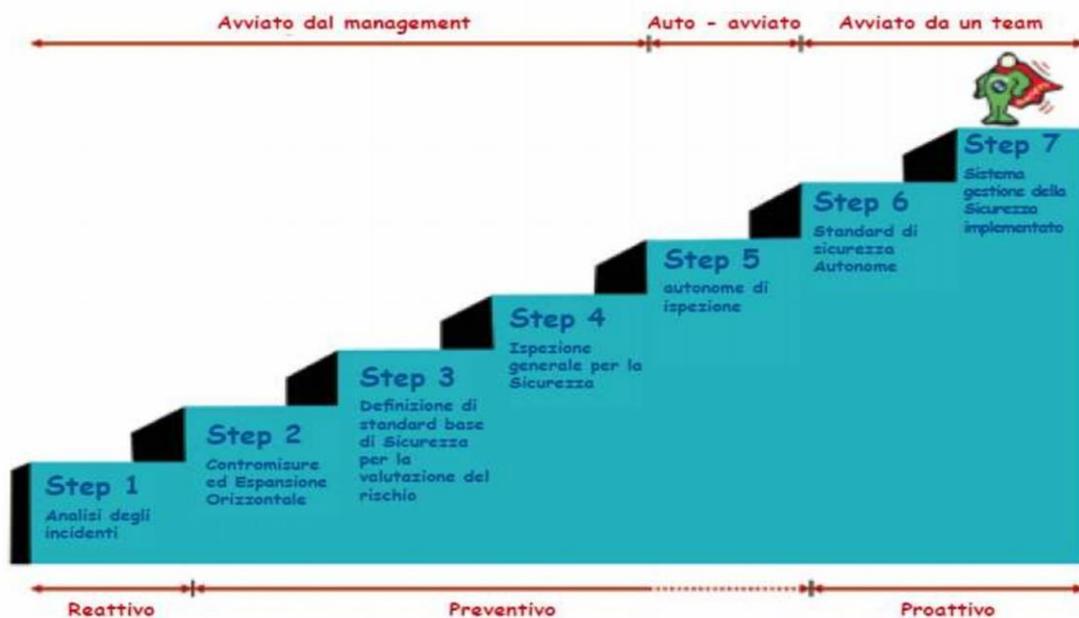


Figura 13 : Sette step del WCM applicati al pilastro della sicurezza sul lavoro

**Step 1.** La modalità di implementazione del sistema prevede un primo approccio di tipo reattivo in cui vengono analizzati in maniera retroattiva per un periodo ritenuto adeguato, gli eventi infortunistici valutando la frequenza, le cause, le zone del corpo interessate. A tale scopo possono essere usati vari modelli di analisi come la piramide di Heinrich per l'identificazione degli eventi e la matrice S per l'identificazione delle cause che hanno generato l'evento identificato. Tutti i risultati vengono esposti nel "Tabellone WCM Area modello" e spiegati ai Team Leader dei reparti e ai lavoratori. L'esposizione nel tabellone afferisce al Visual Management, una tecnica molto efficace di comunicazione dei risultati in tempo reale a tutti gli "attori" coinvolti. Come vedremo anche per l'approccio Behavior Based Safety, l'obiettivo che si raggiunge è la tangibilità dell'informazione dei risultati e una partecipazione più attiva dei lavoratori i quali possono vedere come il loro comportamento agisce sui KPI e sugli standard definiti dall'impresa.

**Step 2 - Step 3.** Dopo lo studio retroattivo degli eventi legati alla sicurezza e delle cause che stanno alla loro base, si passa alla definizione di standard iniziali di sicurezza per adottare delle contromisure alle cause che hanno generato gli eventi analizzati nel primo step. A tale scopo può essere utilizzata la tecnica *One Point Lesson* vista

precedentemente, e la definizione dei fattori critici di successo (KPI) che andranno a monitorare i processi.

ONE POINT LESSON - OPL										Data : 15/04/10	N° : OPL05 Source : Sicurezza
Informazione <input type="checkbox"/>	Miglioramento <input type="checkbox"/>	Metodo <input type="checkbox"/>	Uomo <input checked="" type="checkbox"/>	Macchina <input type="checkbox"/>	Materiale <input type="checkbox"/>						
<b>S</b> Sicurezza	QC Controllo Qualità	L Logistica	AM Manutenzione Autonoma	WO Organizzazione Posto di Lavoro	PM Manutenzione Professionale	FI Miglioramento Continuo	PD Sviluppo del Personale	EEM Nuovi prodotti & nuovi impianti	E Ambiente		
<b>Stabilimento :</b>											
<b>Attività :</b> Sosta carrelli elevatori area pesatura pasta e caricamento mixer											
<b>Problema :</b> Percorso riservato ai pedoni ostruito dalla presenza di un carrello elevatore						<b>Soluzione :</b> Spostare il carrello e rendere il percorso pedonale libero					
											
<b>Risultati attesi :</b> Percorso pedonale sempre libero e disponibile per il passaggio delle persone											
Data di formazione											
Persona formata											
Formatore : .....											
Firma	Firma	Firma	Firma	Firma	Firma	Firma	Firma	Firma	Firma	Firma	Firma

Figura 14 : Esempio OPL di sicurezza (Fonte: sistema di gestione WCM- Tarkett S.p.A.)

In figura è rappresentato un OPL legato al problema di ostruzione del percorso pedonale da parte di un carrello elevatore. La figura mostra il problema e la soluzione attesa attraverso le immagini e la scrittura del risultato atteso: *“Percorso pedonale sempre libero e disponibile per il passaggio delle persone”*.

I rimanenti step sono:

- step 4 – step 5: ispezioni generali e autonome sul rispetto degli obblighi e degli standard di sicurezza definiti (dallo step 2 allo step 5 si parla di approccio preventivo)
- step 6 – step 7: definizione autonoma di standard di sicurezza e completa implementazione del sistema di gestione della sicurezza WCM. Questi due step hanno carattere proattivo, ossia l’organizzazione, ed ogni suo membro, ha la capacità di percepire anticipatamente le tendenze ed i cambiamenti futuri per pianificare le azioni opportune in tempo.

## **2.2 La metodologia Single Minute Exchange of Die (S.M.E.D.)**

### **2.2.1 Introduzione alla metodologia S.M.E.D.**

Lo S.M.E.D. è un metodo per la riduzione dei tempi di setup, tipicamente riferito ad applicazioni nell'industria metalmeccanica e della trasformazione di materie plastiche, ma applicabile anche ad altri settori laddove esistono frequenti cambi di lavorazione che richiedono ogni volta un'adeguata predisposizione e taratura dell'impianto dedicato (a revolution in manufacturing: the smed system, Shingeo Shingo, 1985). Dalla lettura dell'acronimo non bisogna dedurre che, applicando correttamente tale metodologia, gli impegni di tempo per l'attrezzaggio passino automaticamente da qualche ora ad un solo minuto. Ciò che il nome vuol significare è piuttosto una tensione a ridurre i tempi di fermo effettivo dell'impianto al minimo, per quanto possibile vicino allo zero. A metà degli anni Cinquanta, quando Shigeo Shingo, (sistema di produzione giapponese Toyota, Shingeo Shingo, 1981) un consulente d'impresa giapponese, sviluppò la metodica SMED per aziende come Matsushita, Toyota e Bridgestore, si trattava di ridurre i tempi di approntamento mediante una coerente organizzazione del lavoro. Un confronto interessante con la prassi odierna: la sostituzione di una ruota. Una persona mediamente versata nella tecnica la esegue in 10-20 minuti mentre durante il pit-stop in una corsa di formula 1, i tecnici hanno bisogno, per sostituire quattro ruote e fare rifornimento di carburante, solo di un tempo compreso tra 7 e 10 secondi. Dall'analisi del pit-stop appare evidente quali siano le caratteristiche del metodo Single Minute Exchange of Die: attività standardizzate, precisa suddivisione del lavoro, separazione tra approntamento interno ed esterno, operazioni parallele. La metodologia ha permesso di superare due concetti su cui si basavano in passato le attività di riattrezzaggio:

- 1 - Effettuare efficientemente ed efficacemente dei set-up richiede tecnici con elevate competenze ed abilità, frutto di anni di addestramento e tirocinio;
- 2 - Produrre a grossi lotti lenisce l'effetto negativo dei set-up sulla produzione e ne controbilancia i relativi costi.

La metodologia S.M.E.D. è molto semplice: trasformare operazioni di set-up in qualcosa di talmente elementare che "chiunque", purché abbia un minimo di conoscenza tecnica del settore (come un operatore macchina od un assistente di linea), possa

eseguirlo correttamente, facilmente e rapidamente. L'attenzione focale, pertanto, é sulla semplificazione delle attività di set-up e sull'adozione di metodi poka-yoke (a prova di stupido) ove necessario. Per quanto riguarda il secondo concetto, nell'industria manifatturiera, il lotto economico, sempre di mole ragguardevole, é stato inventato proprio per compensare l'impatto tempi- costi di operazioni di set-up di lunga durata. L'approccio dello S.M.E.D. é, ancora una volta, molto semplice: ridurre all'osso la durata di ogni set-up, così da sbarazzarsi del concetto di grosso lotto e lotto economico una volta per tutte. L'attenzione focale é sull'eliminazione di tutte quelle attività di set-up "tradizionale" superflue o non necessarie, e nella riorganizzazione razionale di tutte quelle (necessarie) restanti, così da ridurre il tempo totale di set-up ai minimi termini. Il risultato finale é un sistema produttivo capace di produrre una grande varietà di prodotti anche a lotti piccolissimi, come vogliono i clienti di oggi. I risultati attesi dall' applicazione della metodologia sono sia diretti che indiretti, così come evidenziato nella tabella seguente.

*Tabella 6 :Risultati attesi dall'applicazione dello SMED(Fonte: adattato da Shingo, 1985)*

<b>RISULTATI ATTESI</b>	
<b>DIRETTI</b>	<b>INDIRETTI</b>
<i>Riduzione dei tempi di fermo linea</i>	<i>Riduzione degli stocks</i>
<i>Riduzione dei tempi di attrezzaggio</i>	<i>Aumento della flessibilità produttiva</i>
<i>Minori errori di attrezzaggio</i>	<i>Razionalizzazione di utensili e</i>
<i>Miglioramento della qualità del prodotto</i>	<i>attrezzature</i>
<i>Maggiore sicurezza del lavoro</i>	

Il punto di partenza della metodologia S.M.E.D. é nella suddivisione dell'intero tempo di set- up (o tempo di cambio produzione) in due entità ben distinte:

- Il tempo di set-up interno: definito come quell' intervallo di tempo durante il quale la macchina (o la linea, o il processo produttivo) deve essere fermata altrimenti non sarebbe possibile effettuare il set- up. Questo é il vero e proprio tempo di set-up, che inizia alla fine del lotto precedente e termina all'inizio del

lotto successivo (primo pezzo "conforme"). Durante quest'intervallo di tempo non si aggiunge alcun valore al prodotto.

- Il tempo di set-up esterno: definito come quell'intervallo di tempo, che trascorre durante le operations produttive sia del lotto precedente che di quello successivo, durante il quale si effettuano alcune attività necessarie per il set-up (come portare o rimuovere materiali e prodotti, preparare o mettere a posto attrezzi, ecc.). Tali attività "esterne" possono essere effettuate da personale vario (operatori, tecnici, manovalanza...). Una parte di questo tempo può trascorrere prima delle attività di set-up interne e parte dopo.



Figura 15 : Tempi di setup interno ed esterno((Fonte: adattato da Shingo, 1985)

In aziende "tradizionali" la differenza tra le due entità temporali non è conosciuta né evidenziata: molte attività che potrebbero essere effettuate "esternamente" vengono effettuate "internamente" (a macchina ferma), allungando e penalizzando la durata del tempo di set-up interno. In casi limite, il tempo di set-up interno è l'intero tempo di set-up. La strategia iniziale dello S.M.E.D. è di creare una distinzione netta tra le due entità temporali, ed assicurare che tutte quelle attività che potrebbero essere effettuate "esternamente" vengano rimosse dalla zona "interna". Parallelamente, lo S.M.E.D. si focalizza su attività di puro spreco (attività superflue durante un set-up, non necessarie, che non dovrebbero neanche sussistere: come "cercare attrezzi" o "consultarsi con capo reparto") e le elimina radicalmente. I passi successivi sono: la riduzione drastica delle durate di attività interne, la razionalizzazione e riorganizzazione di tutte le attività esterne. Per quanto concerne la riduzione dei tempi necessari per eseguire attività

interne (l'obiettivo primario dello S.M.E.D.), si analizzano due classi principali di attività interne:

**1) Attività di rimpiazzo o sostituzione.** Comprendono: lo smontaggio di attrezzature necessarie per le operazioni "precedenti" (stampi, basamenti, guide, nastri) ed il montaggio di quelle relative alle operazioni "successive". Per tal scopo, in generale, ci sono da fare parecchie attività di imbullonaggio (svitare/avvitare/serrare viti, bulloni, dadi) e parecchie attività di movimentazione (sollevare, abbassare, spostare, rimuovere). Tutte attività che prendono tempo. La strategia dello S.M.E.D. é di minimizzare la durata di tali attività, applicando un certo numero di tecniche e trucchi del mestiere, con lo scopo di: eliminare dapprima il bisogno di imbullonare per "tenere assieme" e "serrare" componenti ed attrezzature, o perlomeno eliminare il bisogno di utilizzare metodi di serraggio tradizionali (bulloni e dadi), magari rimpiazzandoli con metodi di serraggio "rapido" (a morsa, magnetici, idraulici) - e comunque di razionalizzare al massimo tutte le attività di serraggio per ridurre all'osso le corrispondenti durate. Nello S.M.E.D. bulloni, viti e dadi sono il nemico N. 1. Un approccio molto simile viene utilizzato per ridurre al minimo ogni attività di movimentazione.

**2) Attività (interne) di regolazione e messa a punto.** Comprendono: misurare, centrare, regolare, posizionare con precisione, registrare, calibrare, mettere a punto, tarare, e simili. Il che é necessario per assicurare la corretta qualità del prodotto. Associate a tali attività, ce ne sono altrettante di prova, per verificare che tutte le messe a punto precedenti siano state effettuate correttamente. Tutto ciò divora tempo prezioso (anche a causa di possibili iterazioni e ripetizioni in sequenza di messe a punto e prove), e richiede sicuramente competenza, abilità ed esperienza.

### **2.2.2 Gli 8 pilastri dello S.M.E.D.**

Sorprende scoprire che lo stesso inventore della metodologia SMED, Shigeo Shingo, abbia detto che *“il migliore metodo per cambiare è non cambiare nulla”* (A revolution in manufacturing, Shingeo Shingo). Infatti l'approccio proposto non si basa su ingenti investimenti in mezzi e tecnologia bensì sulla semplificazione delle operazioni con accorgimenti semplici ma di grande effetto. Shingo ebbe modo di formulare le sue teorie a partire dagli anni 50 in Giappone osservando la produzione prima negli

stabilimenti Toyota relativamente a problemi di cambio dello stampo in una pressa da 800 tonnellate; successivamente nei cantieri navali Mitsubishi si adoperò nello studio sulla capacità produttiva di una piallatrice che risultava essere il collo di bottiglia dell'intero processo a causa dei lunghi tempi di set up. Infine nel 1970 affrontò il caso della sostituzione degli stampi di una formatrice nello stabilimento Toyota che si effettuava in 4 ore, dopo un anno il tempo necessario si ridusse a 90 minuti e successivamente a 3 minuti. Proprio durante quest'ultima esperienza Shingo, davanti al direttore generale dello stabilimento, tracciò con il gesso su una lavagna gli 8 punti da considerare per l'abbattimento dei tempi di set up. Fu la prima formalizzazione del metodo S.M.E.D. (Shingo, 1985).

**1) Separazione dell'IED e OED.** Le operazioni compiute per il cambio di attrezzatura si possono dividere in operazioni interne (Ied – inside exchange of die) e operazioni esterne (Oed - outside exchange of die). Le prime devono essere effettuate necessariamente a macchina ferma mentre le seconde possono essere effettuate in ombra cioè mentre la macchina sta lavorando prima o dopo del cambio vero e proprio. Le operazioni esterne consistono nel preparare il cambio di attrezzatura, le dime, gli attrezzi per fissare e tutto il materiale necessario e posizzarli accuratamente vicino alla macchina controllando che sia tutto in ordine, pulito e in buono stato di manutenzione. Va ricordato che l'ordine e la pulizia degli utensili e dei macchinari contribuisce in modo fondamentale alla prevenzione dei guasti e alla loro immediata identificazione (Quick changeover for operators: the SMED system, Shigeo Shingo, traduzione postuma 1996). Le operazioni interne devono consistere solamente nella rimozione dell'attrezzatura precedente e nel montaggio di quella nuova. Da ciò si evince che bisogna massimizzare le operazioni esterne e se le operazioni interne sono inevitabili effettuarle al momento giusto. Già questo primo accorgimento consentirebbe una riduzione del 30-50% del tempo di sostituzione rispetto a quello richiesto con le tecniche tradizionali dove non c'è distinzione tra fasi interne e esterne e in alcuni casi limite l'intero tempo di set up è costituito da operazioni interne.

**2) Inversione dell'Ied con l'Oed.** Shingo definisce questa come l'idea più efficace di tutto il sistema SMED. Esempi pratici di queste attività sono ad esempio l'adozione di opportuni spessori per evitare l'aggiustamento dell'altezza di uno stampo nella pressa oppure il riscaldamento dello stampo utilizzato per la pressofusione in modo da

eliminare il tempo utilizzato nella macchina per effettuare una iniezione di prova (Shingo, 1996).

**3) Standardizzazione funzionale.** Se tutte le attrezzature avessero la stessa altezza, lo stesso spessore, gli stessi attacchi, le stesse interfacce si potrebbe risparmiare un notevole quantitativo di tempo. D'altro canto la standardizzazione implica notevoli costi e uno studio a monte ben preciso, in questo caso è molto meglio focalizzare l'attenzione solamente su alcuni aspetti funzionali alla sostituzione e standardizzare solamente quelli.

**4) Adozione dei morsetti funzionali.** Il metodo di serraggio più usato in ambito industriale è sicuramente il bullone, a cui si riconoscono indubbiamente alcuni pregi come la reperibilità e la standardizzazione ma ha anche alcuni difetti spesso poco conosciuti e che possono rallentare lo svolgimento delle operazioni interne. Il bullone effettua il corretto bloccaggio solamente quando l'ultimo filetto è in presa, per ottenere ciò è necessario effettuare circa 15 rotazioni. Se il bullone è più lungo del necessario inoltre si ha una perdita di tempo ed energia dovuto all'avvitamento. Il bullone perde la capacità di serraggio appena si verifica un allentamento. Bulloni e dadi vengono spesso persi dall'operatore durante il montaggio all'interno della macchina o in grate del pavimento, ciò provoca uno spreco di tempo dovuto alla ricerca del componente oppure alla sua sostituzione. Spesso i bulloni non sono standardizzati all'interno dello stesso set up. Inoltre quasi sempre non si considera un importante fattore cioè la direzione e il valore della forza da contrastare con il metodo di bloccaggio: i filetti resistono a forze disposte secondo l'asse X, Y e Z ma spesso non si conoscono né le direzioni né i moduli delle forze applicate (Shingo, 1996). Si possono trovare soluzioni alternative che agiscano nella direzione dello sforzo e consentano allo stesso tempo un serraggio efficace e più veloce come cunei, camme, montaggi su cave a T. Tutti questi dispositivi possono essere mobili o fissati direttamente sulla macchina e si possono raggruppare in tre grandi categorie: One Turn, One Motion e Interlocking Methods. I primi si basano sull'adozione di bulloni o altri dispositivi come rondelle appositamente modificate per consentire il serraggio con un solo giro; i secondi richiedono una sola azione per il bloccaggio come camme e morsetti mentre nel terzo gruppo sono compresi tutti quegli accorgimenti che permettono di sostituire i sistemi di bloccaggio con idonei

sistemi di riferimento che garantiscano allo stesso tempo il corretto posizionamento reciproco dei due elementi.

**5) Utilizzo di dime di montaggio.** La dima è una forma o uno stampo che viene realizzato per poter riprodurre una spaziatura, il profilo di un oggetto, o l'oggetto stesso. L'utilizzo di dime nel montaggio semplifica molto le operazioni nel posizionamento e nell'unione dei pezzi.

**6) Operazioni in parallelo.** Spesso gli operai nella sostituzione di attrezzature devono compiere numerosi spostamenti intorno alla macchina che allungano il tempo complessivo di sostituzione. Se la sostituzione fosse affrontata avendo a disposizione due operai si impiegherebbe presumibilmente meno della metà del tempo in quanto le ore-uomo coinciderebbero con quelle precedenti ma il rapporto di utilizzazione sarebbe aumentato. Nella maggior parte dei casi però c'è riluttanza ad adottare questo metodo in quanto non si dispone di operatori di riserva. Bisogna però considerare il fatto che se il tempo di sostituzione è 1 ora saranno necessari 30 minuti di assistenza mentre se il tempo fosse di 8 minuti allora il tempo di assistenza sarebbe ridotto a solo 4 minuti. È quindi necessario valutare la possibilità di avere un operaio addetto al supporto del cambio attrezzatura poiché si ridurrebbe una vera e propria perdita di tempo.

**7) Eliminazione degli aggiustamenti.** Per capire l'importanza degli aggiustamenti bisogna prima discernere il concetto di appostamento e aggiustamento, funzioni completamente separate, che spesso negli stabilimenti non è compreso con chiarezza. Per rendere il concetto con un esempio l'appostamento è la fase di spostamento di un fine corsa dalla posizione A alla posizione B, può succedere che per vari motivi la nuova posizione non sia quella giusta: è necessario quindi spostare ulteriormente il fine corsa procedendo a tentativi (aggiustamento). Il tempo impiegato in questa operazione è notevolmente influenzato dalla professionalità ed esperienza messa in atto da parte degli operatori a fronte di situazioni sempre diverse. È ovvio che questo aspetto è in netto contrasto con la metodologia SMED che invece si propone di eliminare soggettività e dipendenza dei tempi dalle persone rendendo le operazioni di set up intrinsecamente sicure (poka yoke) e talmente elementari che chiunque dopo aver effettuato un minimo addestramento possa svolgerle (Shingeo, 1996). L'aggiustamento si rende necessario quando la precedente operazione non è stata svolta con sufficiente accuratezza e non ha

raggiunto l'obiettivo prefissato il che è dovuto nella maggioranza dei casi dalla complicatezza dell'operazione da svolgere. Per fronteggiare ciò bisogna innanzitutto essere in possesso di un metodo che garantisca il raggiungimento dell'obiettivo e che sia allo stesso tempo il più semplice possibile e di rapida esecuzione. "Il metodo più efficace per eliminare l'aggiustamento è non effettuarlo affatto". Il criterio da applicare è quello del minimo comune multiplo (Lcm- least common multiple) in opposizione al metodo tradizionale: quest' ultimo propone una regolazione continua che dà solo l'illusione di una maggiore possibilità di scelta e accuratezza, ma che in realtà trascina con se più riscontri negativi che benefici. Un esempio riportato dallo stesso Shingo, riguarda lo spostamento di un fine corsa su una rotaia che veniva eseguito azionando una vite e passando quindi per tutti i valori intermedi compresi tra quello di partenza A e quello di arrivo B. La soluzione proposta, tendeva invece ad avere un numero limitato di posizionamenti possibili con una manovra di tipo a gradino anziché continua messa in pratica posizionando diversi fine corsa nelle posizioni di interesse con un interruttore di esclusione dell'alimentazione elettrica in modo tale da eliminare / azionare selettivamente il fine corsa nella posizione richiesta senza provvedere a manovre di spostamento. In questo modo non si è modificato il meccanismo ma solo la funzione.

**8) Adozione della meccanizzazione.** Prima di affrontare questo ultimo passo si è già ridotto il tempo di attrezzaggio da ore a minuti adottando le soluzioni previste dagli interventi fino a qui proposti: con questa fase si potrà ottenere una ulteriore riduzione dei tempi ma con un guadagno percentualmente minore il che nella maggior parte dei casi non risulta essere determinante. Inoltre spesso la meccanizzazione comporta investimenti considerevoli quindi prima di intraprendere una strada onerosa è bene verificare di aver applicato in modo ineccepibile le fasi precedenti e poi valutare attentamente i benefici ottenuti grazie all' integrazione dell'automazione.

### **2.2.3 Fasi concettuali per l'applicazione**

La metodologia SMED è composta da 5 fasi progressive che si sviluppano in modo da intervenire dapprima in modo generale sui maggiori sprechi per poi addentrarsi in modo chirurgico su particolari specifici. Man mano che si procede nello sviluppo delle fasi

aumenta la complessità di attuazione mentre l'efficacia diminuisce in termini percentuali.

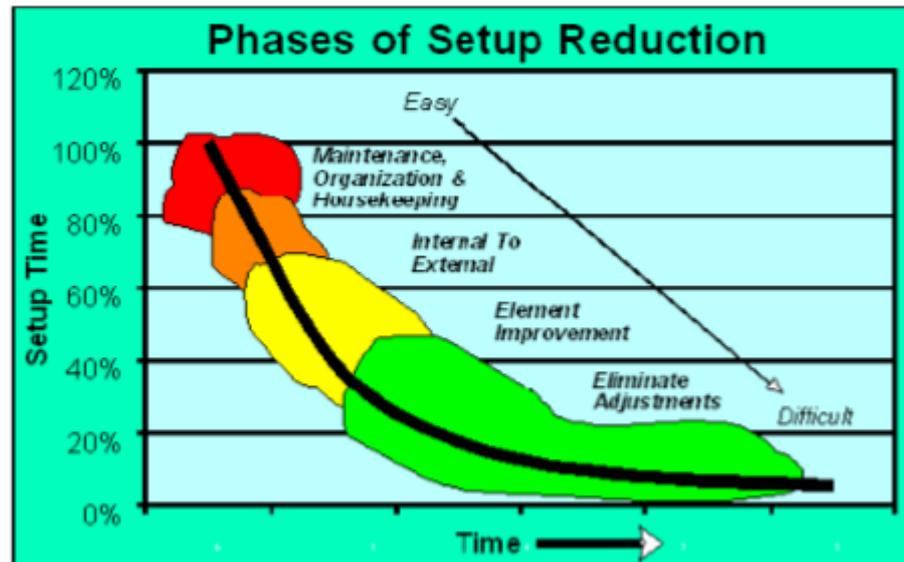


Figura 16 : Fasi d'applicazione dello SMED(Fonte: [www.leanmanufacturing.it](http://www.leanmanufacturing.it))

**Fase preliminare:** organizzare, osservare, registrare. Il primo passo di questa fase consiste nell'effettuare un'osservazione iniziale delle attuali operazioni di attrezzaggio, individuando il ciclo dettagliato delle attività e i tempi ad esse associati: questo compito è spesso svolto con l'ausilio di una telecamera che consenta al gruppo di lavoro di rivedere le operazioni tutte le volte necessarie alla loro revisione critica. L'attività di set-up viene poi scomposta in operazioni elementari che devono essere chiaramente connotate e tempificate grazie all'uso di un'opportuna modulistica (a quick changeover for operators: the SMED system, productivity press development team). Ogni operazione è svolta da un membro diverso del gruppo di lavoro che è suddiviso in:

- Recorder: compongono il gruppo che deve prendere nota dei dati generali delle attività svolte per l'attrezzaggio, quali la durata dell'intero set-up, chi è coinvolto nelle operazioni, gli utensili necessari, ecc.
- Timer: hanno il compito di registrare e tempificare le varie fasi dell'attrezzaggio dividendole in operazioni temporali elementari.
- Fact Collectors: prendono appunti su ogni singola attività presente nel set-up suddividendo le operazioni in azioni.

**Fase 1: operazioni interne ed esterne.** In questa fase occorre distinguere ciò che deve essere necessariamente effettuato a macchina ferma (attività di attrezzaggio interno) da ciò che può essere eseguito sulla macchina in funzione, cioè prima del cambio utensile (attività di attrezzaggio esterno). Bisogna porsi la domanda se ciò che viene eseguito a macchina ferma può essere anche fatto con la macchina in funzione, e quindi convertire le attività interne in attività esterne. Certe attività, infatti, possono essere svolte mentre le macchine stanno lavorando come ad esempio le seguenti:

- 1) Scegliere le persone per lo svolgimento delle operazioni di set-up;
- 2) Preparare parti e strumenti;
- 3) Fare riparazioni;
- 4) Portare parti e strumenti presso le macchine.

Tuttavia, molte di queste operazioni vengono svolte internamente, con un incremento dei tempi passivi che può raggiungere il 100%. E' necessario quindi individuare quelle operazioni che, con semplici accorgimenti, possono essere effettuate in ombra alla produzione e non a macchina ferma. Esistono tre tecniche fondamentali per facilitare la separazione delle attività interne da quelle esterne o, meglio, per evitare che operazioni esterne diventino interne durante l'esecuzione del set-up:

- 1) Creare e seguire delle check-list scrupolose;
- 2) Eseguire dei controlli funzionali;
- 3) Ottimizzare il trasporto delle parti e degli strumenti.

Una check-list deve contenere tutte le informazioni su tutto ciò che è necessario per eseguire il prossimo set-up. In pratica deve specificare: Operatori, Strumenti, Parti, Variabili operative (temperature, pressioni, tensioni di alimentazioni, ecc.), Procedure operative, Metriche.

Dopo aver controllato che tutto il necessario sia presente è d'obbligo verificarne lo stato operativo e l'integrità attraverso i controlli funzionali. Evidentemente, tanto più grande sarà l'anticipo temporale rispetto al momento in cui dovrà essere eseguita l'attività di set-up, tanto maggiori saranno le probabilità di evitare problemi. Infatti, se ci sono parti o strumenti da riparare, è importantissimo disporre del tempo necessario per eseguire la manutenzione in ombra alla produzione. Tutte le parti e gli strumenti identificati dalle check-list realizzate devono essere presenti a bordo macchina al momento del set-up. Se la movimentazione riguarda parti di dimensioni e peso notevoli

e richiede l'uso di risorse critiche come i carri ponte, questo punto diviene nevralgico. Infatti è necessario rivedere le procedure di trasporto in modo da ridurre il tempo di fermo macchina, al fine di scongiurare il deterioramento delle performance produttive (a quick changeover for operators: the SMED system). Una delle prime azioni che vengono attuate all'interno di uno studio SMED è, infatti, l'ottimizzazione dei trasporti.

**Fase 2: Conversione da attrezzamento interno ad attrezzamento esterno.** Le attività della Fase 1 non consentono, da sole, di ridurre il tempo di set-up oltre una certa soglia. Per raggiungere valori dell'ordine del "single minute" è necessario trasformare una parte di operazioni di attrezzaggio interne in operazioni esterne, in modo da poterle svolgere in ombra alle attività produttive. Le fasi fondamentali di questa fase sono due:

- Analizzare la funzione di ogni singola attività nel set-up interno attuale;
- Convertire le attività interne in attività esterne.

Un possibile esempio di queste attività riguarda gli stampi di fusione. In genere, gli stampi vengono installati e successivamente riscaldati per portarli alla temperatura di funzionamento. Effettuare un'attività di pre-riscaldamento mentre si conclude la fase operativa precedente permette di risparmiare molto tempo. In generale le tecniche cui è possibile fare ricorso sono essenzialmente tre:

1. Preparazione anticipata delle condizioni operative: Se le condizioni operative (temperature, pressioni, posizione dei materiali) vengono adeguatamente predisposte i tempi di set-up saranno drasticamente ridotti. Un esempio è l'utilizzazione di un buffer a bordo macchina che consenta di disaccoppiare la richiesta di materiale dalla disponibilità del carrello utilizzando un congegno che permetta all'operatore di svolgere autonomamente l'operazione di carico e scarico della macchina.

2. Standardizzazione delle funzioni essenziali: standardizzare i modi di esecuzione del set-up significa pensare a tutte le possibili modifiche alle macchine e alle attrezzature che possono evitare eventuali attività di aggiustamento complesse e lunghe.

Il caso più noto in letteratura, riportato dallo stesso Shingo, è quello degli stampi per le presse, che possono avere diverse altezze. La soluzione è quella di standardizzare l'altezza degli stampi mediante l'uso di opportuni spessori. All'interno di questa fase, seguendo i suggerimenti dati dalle tecniche a cui è possibile far riferimento per esternalizzare le attività, è possibile predisporre logisticamente le attività da "tirare fuori" ed eseguire lontano dalla postazione di lavoro. Una volta individuate ed

eventualmente progettate le soluzioni da implementare per ottenere riduzioni dei tempi di set-up, è necessario eseguire in un “ambiente prova” la nuova sequenza di operazioni. Solo così si possono valutare i bilanciamenti e la reale convenienza ad allocare esternamente e in anticipo al fermo impianto alcune operazioni, oltre che valutare l’effettivo grado di addestramento delle risorse dedicate.

**Fase 3: semplificazione delle operazioni di set up.** Una volta esternalizzate le attività individuate, è necessario evidenziare le operazioni anomale e valutarne la possibile eliminazione, o almeno la riduzione, dei tempi occorrenti mediante modifiche riguardanti il metodo, le attrezzature o il ricorso a “manualità e occhio”. E’ fondamentale, in altre parole, analizzare ancora una volta le operazioni eseguite con i nuovi metodi e valutare se possono essere apportati ulteriori miglioramenti. Macchine complesse quali, ad esempio, grandi presse o sistemi di colata spesso richiedono operazioni su più lati della macchina. Utilizzare un singolo addetto per eseguire tutte le operazioni di set-up significa perdere una notevole quantità di tempo a causa dei continui movimenti richiesti attorno alla macchina. Utilizzare operazioni in parallelo si concretizza nel dividere le varie attività elementari fra due (o più) operatori che, “responsabili” delle operazioni su diverse aree della macchina, riducendo gli spostamenti intorno alla macchina permettono di diminuire il tempo totale di set up. Anche se il numero totale di ore di lavoro per l’attrezzaggio non cambia, può crescere il tempo di lavoro produttivo della macchina. Se un tempo di attrezzamento di un’ora fosse ridotto a tre minuti, il secondo addetto sarebbe necessario per tale operazione solo per tre minuti. Per tale motivo spesso si istruiscono degli specialisti nell’attività di attrezzamento (ad esempio nel caso di presse), nuove figure “jolly” che possono lavorare insieme agli addetti macchina (quick changeover for operators). Per massimizzare l’efficienza e la sicurezza delle attività e per velocizzare la stesura del piano di lavoro è possibile creare le “carte procedurali”. Esse indicano la sequenza corretta delle operazioni da svolgere ed il tempo necessario per ciascuna attività. Inoltre, è possibile indicare il tipo di segnale che i vari operatori addetti al lavoro devono inviare al completamento della singola attività, affinché gli altri possano operare in condizioni di estrema sicurezza (ad esempio, avvisi sonori e/o luminosi).

**Fase 4: documentazione del nuovo processo.** Dopo aver attuato tutti i miglioramenti ideati e progettati è necessario stendere una nuova procedura che riordina

cronologicamente le nuove operazioni da eseguire e istruire adeguatamente il personale sui nuovi comportamenti da tenere. Le procedure, così redatte, devono essere riportate su un foglio ciclo che dovrà essere presente a bordo macchina in modo da assicurare che le procedure vengano seguite dagli operatori. Inoltre si deve rivedere l'intero processo di set-up per poter determinare con certezza cosa funziona bene e individuare quello che invece non funziona. Dalle conclusioni tratte da queste analisi, possono essere individuati eventuali nuovi cambiamenti che il team di lavoro vorrebbe eseguire prima di passare ad una nuova analisi SMED.

Le fasi descritte, possono, nelle applicazioni, non essere eseguite nella sequenza illustrata. Capita infatti che due fasi vengano eseguite contemporaneamente o una preceda l'altra nell'ordine di applicazione. Questo avviene perché ogni caso analizzato è diverso dall'altro e quindi può accadere, ad esempio, che la stesura della procedura sia uno dei primi interventi di miglioramento oppure che la semplificazione delle attività di set-up sia compresa nella progettazione di sistemi per convertire l'attrezzamento interno in attrezzamento esterno.

## **2.3 Modelli convenzionali di gestione della salute e sicurezza sui luoghi di lavoro**

### **Definizioni**

Le definizioni che seguono, e che sono utili per la comprensione delle formule presentate nel seguito, sono tratte dalla norma UNI 7249 "Statistiche degli infortuni sul lavoro":

**Rischio infortunistico:** probabilità per il lavoratore di subire per causa violenta un danno consistente in una lesione psicofisica derivante eziologicamente dall'attività lavorativa svolta.

**Infortunio sul lavoro:** evento lesivo avvenuto per causa violenta, in occasione di lavoro, da cui sia derivata la morte o un'inabilità permanente al lavoro assoluta o parziale ovvero un'inabilità temporanea assoluta per un tempo maggiore della rimanente parte della giornata o del turno nel quale si è verificato.

**Infortunio/medicazione:** evento lesivo che comporta medicazione con ripresa immediata del lavoro o con abbandono del lavoro per la rimanente parte della giornata o del turno nel quale si è verificato.

**Infortunio riconosciuto (con indennizzo) dall'Istituto Assicuratore:**

- Per inabilità temporanea: evento lesivo che ha provocato astensione dal lavoro maggiore di 3 giorni e che si è concluso con la completa guarigione clinica senza postumi permanenti o con postumi permanenti di gradi di inabilità minore del grado minimo indennizzabile;
- Per inabilità permanente: evento lesivo che ha provocato inabilità tale da ridurre l'attitudine al lavoro in misura non minore del grado minimo indennizzabile;
- Per morte: evento lesivo che ha provocato il decesso dell'infortunato.
- Infortunio definito dall'Istituto Assicuratore senza indennizzo: evento lesivo per il quale non è stato corrisposto alcun indennizzo.

**Mancati infortuni (o NEAR MISS):** sono da attribuire ad anomalie di funzionamento senza conseguenze, carenze anche organizzative, comportamenti non corretti ecc. Se per individuare il rischio ci si deve riferire a una possibilità, ossia anche una semplice potenzialità, i quasi incidenti sono indicatori di rischio. E' quindi estremamente utile adottare procedure o prassi aziendali, previa un'adeguata informazione e formazione dei lavoratori, per assicurare la segnalazione, e quindi la registrazione dei mancati infortuni e degli infortuni con conseguenze leggere.

### **2.3.1 Confronto tra gli indici e analisi statistica degli infortuni**

E' molto utile, ad esempio per poter definire obiettivi di miglioramento nel campo della S&SL (e successivamente misurarne il raggiungimento), effettuare un confronto tra i propri indici di frequenza e gravità e quelli del settore di appartenenza dell'organizzazione, oppure quelli di aziende che effettuano la stessa tipologia di attività.

Si deve aver presente, tuttavia, come già osservato precedentemente, che in genere l'indice di gravità utilizzato in azienda non corrisponde a quello definito dalla norma UNI 7249. Basti pensare che l'INAIL, nelle elaborazioni statistiche, considera

“infortunio” i casi in cui la persona infortunata perde tre o più giorni di lavoro (infatti è solo in questo caso che l’INAIL riceve la denuncia di infortunio); si faccia quindi molta attenzione nel confronto tra gli indici.

Oltre a confrontarsi con indici di settore, un’organizzazione che si doti di un sistema di gestione della S&SL non dovrebbe, nell’ottica del miglioramento continuo, limitarsi a calcolare gli indici di frequenza e di gravità, ma dovrebbe costruire degli indici “ad hoc” elaborando le numerose informazioni contenute nel registro infortuni.

Ad esempio, può essere estremamente utile analizzare le caratteristiche degli infortuni determinando le cause che li hanno originati, oppure le parti del corpo lese, ecc. e ricavarne così informazioni utili al miglioramento della salute e sicurezza dei lavoratori. Ad esempio, ove si dovesse rilevare che un’alta percentuale di infortuni colpisce gli arti inferiori ed accadono in magazzino coinvolgendo in vario modo l’uso dei carrelli elevatori, è probabile che vi sia una carenza di formazione nell’uso delle attrezzature o semplicemente che gli accadimenti derivano dal mancato utilizzo dei dispositivi di protezione Individuale (scarpe antinfortunistiche).

Un indice interessante può essere quello relativo alla **durata media delle assenze per infortuni**, che è una misura della gravità “media” degli infortuni stessi. Esso si calcola come segue:

$$DM = \frac{\text{Giornate Perse per Infortunio}}{\text{Numero degli Infortuni}} \quad (6)$$

Naturalmente la formula può essere riferita agli infortuni con inabilità temporanee, e in questo caso fornisce dati reali; o anche agli infortuni che provocano invalidità permanente o morte, e in questo caso fornisce un dato convenzionale.

L’analisi degli infortuni in azienda ha un ruolo rilevante nell’approccio alla valutazione dei rischi sul lavoro, in quanto fornisce e consente di elaborare i “dati storici” degli eventi di danno con causa istantanea effettivamente verificatasi: il registro degli infortuni.

Quest’ultimo è obbligatorio per qualsiasi azienda, registrare tutti gli infortuni che comportino l’assenza di almeno un giorno, escluso quello in cui l’evento si è verificato.

Il registro degli infortuni deve essere vidimato in ogni pagina dall'ASL competente, e deve riportare per ogni infortunio:

- Data di abbandono e di ripresa del lavoro
- Nome, cognome, età, reparto e qualifica professionale dell'infortunato cause e circostanze dell'infortunio
- Natura e sede della lesione
- Conseguenze dell'infortunio (assenza per inabilità temporanea, %inabilità permanente, morte).

Il D. Lgs. 81/08 ne prevede la sostituzione informatica.

I dati assoluti derivano dalla pura registrazione degli eventi che si sono verificati, e sono espressi in termini di numero di infortuni o entità delle conseguenze.

I dati pesati, anche detti indici di infortunio, rendono invece conto dell'intensità del fenomeno: sono espressi in termini di numero di infortuni o entità delle conseguenze per ora lavorata o lavoratore.

I dati sugli infortuni, essendo relativi a condizioni di rischio, devono ovviamente rendere conto dei due aspetti che lo determinano: la probabilità e il danno.

Distinguiamo quindi fra:

- Dati di frequenza: legati alla probabilità
- Dati di gravità: legati all'entità dei danni verificatisi.

### **Indice di frequenza**

Gli indici di frequenza (come si vedrà, se ne possono costruire più di uno) definiscono appunto con che frequenza si verificano gli infortuni che interessano una certa popolazione (gli addetti all'agricoltura, i metalmeccanici, l'insieme dei dipendenti della mia azienda, ecc.). Essi si ottengono dividendo il numero di infortuni verificatisi in un dato periodo, di norma un anno, per il numero totale di ore lavorate nello stesso periodo dalla popolazione in esame. Allo scopo di ottenere tendenzialmente numeri interi, questo rapporto viene poi moltiplicato per 1.000.000. In tal modo l'indice misura il numero di infortuni avvenuti ogni milione di ore lavorate. La formula dell'**Indice di frequenza IF** è quindi la seguente:

$$IF = \frac{\text{Numero Infortuni}^6}{\text{Ore Lavorate}} * 10 \quad (1)$$

Nelle statistiche ufficiali, gli infortuni nel numeratore della formula sono quelli indennizzabili dall'INAIL e "definiti" entro il 31 dicembre dell'anno successivo a quello di accadimento (solitamente il 95% dei casi). Per infortunio "definito" si intende quello di cui si è concluso amministrativamente l'iter burocratico per la concessione o meno dell'indennizzo. I denominatori degli indici di frequenza degli infortuni sono ottenuti come stime a partire dal monte-salari annuo.

A livello aziendale, e adottando un criterio di aggregazione per competenza, il numero di infortuni sarà anzitutto quello deducibile dal registro infortuni. E' chiaro che ciò influenza negativamente la possibilità di confronti precisi con dati generali, ma riflette meglio la realtà aziendale, ed evita doppie "contabilità" del fenomeno infortunistico.

Per quanto riguarda le ore (effettivamente) lavorate, si tratta di un dato che, a livello aziendale, dovrebbe essere facilmente disponibile.

Naturalmente, se si vuole, si possono costruire diversi indici riferibili a particolari tipologie di infortuni, ad esempio:

- Indice di frequenza degli infortuni mortali;
- Indice di frequenza degli infortuni notificati all'Istituto assicuratore;
- Indice di frequenza degli infortuni riconosciuti dall'Istituto assicuratore;

Un caso particolare, coerente con l'applicazione del sistema gestionale della S&SL derivante dalla specifica OHSAS 18001, consiste nel tenere conto dei "mancati infortuni".

Si può quindi costruire un **Indice di frequenza dei mancati infortuni (IF<sub>MI</sub>) o Near Miss:**

$$IF_{MI} = \frac{\text{Numero Mancati Infortuni}^6}{\text{Ore Lavorate}} * 1 \quad (2)$$

o un **Indice di frequenza totale (IF<sub>I+MI</sub>)**, riferito alla somma degli infortuni e dei mancati infortuni:

$$IF_{I+MI} = \frac{\text{Numero Infortuni} + \text{Numero Mancati Infortuni}^6}{\text{Ore Lavorate}} * 10 \quad (3)$$

### **Indice di gravità**

La norma UNI 7249, "Statistiche degli infortuni sul lavoro", prevede come principali misure del danno infortunistico (cioè della serietà delle conseguenze degli incidenti sul lavoro) gli indici di gravità, che si ottengono dividendo le giornate perse per infortunio per le ore lavorate (sempre, come è ovvio, con riferimento a una certa popolazione per un certo periodo).

Se consideriamo solo gli infortuni che hanno dato luogo a inabilità temporanea, l'**Indice di gravità** è pari a:

$$IG = \frac{gT}{Ore Lavorate} * 10^3 \quad (4)$$

Analogamente a quanto si è visto in relazione all'indice di frequenza, si introduce un fattore correttivo allo scopo di ottenere numeri più maneggevoli. Per l'indice di gravità si usa il fattore  $10^3$  (pari a 1.000); la formula fornisce quindi le giornate perse per infortunio per migliaia di ore lavorate.

Come si è detto, questa formula non tiene conto dei casi di invalidità permanente e di morte: qualora si volesse tener conto anche di tali fattori, la formula per l'indice di gravità sarà data da:

$$IG = \frac{gT + gP + gM}{Ore Lavorate} * 10^3 \quad (5)$$

dove:

$gT$  = somma dei giorni di inabilità temporanea;

$gP$  = somma dei giorni convenzionali di invalidità permanente;

$gM$  = somma dei giorni convenzionali di invalidità dei casi mortali

Per valutare i vari termini della formula appena presentata si ricorre a convenzioni. Per gli infortuni che danno luogo a inabilità permanente si assume una perdita di 75 giornate di lavoro per ogni grado di invalidità permanente; per gli infortuni causa della morte dell'infortunato, si assume una perdita totale di 7.500 giornate di lavoro (di fatto, a questi fini, la morte viene equiparata a un'indennità permanente totale).

Anche in questo caso, si possono costruire diversi indici riferibili a particolari tipologie di infortuni, ad esempio:

- Indice di gravità per inabilità temporanea degli infortuni notificati all'Istituto assicuratore;
- Indice di gravità degli infortuni notificati riconosciuti dall'Istituto assicuratore.

### **2.3.2 Valutazione delle prestazioni di S&SL e criteri di aggregazione dei dati infortunistici**

La valutazione delle prestazioni di S&SL di un'organizzazione (o, se si vuole, la sua efficienza nel campo della S&SL) non è mai descritta da un numero (o più numeri) fini a se stessi. L'efficienza è un fatto dinamico e comparativo. Un dato di efficienza deriva dal confrontare la propria realtà con altre realtà comparabili, o con un parametro di riferimento, un *benchmark*, oppure misurandone la sua evoluzione nel tempo. Un dato singolo e assoluto dice ben poco.

L'andamento nel tempo degli indici descritti nei paragrafi precedenti è quindi un dato di efficienza dell'organizzazione in materia di S&SL e un modo adatto per valutare i risultati delle azioni che essa ha messo in atto.

Per quanto riguarda le PMI, tuttavia, i dati sugli infortuni non hanno in genere rilevanza statistica. Può essere quindi particolarmente utile, in queste organizzazioni, prendere in considerazione indici come  $IF_{MI}$  o  $IF_{I+MI}$ , che includano i mancati infortuni; in linea di massima questi ultimi sono di un ordine di grandezza superiore (dieci volte) agli infortuni veri e propri.

Un altro modo, anche se indiretto, di misurare l'efficacia degli sforzi compiuti dall'organizzazione per la riduzione dei rischi consiste nel ricorrere a una comparazione fra i risultati di due successive valutazioni dei rischi. Si può utilizzare, a tal fine, un parametro che chiameremo  $R_{totale\ anno}$ . Esso è calcolato come la somma dei valori numerici di rischio  $R_i$  individuati per un periodo di riferimento per l'intera organizzazione.

La valutazione della prestazione risulterà dal confronto tra i valori di  $R_{totale}$  calcolato per due anni consecutivi, come spiegato nel seguito. Se le misure introdotte dall'organizzazione a seguito della valutazione dei rischi sono corrette, ci si dovrà aspettare, nel successivo ciclo di valutazione dei rischi (e a parità di altri fattori) una riduzione di questo indice.

Tutto ciò può essere spiegato meglio con un esempio.

Supponiamo che per l'anno 2000 siano stati individuati  $n$  rischi, con i relativi valori  $R=P \times D$ . Per ciascuno di essi sono inoltre state programmate le misure di prevenzione e protezione che si ritengono più adeguate, come mostrato in tabella:

*Tabella 7 : Esempio della valutazione delle prestazioni*

	<b>Descrizione</b>	<b>R (2000)</b>	<b>Misura prevenzione/protezione</b>
$R_1$	Durante le operazioni di manutenzione ordinaria è possibile il contatto con sostanze chimiche	4	Obbligo uso di guanti in neoprene
$R_2$	Rischio di scivolamento sulle scale nel caso in cui le soles delle scarpe siano bagnate	3	Posizionare delle strisce anti scivolo sulle "battute" dei gradini
$R_3$	....	9	
...		...	
$R_n$		...	
$R_{Totale}$		105	

Sommando i valori di ciascun rischio individuato si ottiene il valore di  $R_{Totale\ 2000}$ , pari a 105. Durante l'aggiornamento della valutazione dei rischi (ad esempio a inizio 2001) vengono di nuovo calcolati i valori di rischio  $R_i$  per ciascuno degli  $n$  rischi individuati nel 2000, come mostrato in tabella:

Tabella 8 : Esempio sul confronto della valutazione delle prestazioni

n. Rischio	Descrizione	R (2000)	Misura prevenzione/protezione	Attuata?	R (2001)
R <sub>1</sub>	Durante le operazioni di manutenzione ordinaria è possibile il contatto con sostanze chimiche	4	Obbligo uso di guanti in neoprene	Sì	3
R <sub>2</sub>	Rischio di scivolamento sulle scale nel caso in cui le soles delle scarpe siano bagnate	3	Posizionare delle strisce anti scivolo sulle "battute" dei gradini	Sì	1
R <sub>3</sub>	....	9			
...		...			
R <sub>n</sub>		...			
RTotale 2000		105		RTotale 2001	86

Come si può vedere dall'esempio i singoli valori di R<sub>i</sub> nel 2001 risultano più bassi rispetto al 2000, poiché sono state introdotte misure che hanno migliorato la sicurezza, riducendo i rischi (e operando, quindi, sia sui pericoli sia sulla probabilità che ne derivino eventi infortunistici o di salute dei lavoratori. Anche il valore di R<sub>Totale2000-2001</sub> risulta pertanto diminuito: questo permette di affermare che le azioni compiute dall'organizzazione ai fini della riduzione dei rischi sono state in qualche misura efficaci.

Il valore dell'indicatore I<sub>RTotale</sub> sarà dato da:

$$I_{RTotale\ 2000-2001} = \frac{R_{Totale2001}}{R_{Totale\ 2000}} \quad (6)$$

In questo caso sarà pari a:

$$I_{RTotale\ 2000-2001} = \frac{86}{105} = 0.81 \quad (7)$$

Valori di I<sub>RTotale</sub> inferiori a 1 indicano un miglioramento della sicurezza all'interno dell'organizzazione.

Un'ulteriore nota: sia nell'elenco  $R_1, R_2, \dots, R_n$  che nel calcolo di  $R_{\text{Totale } 2001}$  non rientrano gli eventuali nuovi rischi individuati nell'anno 2001, che saranno invece oggetto di un successivo confronto con l'anno 2002 ( $R_{\text{Totale } 2002}$ ).

In conclusione, si può affermare che l'analisi degli infortuni e dei mancati infortuni, meglio se non limitata ai puri indici di carattere generale, fornisce indicazioni utili per definire gli interventi di miglioramento della situazione in materia di sicurezza.

Si deve tuttavia mettere in guardia il lettore dal pericolo di ritenere che esista l'indicatore perfetto; ogni organizzazione ha le sue caratteristiche, e deve (a) scegliere gli indicatori e gli insiemi di dati che meglio le riflettono, (b) non fermarsi mai alla pura considerazione dei numeri, ma comprenderli in funzione di come essi sono stati costruiti, a partire dai dati utilizzati.

I dati infortunistici possono essere aggregati con diverse modalità, circa le quali fanno da principale riferimento i criteri comunemente utilizzati dagli Istituti Assicuratori.

Dal punto di vista temporale, i casi di infortunio si possono classificare in relazione sia all'epoca di accadimento sia alle fasi dell'iter assicurativo:

- aggregazione dei dati **“per competenza”**: si considerano i casi di infortunio avvenuti nel periodo di riferimento, indipendentemente dalla data di notifica all'Istituto Assicuratore, ovvero di definizione clinica o amministrativa;
- aggregazione dei dati **“per esercizio”**: si considerano i casi di infortunio notificati all'Istituto assicuratore, ovvero definiti clinicamente o amministrativamente, nel periodo di riferimento, indipendentemente dalla data di accadimento.

E' evidente che dal punto di vista gestionale ha maggior senso l'aggregazione dei “per competenza”: essa, riferendo gli infortuni a quando sono effettivamente avvenuti, consente una miglior correlazione con le condizioni nelle quali essi sono realmente accaduti. Ovviamente ciò ha il risvolto negativo di non poter calcolare a fine del periodo scelto (di solito, un anno solare) quante sono le giornate perse per infortunio, se l'assenza si protrae oltre quel periodo.

Peraltro, l'aggregazione “per esercizio”, oltre a essere ovviamente necessaria per scopi amministrativi, permette, nel caso di assenze prolungate oltre il periodo di riferimento per il verificarsi dell'evento, di identificare gli infortuni che hanno causato invalidità permanente o, al limite, il decesso dell'infortunato.

## CAP. 3 – SURVEY ANALISYS

### 3.1 Analisi degli infortuni: Birra Peroni s.r.l.

Dopo aver fatto una panoramica su quelli che sono gli indici più comunemente utilizzati e le metodologie per la loro valutazione, vediamo ora gli indici da me utilizzati per effettuare tale analisi. Quest'ultimi rispecchiano gli indici proposti da SABMiller per monitorare tutti i suoi stabilimenti sotto l'aspetto della S&SL. Questa prima fase d'analisi ci servirà per conoscere quale attività o zona dello stabilimento è più esposta a rischio infortunistico.

$$\begin{aligned} & \text{INDICE DI FREQUENZA} \\ & = \\ & \text{DISABLING INCIDENT FREQUENCY RATE (DIFR) –SabMiller} \end{aligned}$$

La dimensione del rischio infortunistico sul lavoro si misura attraverso gli indici di frequenza; il DIFR è l'indice utilizzato da SabMiller per monitorare il numero di infortuni sul lavoro avvenuti negli Stabilimenti Europei negli ultimi 12 mesi ogni duecentomila ore lavorate secondo la seguente formula:

$$DIFR = \frac{n^{\circ} \text{ infortuni}}{\text{ore effettivamente lavorate}} * 200000 \quad (8)$$

$$\begin{aligned} & \text{INDICE DI GRAVITA'} \\ & = \\ & \text{DISABLING INCIDENT SEVERITY RATE (DISR) –SabMiller} \end{aligned}$$

E' l'indice utilizzato da SabMiller per monitorare la gravità di un infortunio ed è definito come il rapporto tra la misura della durata dell'inabilità (giorni persi per infortunio) ed una misura dell'esposizione al rischio (ore lavorate) entrambi omogeneamente delimitate nel tempo e nello spazio.

$$DISR = \frac{n^{\circ} \text{ giorni di infortunio}}{\text{ore lavorate negli ultimi 12 mesi}} * 200000 \quad (9)$$

Per effettuare l'analisi si è partiti dalla raccolta dati dal registro infortuni. Per una più accurata analisi dei dati si è scelto un arco temporale che va 2006 al 2014(8anni). Di seguito viene riportata una tabella riassuntiva, con le seguenti informazioni d'interesse:

- Data;
- Area dello stabilimento;
- Tipo di evento infortunistico secondo le classi previste la *Piramide di Heinrich*.

Tabella 9 : Tabella riassuntiva del registro degli infortuni

Data	Area	Giorni di assenza per inabilità temporanea[gg]	Tipo di infortunio (L)	Incidente (M)	Heinrich
25/01/2006	Packaging	11	Contusione / livido	Collisione con un oggetto	Incidente
03/04/2006	Packaging	25	Contusione / livido	Intrappolato tra oggetti	Incidente serio
24/08/2006	Manutenzione	0	Sforzo eccessivo / strappo	Sforzo eccessivo	Medicazione / Primo soccorso
12/09/2006	Manutenzione	14	Distorsione	Sforzo eccessivo	Incidente
14/10/2006	Brewing	3	Contusione / livido	Scivolata / terreno irregolare; Specificare:....	Incidente
17/10/2006	Packaging	11	Taglio / lacerazione	Taglio / lacerazione per rottura bottiglie o altro	Incidente
26/02/2007	Packaging	0	Contusione / livido		Medicazione / Primo soccorso
.....		.....			
22/06/2014	Packaging				Near Miss

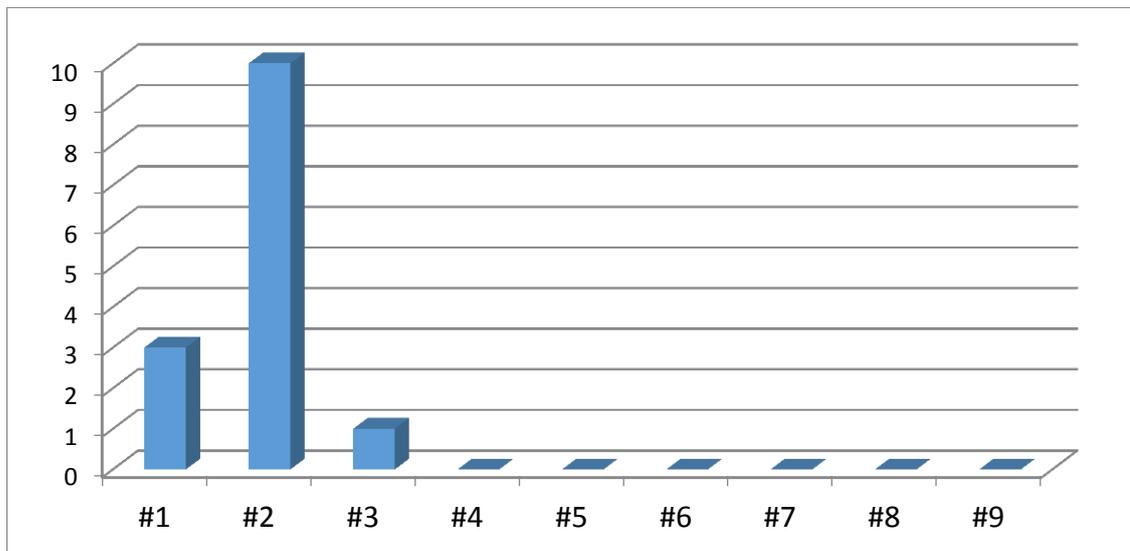
Successivamente alla fase di raccolta dati si è passati all'aggregazione degli stessi andando ad individuare una serie di zone/reparto d'interesse all'interno dello stabilimento, in particolare:

- Brewing,
- Packaging,
- Manutenzione,
- Controllo qualità,
- Area esterna reparti,
- Logistica,
- S.A.P. (Servizi Ausiliari di Produzione).

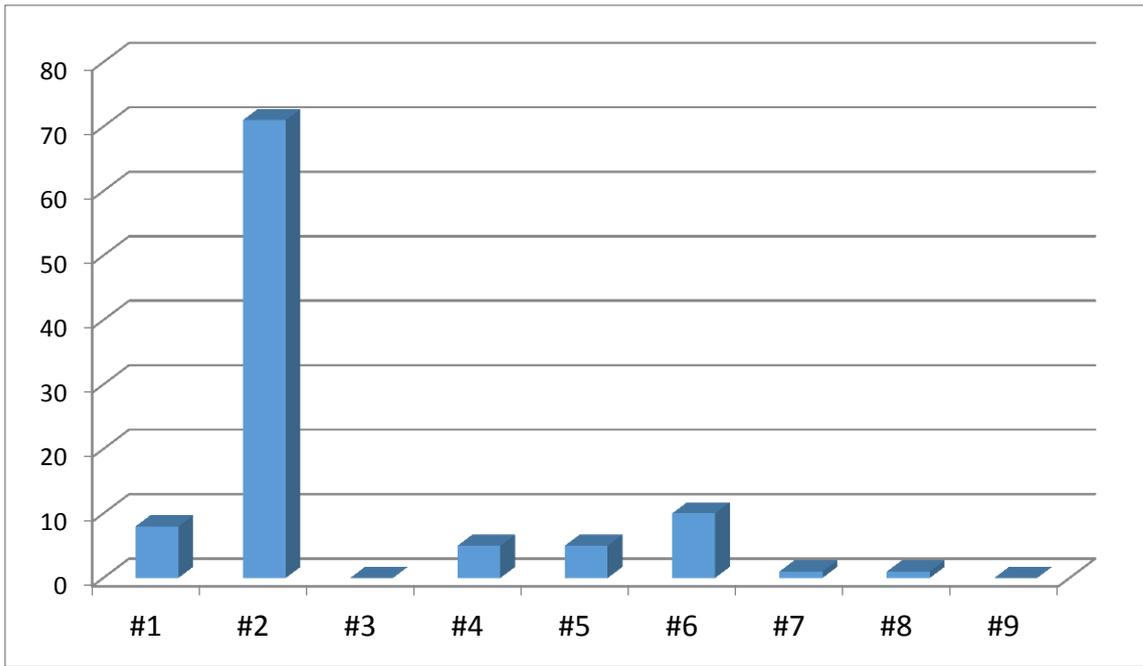
Gli stessi a loro volta sono stati raggruppati secondo la tipologia di evento infortunistico, elencati di seguito per **gravità crescente** ossia:

- Near Miss (o quasi infortunio),
- Medicazione/Primo soccorso,
- Incidente,
- Incidente serio.

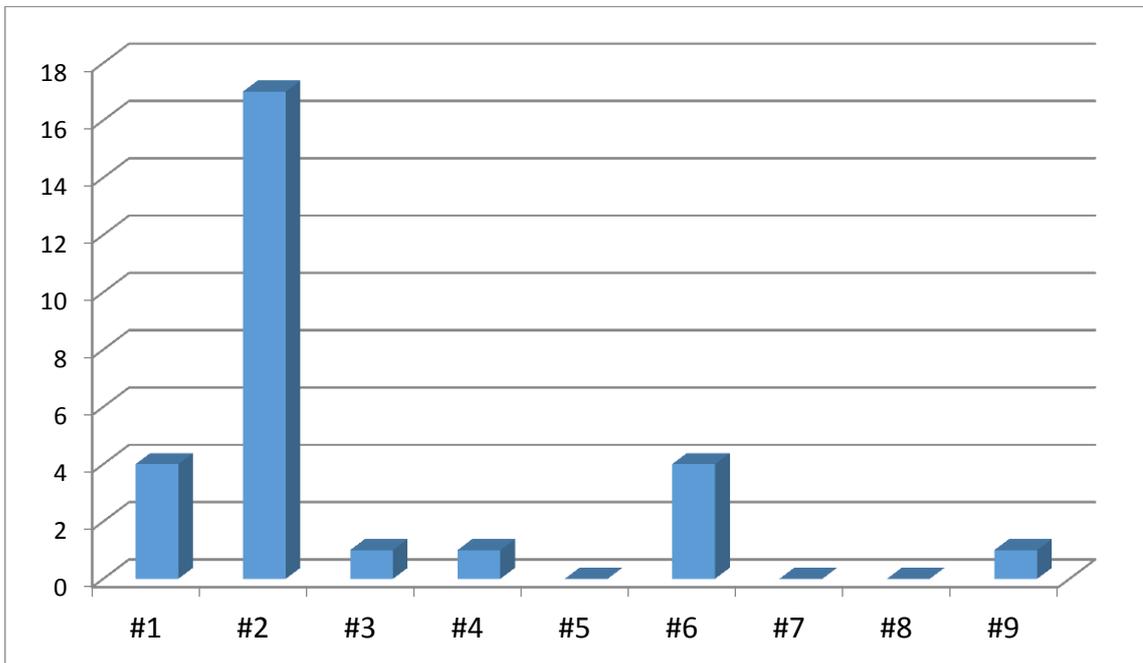
Di seguito, vengono riportati i risultati ottenuti a seguito dell'analisi.



*Figura 17 : Istogramma Near Miss*



*Figura 18 : Istogramma Medicazione/Primo soccorso*



*Figura 19 : Istogramma incidente*

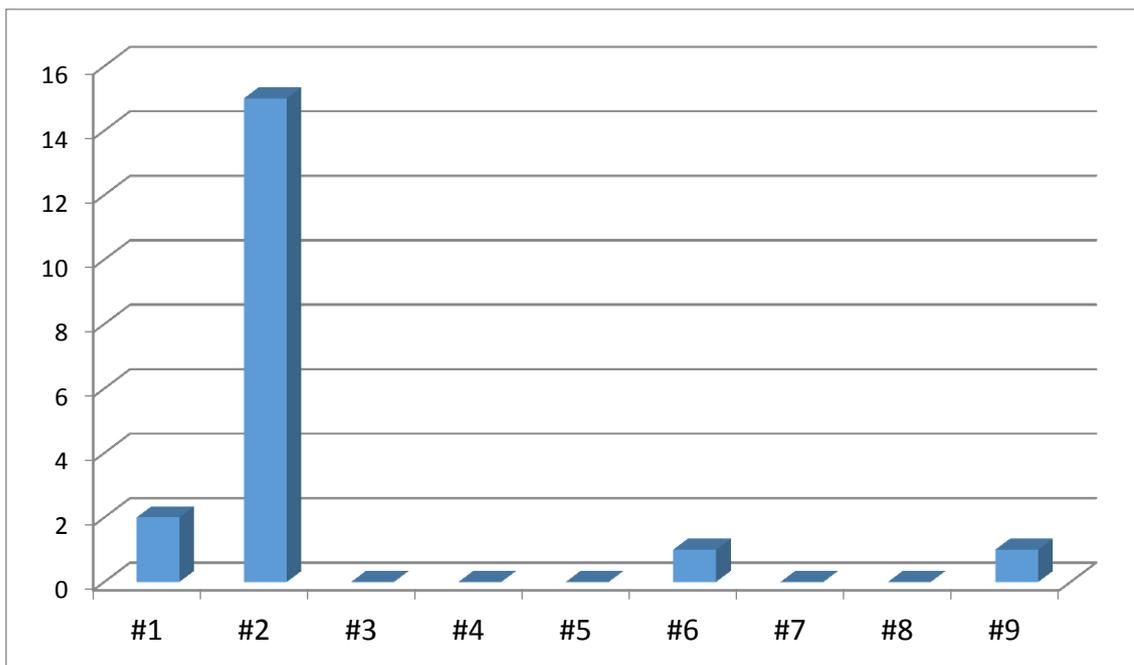


Figura 20 : Istogramma incidente serio

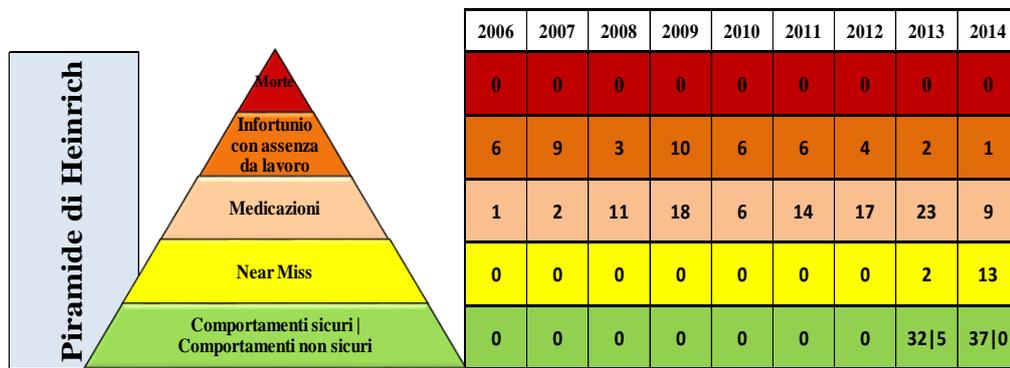
Tabella 10 : Legenda istogrammi

#1	#2	#3	#4	#5	#6	#7	#8	#9
Brewing	Packaging	Logistica	Controllo qualità	Area esterna ai reparti	Manutenzione	S.A.P.	Laboratorio chimico	Fuori dallo stabilimento

Dall'analisi dei grafici, si evince facilmente come l'area esposta a più alto rischio infortunistico è il **packaging**, area in cui concentreremo la nostra attenzione.

A questo punto, si è valutata anche la distribuzione degli incidenti aggregandoli questa volta per anno e a loro volta per la tipologia di infortunio.

Tabella 11 : Situazione infortunistica dello Stabilimento Birra Peroni s.r.l. di Bari



Da questa analisi, invece, le informazioni che sono emerse sono quelle di un aumento delle situazioni riportate nella base della piramide (a cui corrispondono eventi di gravità minore) e una riduzione delle situazioni in cima alla piramide (a cui corrispondono eventi di gravità maggiore) nel corso degli ultimi 8 anni.

Questo ci fa capire, come gli sforzi fatti in questi anni dallo stabilimento Peroni s.r.l. di Bari, in materia di salute e sicurezza dei luoghi di lavoro, abbiano ridotto sensibilmente il rischio infortunistico.

Naturalmente, questo non è da considerarsi un traguardo ma gli sforzi in tal senso sono orientati al raggiungimento dell'obiettivo **zero infortuni**.

### 3.2 Analisi mansioni operatori del packaging: principi generali per la valutazione e la prevenzione dei rischi

In questa fase d'analisi ci si è concentrati nella valutazione e prevenzione dei rischi per i soli operatori di linea. Essi rappresentano la forza lavoro che è a più stretto contatto con le macchine, presenti nell'area del packaging. Le mansioni svolte sono diverse e specifiche per la particolare macchina a loro assegnatagli. In generale le macro attività che vengono svolte sono:

- Approvvigionamento materie prime
- Conduzione macchine
- Movimentazione materiali
- Lavaggio pulizia macchinari e ambientali

### *Metodologia di riferimento*

La valutazione è focalizzata sui rischi derivanti dalle attività lavorative che risultino ragionevolmente prevedibili.

L'identificazione dei fattori di rischio viene guidata dalle conoscenze disponibili su norme di legge, procedure, norme aziendali, standard tecnici, dai dati desunti dall'esperienza e dalle informazioni raccolte, dai contributi apportati da quanti a diverso titolo, concorrono ad effettuare le stesse valutazioni, ovvero, il Responsabile del Servizio di Prevenzione e Protezione, il Rappresentante dei Lavoratori per la Sicurezza, il Medico Competente, i Lavoratori, i Preposti ed i Dirigenti.

La valutazione dei rischi è stata effettuata con gli strumenti metodologici di seguito indicati.

1. Categorizzazione dei rischi in base alla gravità ed alla probabilità di accadimento dell'evento incidentale (tabella 14).

*Tabella 12 : Scala di gravità del danno (G)*

<b>Indice</b>	<b>Livello</b>	<b>Descrizione</b>
I	Minimo	Nessuna lesione/Medicazione
II	Critico	Lesioni con prognosi fino a 3 giorni
III	Notevole	Lesioni con prognosi oltre 3 giorni
IV	Rilevante	Lesioni con inabilità permanente/Morte

*Tabella 13 : Scala delle probabilità del verificarsi del danno (P)*

<b>Indice</b>	<b>Livello</b>	<b>Descrizione</b>
1	Remoto	Potrebbe accadere raramente
2	Possibile	Potrebbe accadere
3	Probabile	Potrebbe accadere facilmente qualche volta
4	Frequente	Potrebbe accadere facilmente molte volte

Conseguentemente il livello di rischio R è legato ai livelli quantitativi di P e G. Esso è determinato come intersezione degli stessi e rappresenta un primo criterio per l'individuazione del grado di priorità degli interventi per il miglioramento dei livelli di sicurezza.

Per la determinazione dei livelli P e G si è tenuto conto di tutti quegli elementi che possono essere identificati con un numero, come:

- Dati statistici (ad es. Infortuni);
  - Dati strumentali (ad es. Misure di agenti chimici, fisici, biologici);
  - Specifiche tecniche di impianti e macchine, con particolare riguardo ai sistemi di sicurezza in relazione alla funzione svolta.
2. Valutazione qualitativa del processo lavorativo e degli aspetti tecnologici, strutturali ed ambientali, considerando gli elementi di valutazione non riconducibili a prodotti numerici ma a conformità con quanto sotto citato:
- Norme di legge vigenti;
  - Norme di buona tecnica;
  - Principi generali della prevenzione;
  - Politica, norme e procedure di sicurezza aziendale;
  - Standard di formazione alla prevenzione degli operatori;
  - Esperienze acquisite nei settori produttivi identici o affini a quello a cui appartiene l'unità produttiva considerata.
3. Applicazione congiunta dei due criteri e descrizione dei risultati della valutazione dei rischi relativi ai pericoli riscontrati in ogni area dell'unità produttiva, relativamente a:
- Strutture;
  - Impianti;
  - Ambienti di lavoro;
  - Macchine ed attrezzature;
  - Sostanze e preparati;
  - Processi di lavorazione;
  - Organizzazione di lavoro;
  - Formazione degli operatori.
4. Determinazione delle misure di prevenzione e protezione attuate in conseguenza alla valutazione dei rischi, in base ai criteri derivanti dalle misure generali di tutela previste dal D.Lgs.81/08

Le misure indicate sono divise in tre grandi categorie (Tabella 15):

A = immediata azioni correttive indilazionabili e di immediata attuazione;

B = urgente azioni correttive necessarie da programmare con urgenza;

C = secondaria azioni correttive e/o migliorative da programmare nel breve - medio termine o da valutare in fase di programmazione.

5. Programma per il miglioramento nel tempo dei livelli di sicurezza, di diretta elaborazione da parte del datore di lavoro. Tale programma comprende:

- I tempi di attuazione delle misure correttive;
- Le verifiche periodiche sugli interventi;
- Le revisioni delle misure;
- La decisione sulla necessità di introdurre ulteriori provvedimenti per eliminare, o limitare i rischi residui

Tabella 14 : Griglia di criticità

Griglia di criticità					
Gravità(G)					
IV		B	A	A	A
III		B	B	A	A
II		C	B	B	B
I		C	C	C	B
Probabilità (P)		1	2	3	4

Tabella 15 : Categorie di rischio

<b>Categorie di Rischio</b>		
<b>A ⇒ GRAVE RILEVANTE</b>	<b>B ⇒ Medio Apprezzabile</b>	<b>C ⇒ Lieve-Residuo</b>
R=4*IV=16; R=3*IV=12; R=4*III=12; R=3*III=9 R=2*IV	R=4*II=8; R=3*II=6 R=2*III=6; R=4*I=4 R=1*IV=4; R=2*II=4; R=1*III=3	R=2*III=6; R=2*II=4 R=1*IV=4; R=1*III=3

Tabella 16 : Categorizzazione delle combinazioni di rischio

Combinazioni della Griglia	Categoria e Classificazione delle Misure Correttive	
<b>A</b>	1 <sup>A</sup> categoria	Urgenti
<b>B</b>	2 <sup>A</sup> categoria	Prioritarie
<b>C</b>	3 <sup>A</sup> categoria	Non Prioritarie

Di seguito viene riportata la valutazione dei rischi fatta per gli operatori di linea. Tale valutazione verrà utilizzata successivamente sia per poter valutare le mansioni di cambio formato degli addetti e successivamente come strumento di supporto alla valutazione dei risultati finali.

Tabella 17 : Valutazione dei rischi per gli operatori di linea

<b>Operatore di linea</b>			
<b>Condizioni di Rischio</b>	Probabilità	Danno	Rischio
	<b>P</b>	<b>D</b>	<b>R</b>
Cadute dall'alto, cadute in profondità	2	II	<b>B</b>
Caduta di oggetti dall'alto	2	II	<b>B</b>
Urto, impatto, schiacciamento	2	II	<b>B</b>
Punture, tagli, abrasioni	2	II	<b>B</b>
Scivolamenti, inciampo, cadute a livello	2	II	<b>B</b>
Attività in cantiere- Attività svolta in esterno	/	/	/
Rapina - Aggressione	/	/	/
Movimentazione Manuale dei carichi	1	II	<b>C</b>
Sovraccarico Biomeccanico Arti Superiori	1	II	<b>C</b>
Macchine – Impianti e Attrezzature da Lavoro	2	II	<b>B</b>
Incendio	1	II	<b>C</b>
Esposizione ad esplosione	/	/	/
Rischio da postura, posizione di lavoro	1	I	<b>C</b>
Esposizione a Calore	1	I	<b>C</b>
Esposizione a Freddo	/	/	/
Utilizzo sostanze pericolose	2	II	<b>B</b>
Esposizione a polveri inalabili/respirabili	1	II	<b>C</b>
Rischio elettrico (elettrocuzione)	1	II	<b>C</b>
Esposizione a rumore	2	IV	<b>A</b>
Esposizione a vibrazioni	/	/	/
Esposizione a radiazioni	1	II	<b>C</b>
Utilizzo video terminali	/	/	/
Esposizione ad agenti biologici	/	/	/
Investimento da carrelli	1	II	<b>C</b>
Incidente stradale	1	II	<b>C</b>
Rischio dipendenti da fattori organizzativi	1	II	<b>C</b>

Tabella 18 : Misure di prevenzione e protezione adottate

<b>Misure di Prevenzione e Protezione adottate</b>	
	Informazione/formazione (art. 36/37 D.Lgs. 81/08)
Corsi di Formazione/Informazione	Procedure Emergenza Procedure Operative del Sistema di Gestione della Sicurezza Risk Register e Business Continuity Management
Sorveglianza Sanitaria	Attivata per Rumore, Lavoro Notturno, Polveri, Chimico, MMC
Tutela delle Lavoratrici Madri	Non Applicabile

## **CAP.4 - ANALISI DI PERFORMANCE DI LINEA NELLE FASI DI CHANGE-OVER**

### **4.1 Analisi dei tempi di set-up (metodo S.M.E.D.): LINEA1**

Rifacendoci a tale metodologia e ai suoi pilastri precedentemente descritti in tutte le sue fasi, si è passati all'applicazione della stessa alla linea 1 dello stabilimento. Si vuol precisare che nel seguente elaborato l'applicazione di tale metodologia avrà la funzione di trarre informazioni, che saranno a loro volta di input al modello di gestione della sicurezza. Tale precisazione viene fatta perché non saranno seguiti tutti i punti che la metodologia prevede di applicare.

Le richieste dei clienti sempre più esigenti ha spinto il Gruppo SabMiller e tutto il settore del beverage alla creazione di un numero sempre più elevato di prodotti distinti tra loro per il tipo di bevanda e il particolare formato di packaging.

Ciò ci fa capire come la presenza di molteplici lotti di produzione, prevedano altrettanti cambi di configurazione di ognuna delle stazioni di lavoro; da qui si intuisce come un'inefficiente cambio formato possa impattare sulle efficienze produttive, aspetto che non sarà trascurato.

Va precisato, che non tutte le macchine presenti sulla linea sono interessate al cambio formato, infatti alcune di esse mantengono la loro configurazione per tutti i formati per altre le operazioni di cambio formato avvengono "fuori configurazione" (ossia la preparazione della macchina avviene durante la produzione del lotto precedente), altre invece, prevedono tempi di cambio formato ridotti da potersi considerare trascurabili, su le restanti (in configurazione) sarà applicata la metodologia SMED, poiché impatteranno sul tempo di cambio e su cui concentreremo l'attenzione.

Tabella 19 : Riepilogo macchine linea 1

<b>Machine</b>	<b>Description</b>	<b>Operazioni di C/O</b>
Riverwood-Marksmann	Multipacker	Fuori-configurazione
Carton Packer-Ocme AVL 60	Incartonatrice1	Fuori-configurazione
Crates Depalettizer-Alvey	Depalettizzatore Casse	Fuori-configurazione
Decrater-Simonazzi	Decassettatrice Bottiglie	Fuori-configurazione
Crater-Simonazzi	Incassettatrice	Fuori-configurazione
Warmer	Riscaldatore	Nessuna
Depalettizer-H&K	Depalettizzatore Bottiglie	Trascurabile
Filler	Riempitrice	In configurazione
Labeller	Etichettatrice	In configurazione
Carton Packer-Altail	Incartonatrice 2	In configurazione
Palettizer-Alvey	Palettizzatore	In configurazione

In una prima fase preliminare ci si è occupati della raccolta dati, che è avvenuta attraverso l'utilizzo di una videocamera, con cui sono state osservate, riprese e registrate le operations di cambio formato per ognuna delle macchine interessate. Tale metodologia, è utile al team di lavoro per poter rivedere le operazioni tutte le volte necessarie.

A questo punto, con il supporto degli operatori di linea si è passati all'osservazione e catalogazione di tali operazioni suddividendole in operazioni elementari (*operazione di standardizzazione*). Successivamente, è stato possibile connotare e assegnare un tempo ad ognuna di tali operazioni (*operazione di tempificazione*) attraverso l'uso di un'opportuna modulistica, creata per l'evenienza:

Tabella 20: Modulo per la raccolta dei tempi di set-up

	SMED Project Change Over Time Measurement
---	--

**Date:** \_\_\_\_\_ **Old SKU:** \_\_\_\_\_ **Operator:** \_\_\_\_\_  
**Brewery:** \_\_\_\_\_ **New SKU:** \_\_\_\_\_  
**Line:** \_\_\_\_\_ **Machine:** \_\_\_\_\_

Current process	Duration [h.min.s]	Start time [h.min.s]	End time [h.min.s]	Activity type	Note	Operator s/artisan	Improvement ideas (eliminate,move, combine,simplify)

Per ottimizzare i tempi di raccolta dati, ed evitarne la raccolta per tutti i formati, si è focalizzata l'attenzione su quei cambi formati definiti "maggiori", cioè che prevedevano tutte le operazioni di cambio formato e a partire da esse sono state escluse quelle attività non previste in quel particolare formato.

Avendo a disposizione tutte le operazioni necessarie si è potuti passare allo step successivo, cioè quello di suddivisione delle operations in:

- operazioni esterne
- operazioni interne

Su quest'ultime concentreremo maggiormente la nostra attenzione, perché giocheranno un ruolo fondamentale non solo sotto l'aspetto della sicurezza ma anche sotto l'aspetto economico-produttivo, aspetto che non verrà messo in secondo piano nella generazione del modello.

A titolo d'esempio si riporta il C/O\_Time creato per la filler:

Tabella 21 : C/O TIME Filler

<b>Current process</b>	<b>Duration [h.min.s]</b>	<b>Activity type</b>
Attrezzaggio carrello pezzi formato entrante	00:10:00	External
Svuotamento linea	00:10:00	External
Smontaggio coclea e controguida	00:10:00	Internal
Smontaggio guide e stelle (escluso 16-18 sheet star wheel)	00:15:00	Internal
Smontaggio guide tappatore	00:08:00	Internal
Pulizia macchina	00:08:00	Internal
Montaggio guide tappatore	00:02:00	Internal
Montaggio guide e stelle	00:04:00	Internal
Montaggio coclea e controguida	00:01:00	Internal
Regolazione guida coclea e stellina	00:02:00	Internal
Smontaggio cannuce	00:10:00	Internal
Montaggio cannuce	00:05:00	Internal
Montaggio false bottiglie	00:05:00	Internal
Impostazione elettronica formato	00:01:00	Internal
Regolazione guide ingresso macchina	00:01:00	Internal
Regolazione guide uscita macchina	00:02:00	Internal
Sterilizzazione	01:20:00	Internal
Smontaggio false bottiglie	00:06:00	Internal
Raffreddamento	00:05:00	Internal
Drenaggio e chiamata birra	00:05:00	Internal
Lavaggio esterno	00:45:00	Internal
Riempimento linea vuoti	00:02:00	External
Bottiglie di prova per grado alcolico	00:10:00	External
Controllo diametro tappatura	00:04:00	External
Inizio produzione a bassa velocità	00:03:00	External

Sono state riportate in colori differenti le operazioni interne ed esterne in modo da renderne più visibile il loro impatto sul cambio formato.

## 4.2 Packaging Line Capability Studies

Uno studio di capacità di linea (Line Capability Studies) è un processo durante il quale vengono condotti studi sulle singole macchine che compongono una linea di confezionamento, per ottenere dati e valutare le prestazioni delle macchine e le sue caratteristiche in condizioni operative normali.

Tale procedura è effettuata per ottenere informazioni sull'andamento attuale di una linea, in un periodo predeterminato, per consentire un'accurata analisi da fare e le raccomandazioni da attuare, con l'intento di migliorare l'affidabilità complessiva della linea.



*Figura 21 : Ripresa dall'alto della Linea 3 dello stabilimento Birra Peroni s.r.l. di Bari*

Dalla figura si può vedere come ogni linea di confezionamento sia costituita da una serie di macchine che svolgono alcune fasi del processo di confezionamento, tra loro collegate attraverso l'uso di convogliatori a nastro di diversa tipologia, che svolgono, sia il compito di **trasportatori** tra una macchina e l'altra e sia quello di fungere da **magazzini inter-operazionali**(buffer). La loro movimentazione è regolata attraverso una logica implementata all'interno di PLC (Programmable Logic Controller) che ricevono segnali da parte di sensori. Quest'ultimi sono distribuiti sulla linea, e ci danno informazioni sul riempimento o meno di ogni singolo nastro e attuano le decisioni di

tale logica attraverso degli attuatori (motori asincroni) che ne modificano opportunamente la velocità di ognuno di essi. Tali nastri quindi hanno la funzione di andare a smorzare l'asincronismo, che inevitabilmente si viene a creare tra le macchine, causa di un effetto a "singhiozzo". L'obiettivo che si intende perseguire con LCS sarà quello di render il flusso di materiale che attraversa le macchine sulla linea il più costante possibile, avvicinandoci alla condizione ideale di *cadenza sincrona* tra le diverse macchine. Ciò è importante non solo ai fini produttivi, ma fattore indispensabile per poter garantire un corretto funzionamento delle macchine, una minor usura delle attrezzature e garantire maggiori standard qualitativi del prodotto.

Per far ciò, sarà indispensabile intervenire e ridurre il numero e la durata di macro e micro fermate che rappresentano un tempo di mancata produttività, ma che sono inevitabilmente presenti in una linea di produzione. Tali fermate sono dovute a:

- **mancanza d'alimentazione a monte:** condizione che si verifica quando la generica macchina i non riceve materiale da poter processare.
- **mancanza di deposito materiale a valle:** condizione che si verifica quando la generica macchina i non ha la possibilità di depositare materiale appena processato a causa di un pieno a valle

Nello specifico le fermate possono essere classificare anche in funzione alla loro durata, distinguendole in:

- **macro fermate:** generalmente dovute a causa di un guasto dell'apparecchiatura o dovute a problemi organizzativi; solitamente durano da pochi minuti (più di 3 minuti) a diverse ore.
- **micro fermate:** piccole, brevi interruzioni, o fermi macchina, che generalmente durano meno di 3 minuti.

Al fine di migliorare continuamente l'efficienza delle linee di confezionamento è fondamentale che tutti i tempi di inattività siano correttamente registrati e gestiti e che le cause inerenti all'errore siano ridotte al minimo o eliminate.

Questi problemi, tuttavia, devono essere identificati prima di essere gestiti e controllati. Il processo di studio della capacità è una valutazione dettagliata delle interruzioni delle macchine e delle loro cause, generando così dati relativi a:

- Velocità delle macchine;
- Velocità del nastro trasportatore;
- Controllo delle filosofie dei nastri trasportatori;

E' interessante sapere come, una buona applicazione di tale studio, possa aumentare la produttività della linea, di 3-4 punti percentuali, andando ad apportare modifiche non di carattere economico ma solo di carattere gestionale. Va precisato che tale studio va applicato ad una linea già esistente andando a intervenire su parametri senza modificare il layout della linea stessa; nel nostro caso ci soffermeremo allo studio di una delle due linee presenti in stabilimento: la *linea 1*

#### *Fasi concettuali per la sua applicazione*

La procedura di studio della linea viene condotta in due macro fasi, successive tra loro, e sono:

#### **Fase 1.** E' divisa in tre aree principali:

- La raccolta dei dati - profilo di macchina e analisi delle prestazioni macchina.
- Velocità del nastro trasportatore, accumulo e filosofia di controllo
- Analisi dei guasti per ogni macchina: AISD, AISF, efficienza (EFF%)

Lo scopo di questa procedura è duplice. In primo luogo è necessario ottenere un punto di riferimento per poter paragonare le prestazioni della linea raggiunte durante il periodo di studio per qualità o efficienza. In altre parole, per poter conoscere il potenziale di tale linea. In secondo luogo, per conoscere il funzionamento e i parametri delle macchine in ordine di marcia per facilitare il modello di simulazione e in ultima analisi, formulare le eventuali raccomandazioni e i piani d'azione da apportare.

**Fase 2.** Prevede uno studio della linea completa dopo aver attuato i piani d'azione identificati nella fase 1. Nella Fase 2 si determina e stabilisce la migliore capacità che la linea è in grado di raggiungere, rispettando quelli che sono i suoi limiti costruttivi esistenti. Soffermeremo la nostra attenzione sulla prima fase di tale metodo, in modo da avere una fotografia dello stato attuale della linea e poter quindi conoscere e prevedere i suoi comportamenti senza entrare in merito alle raccomandazioni e migliorie possibili che esulano da tale lavoro di tesi.

### 4.3 Applicazione dell'LCS: Birra Peroni S.r.l

Inizialmente partendo dalla planimetria della linea sono stati individuati i diversi “flussi” che le bottiglie di birra seguono all’interno della linea e in particolare:

- SFUSO X6(OW\*)
- SFUSO (OW)
- MULTIPACKER(OW)
- VR (Vuoto a Rendere)

\*OW=Sta per One Way letteralmente “una via” e rappresenta la bottiglia del “Vuoto Perdere”.

Successivamente si sono individuate e classificate le diverse stazioni di lavoro interessate nel processo di confezionamento della linea 1:

*Tabella 22 :Elenco macchine linea 1*

<b>Machine</b>	<b>Description</b>
Depalettizer-H&K	Depalettizzatore Bottiglie
Filler	Riempitrice
Warmer	Riscaldatore
Labeller	Etichettatrice
Riverwood-Marksmann	Multipacker
Carton Packer-Ocme AVL 60	Incartonatrice 1
Caton Packer-Altair	Incartonatrice 2
Palettizer-Alvey	Palettizzatore
Crates Depalettizer -Alvey	Depalettizzatore Casse
Decrater-Simonazzi	Decassettatrice Bottiglie
Crater-Simonazzi	Incassettatrice

Di seguito vengono riportati i diagrammi a blocchi per il flusso OW e VR.

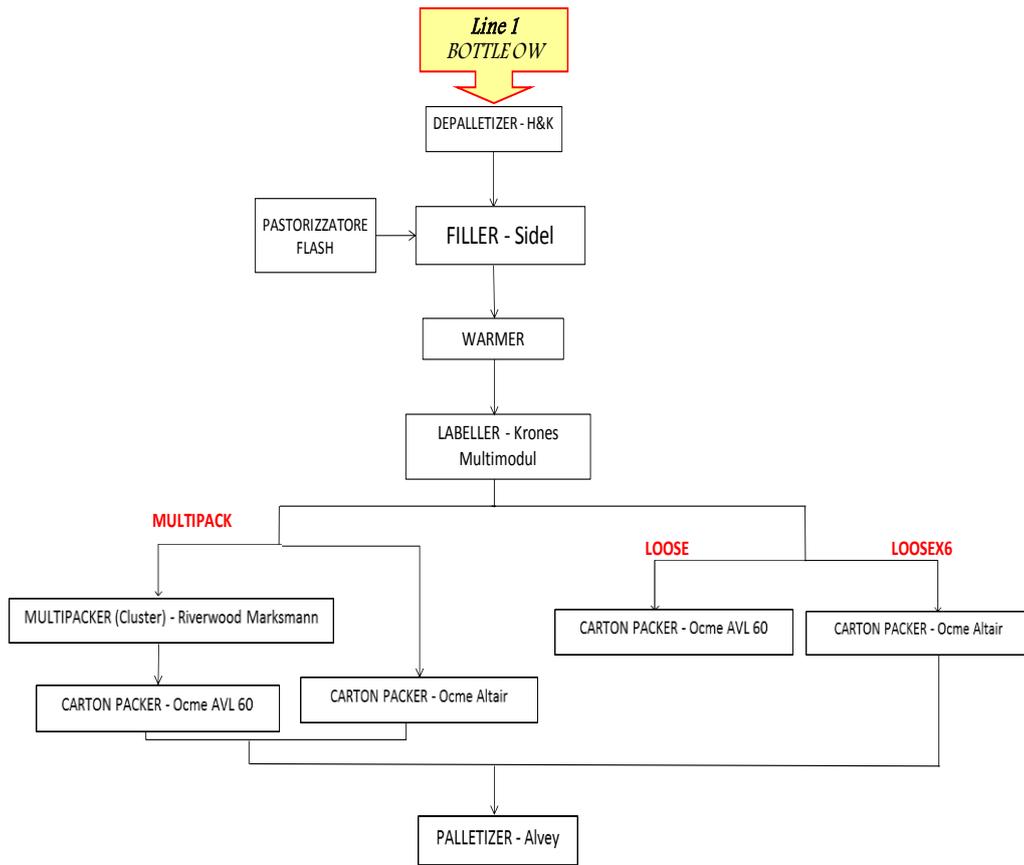


Figura 22 : Flusso OW della linea 1 dello stabilimento di Bari

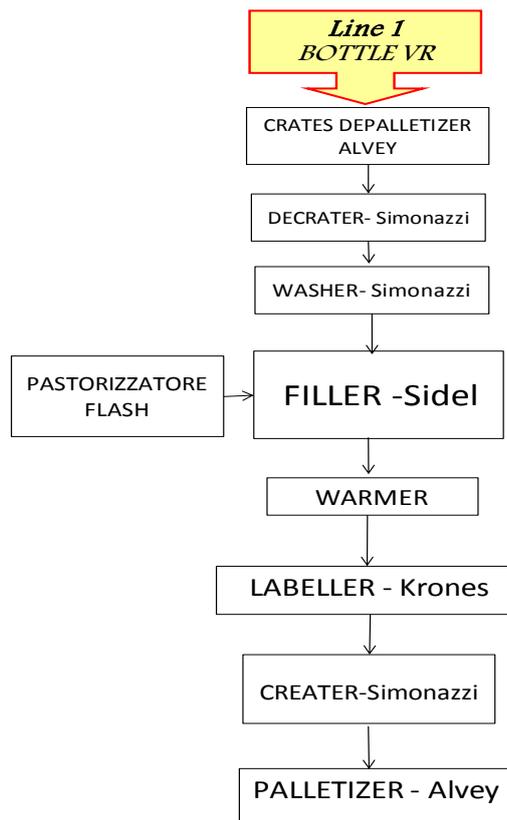


Figura 23 : Flusso VR della linea 1 dello stabilimento di Bari

Questa importante distinzione come si può vedere è stata fatta perché in funzione del particolare flusso che andremo a seguire, e più precisamente, dal particolare *SKU* (o item) che andremo a lavorare, verranno attivate macchine o percorsi differenti sulla linea che potranno cambiare sensibilmente i tempi di scarico linea.

Fatta tale distinzione e attraverso l'utilizzo del software grafico Autocad sono stati ricavati i dati geometrici di lunghezza e larghezza di ogni tratto del nastro. In seguito, sono stati opportunamente codificati in maniera univoca con un *Id\_Tratto* e utilizzati per poterci calcolare la *superficie* di ogni tratto individuato. Successivamente è stato fatto un inventario di tutti i motori atti a movimentare i nastri, associando per ogni motore gli *Id\_Tratti* che vengono movimentati.

Questi dati una volta raccolti sono stati riportati in un foglio di calcolo Excel:

OW SFUSO X6								
LAYOUT	SEZIONE	ID_TRATTO [#]	MOTORE [#]	LUNGHEZZA [mm]	LARGHEZZA [mm]	SUPERFICE [mm <sup>2</sup> ]	Leq [mm]	W media [mm]
1_DP H.K--> FILLER	1	1	140	5895	800	4.716.000	6.523	800
	1	2	140	628	800	502.400	6.523	800
	1	3	141	2700	800	2.160.000	3.328	800
	1	4	141	628	800	502.400	3.328	800
	1	5	142	13768	850	11.702.800	13.768	850
	1	6	143	3980	550	2.189.000	3.980	550
	1	7	144	7610	540	4.109.400	9.193	540
	1	8	144	1583	540	854.820	9.193	540
	1	9	146	5799	540	3.131.460	7.907	720
	1	10	146	1830	1080	1.976.400	7.907	720
	1	11	146	1084	540	585.360	7.907	720
	1	12	148	1930	1080	2.084.400	1.930	1.080
	1	13	121	5002	540	2.701.080	6.438	540
	1	14	121	1436	540	775.440	6.438	540
	1	15	122	315	540	170.100	6.014	540
	1	16	122	1125	540	607.500	6.014	540
	1	17	122	3138	540	1.694.520	6.014	540
	1	18	122	1436	540	775.440	6.014	540
	1	19	123	315	540	170.100	6.914	527
	1	20	123	1125	540	607.500	6.914	527
	1	21	123	300	540	162.000	6.914	527
	1	22	123	1125	540	607.500	6.914	527
	1	23	123	2400	540	1.296.000	6.914	527
	1	24	123	313	540	169.020	6.914	527
	1	25	123	1408	447,5	630.080	6.914	527
	1	26	206	2766	355	981.930	4.150	355

Figura 24 : Esempio applicativo LCS

Partendo da questa informazione e conoscendo per ogni singolo formato:

- **Diametro bottiglia** → differente per ogni formato lavorato

Tabella 23 : Formati bottiglie processati sulla linea 1

Bottle	∅[mm]	∅[m]
1/3 OW NA	59,6	0,0596
1/3 OW PERO	61	0,061
1/3 OW PERS	61,4	0,0614
1/3 OW STD	65,7	0,0657
1/3 VR	61	0,061
2/3 OW NA	74,7	0,0747
2/3 OW PERO	74,8	0,0748
2/3 OW PERS	74,8	0,0748
2/3 OW STD	77,5	0,0775
2/3 VR	75	0,075

- **Disposizione “reale” delle bottiglie sul nastro** → la loro disposizione infatti non è ben ordinata ma esse si dispongono “quinconce” (disposte in file tra loro di 30°) data la loro forma pressoché cilindrica.

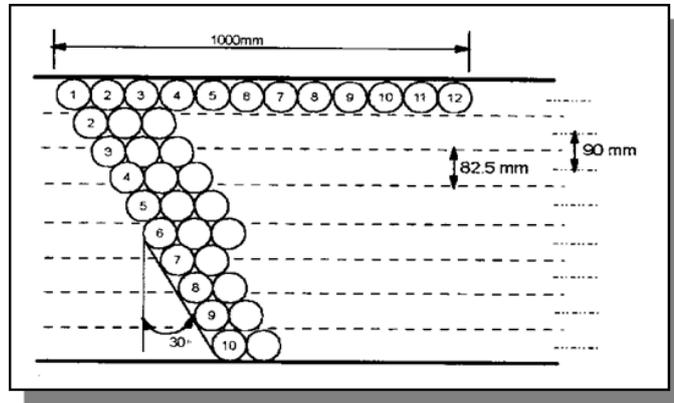


Figura 25 : Disposizione reale delle bottiglie su un nastro trasportatore (Fonte: Koch J. “Packaging Line Capability Study” December 2007)

Più specificatamente, per poter calcolare il **numero di bottiglie presenti in ogni tratto** abbiamo calcolato:

- n° di bottiglie per metro lineare(Bm):

$$Bm = \frac{1000}{\varnothing \text{ bottiglia}} = \text{arr. all'intero inferiore} \quad (10)$$

- n° di bottiglie presenti sulla larghezza del nastro

$$Nb = \frac{CW - BD}{BD \times \cos 30^\circ} + 1 = \text{arr. all'intero inferiore} \quad (11)$$

dove:

CW=larghezza del nastro

BD=diametro della bottiglia

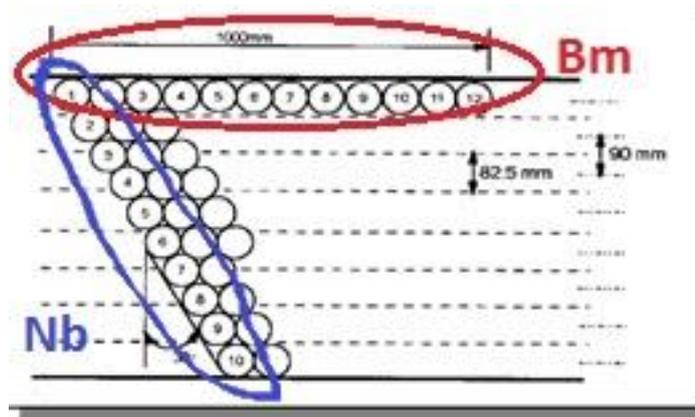


Figura 26 :Rappresentazione dei parametri Nb e Bm su un nastro trasportatore.(Fonte: Koch J. "Packaging Line Capability Study" December 2007)

Moltiplicando tra loro il numero di bottiglie per metro lineare (Bm) e il numero di bottiglie presenti sulla larghezza del nastro otteniamo il **numero totale di bottiglie per ogni metro di nastro**:

$$B_{tot} = Bm \times Nb \text{ [bottle/m]} \quad (12)$$

A questo punto ci basterà moltiplicare tale valore, ottenuto per ogni tratto e moltiplicarlo per la lunghezza del tratto interessato ed ottenere il **numero totale di bottiglie** presenti in ogni nastro:

$$B_{tot.nastro}(i) = B_{tot\ i} \times Lunghezza\ nastro\ i \text{ [bottle]} \quad (13)$$

Dovendo associare ad ogni motore individuato i tratti Id\_Tratto movimentati ci è stato utile calcolarci una **lunghezza equivalente (Leq)** e una **larghezza media (Wmedia)** ipotesi semplificativa utilizzata per tener conto di quelle che possono essere le differenze geometriche (di lunghezza e larghezza) per i diversi tratti associati ad uno stesso motore.

$$Leq = \frac{\sum lunghezza(Id\_Tratto\ i)}{\sum n^\circ (ID\_TRATTO\ i)} [m] \quad (14)$$

$$W_{eq} = \frac{\sum larghezza(Id\_Tratto\ i)}{\sum n^\circ (Id\_Tratto\ i)} [m] \quad (15)$$

Così facendo però, ci metteremmo nella condizione in cui tale nastro fosse completamente pieno, condizione evidentemente non veritiera perché si allontanerebbe sensibilmente da quelle che sono le reali condizioni di funzionamento della linea. Con tale ipotesi infatti considereremmo la linea **rigida**, mentre come abbiamo detto precedentemente i nastri svolgono anche una funzione “*cuscinetto*”.

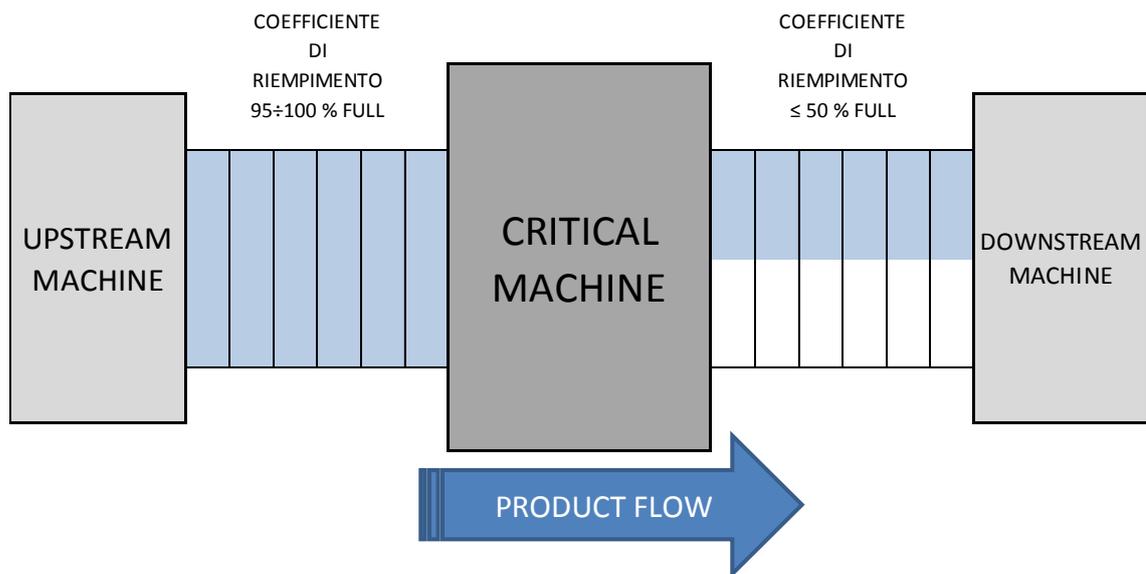
Fatte tali considerazioni abbiamo assegnato differenti **coefficienti di riempimento** ai tratti a monte e valle della *critical machine*.

Definiamo:

- ***critical machine*** la macchina che ha i tempi di processo più lunghi e che rappresenta quindi il collo di bottiglia per l'intera linea. E' da precisare che su una linea produttiva è possibile avere più di una critical machine.
- ***coeff. di riempimento*** il rapporto adimensionale che c'è tra le superfici vuote (non occupate da prodotto) e quelle piene di ogni nastro (occupate da prodotto) durante il suo normale funzionamento.

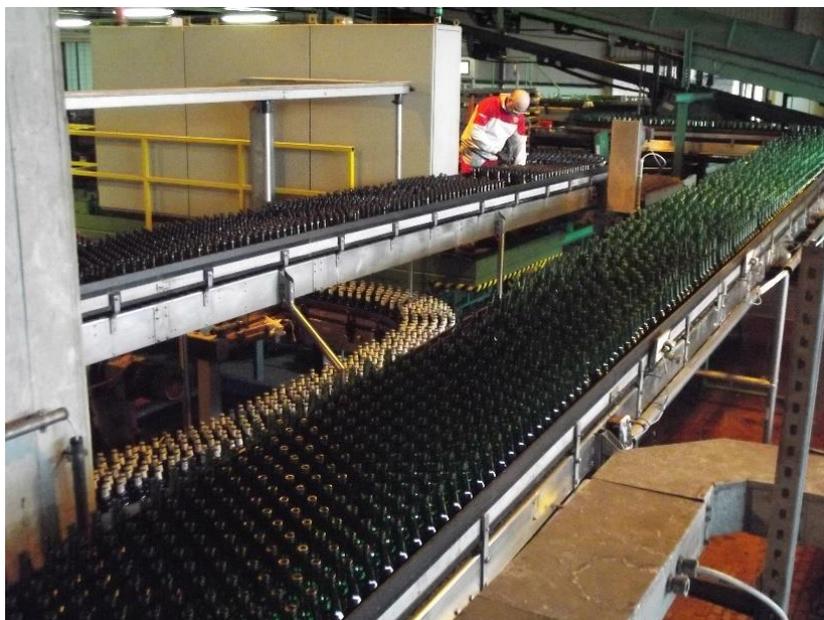
In particolare per le macchine:

- **a monte** è stato assegnato un coefficiente di riempimento del 95%-->in modo da garantire che tali macchine non abbiano mai fermate per ***mancata alimentazione*** e inoltre si eviti la caduta di bottiglie durante la loro movimentazione (quest'ultime ancora vuote).
- **a valle**, invece, è stato assegnato un coefficiente di riempimento del 50%--> condizione che dà sempre la possibilità alle macchine di poter depositare prodotti ormai processati a valle evitando fermate.



*Figura 27 : Andamento del coefficiente di riempimento*

Fatte tali considerazioni abbiamo potuto ottenere il numero di bottiglie presenti su ogni tratto.



*Figura 28 : Nastro trasportatore della linea 1 dello stabilimento di Bari*

Di seguito si è passati alla raccolta delle velocità delle singole macchine. Questa fase ci consentirà di ottenere il **profilo a V**.

Le linee di confezionamento sono progettate secondo il “*principio V-Shape*”. Tale principio ci garantisce la continuità di lavoro da parte della critical machine (o macchina critica), in modo che possa lavorare ininterrottamente avendo alimentazione a monte e spazio a sufficienza a valle per poter scaricare il prodotto ormai processato. Di seguito, viene riportato un esempio di Grafico con Profilo a V.

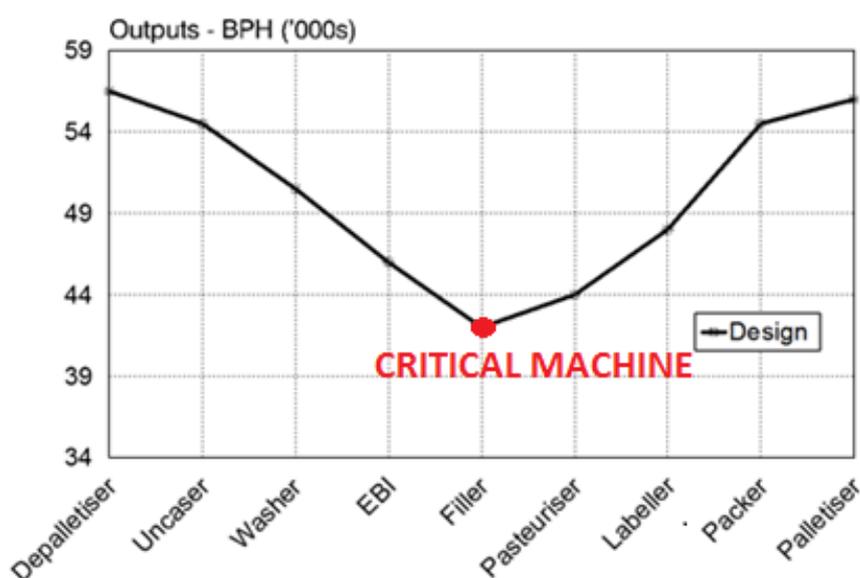


Figura 29 : Esempio di un grafico con profilo a V di una linea di packaging

In ascissa vengono riportate le macchine interessate al processo di packaging mentre sulle ordinate vengono riportate le velocità di processamento in bottiglie all’ora (bottle/h) di ognuna delle macchine presenti.

Tale rappresentazione è utile perché ci fornisce una serie di informazioni, mettendoci in evidenza, graficamente, di quanto le velocità di processamento di ogni macchina si discostino dalle macchine a monte e a valle, in modo da avere una visione complessiva delle stesse. Inoltre, ci mette in evidenza la critical machine che corrisponde alla macchina alla base del profilo a V (nell’esempio rappresentato dalla *filler*). È evidente come un grafico con un profilo più costante sottolinea una velocità delle macchine molto vicine tra loro rispetto ad uno stesso grafico con un profilo più accentuato. È importante ricordare come ogni profilo a V sarà caratteristico della particolare linea. Esso infatti è influenzato da fattori quali:

- L’età della linea: che va a incidere sull’usura e quindi sull’efficienza della singola macchina.

- Il layout
- Il tipo di contenitore (diametro della bottiglia nel nostro caso)
- Fattori intrinseci della linea.

Si è partiti dalla raccolta delle velocità delle singole macchine per ognuno dei formati prodotti sulla linea 1 distinguendo:

- *Actual Profile*: rappresenta la velocità della macchina impostata dall'operatore misurata in bottiglie all'ora.
- *Recommend Profile*: rappresenta la velocità della macchina consigliata (o raccomandata) misurata anch'essa in bottiglie all'ora.

Successivamente, considerando le inefficienze dovute alle soste delle macchine, inevitabilmente presenti sulla linea ci si è potuti calcolare il *Mean Effective Rate* (tasso medio effettivo).

Quest'ultimi fattori andranno a correggere le velocità di funzionamento effettive delle macchine tenendo in considerazione tali perdite.

Per il calcolo dei valori d'efficienza, si è partiti da un *data base soste* in cui vengono registrati giornalmente dai team leader (o capo squadra) le *machine stop* (fermate macchina) avute durante ogni produzione. Analizzando tali dati e raggruppandoli per ogni macchina per un arco temporale sufficientemente grande (8/9/2013-19/2/2015) si è potuto ottenere il tempo complessivo di machine stop. Rapportando tale valore con le *machine hours* (ore effettive di funzionamento) si è potuti ricavare il valore di efficienza per l'i-esima macchina presente.

$$EFF(i)\% = 100 - \frac{\sum(Ms)_i}{\sum(Mh)_i} [\%] \quad (16)$$

dove: Ms=Machine Stop;  
Mh=Machine Hours.

Moltiplicando quest'ultimo per il valore di velocità della macchina (actual profile) otteniamo il Mean Effective Rate (tasso medio effettivo).

$$M.E.R. = A.P.* EFF. \% \text{ [bottle/h]} \quad (17)$$

dove: A.P. sta per "Actual Profile"

Tale velocità ottenuta sarà necessaria per la costruzione del profilo a V al netto delle perdite dovute a inefficienze dovute alle macchine.

Tutti questi dati sono stati raccolti per poter esser riportati in tabella. Di seguito vengono riportati, a titolo d'esempio, i dati raccolti in tabella e il corrispettivo profilo a V per un flusso OW e per il flusso VR

Tabella 24 : Sommario sui dati di performance di un flusso OW

Line Equipment Performance Summary Sheet						
Line 1			Rating 50000			
PACK:SFUSOx24	DA 08/09/2013	A 19/02/2015				
Machine	ACT PROF.	RECOM. PROF	EFF%	MER %	AISD(min)	AISF(min)
Depallettizer	68669	60000	0,99	68096	31,09	3726,33
Filler	50000	50000	0,98	49374	19,6	1566,48
Warmer	55000	55000	0,99	54932	17,82	14575,14
Labeller	55793	55000	0,98	54755	22,58	5157,36
Packer	60085	62500	0,98	59120	10,74	668,43
Pallettizer	67596	67500	0,98	66727	31	2411,71
** 2 cartoners:						
Packer Altair	34334	35000	0,98	33783	10,74	668,43

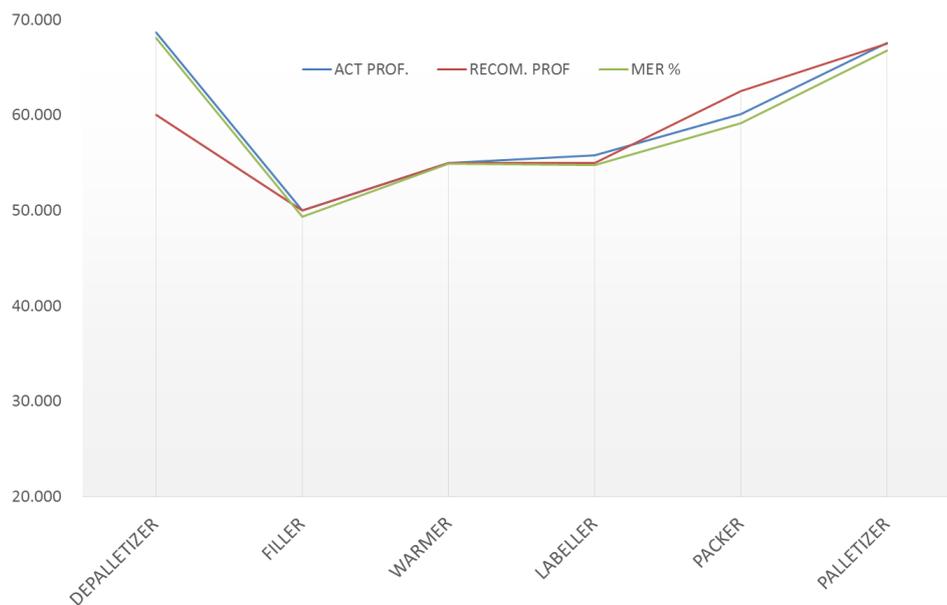


Figura 30 : Grafico V-Profile per un flusso OW

Tabella 25 : Sommario sui dati di performance per un flusso VR

Line Equipment Performance Summary Sheet						
LINE 1		RATING		27000		
PACK: VR		DA 08/09/2013		A 19/02/2015		
MACHINE	ACT PROF.	RECOM. PROF	EFF%	MER %	AISD(min)	AISF(min)
DEPACRATES	36700	45000	0,99	36464	21,11	3296,53
DECRATES	34560	35000	0,99	34542	15	29668,8
WASHER	32000	30000	0,99	31789	32,5	4944,8
FILLER	27000	27000	0,98	26662	19,6	1566,48
WARMER	29700	29700	0,99	29663	17,82	14575,14
LABELLER	30128	33000	0,98	29568	22,58	5157,36
CRATES	36700	35000	0,98	36186	12,57	899,0545
PALLETIZER	50000	36450	0,98	49357	31	2411,71

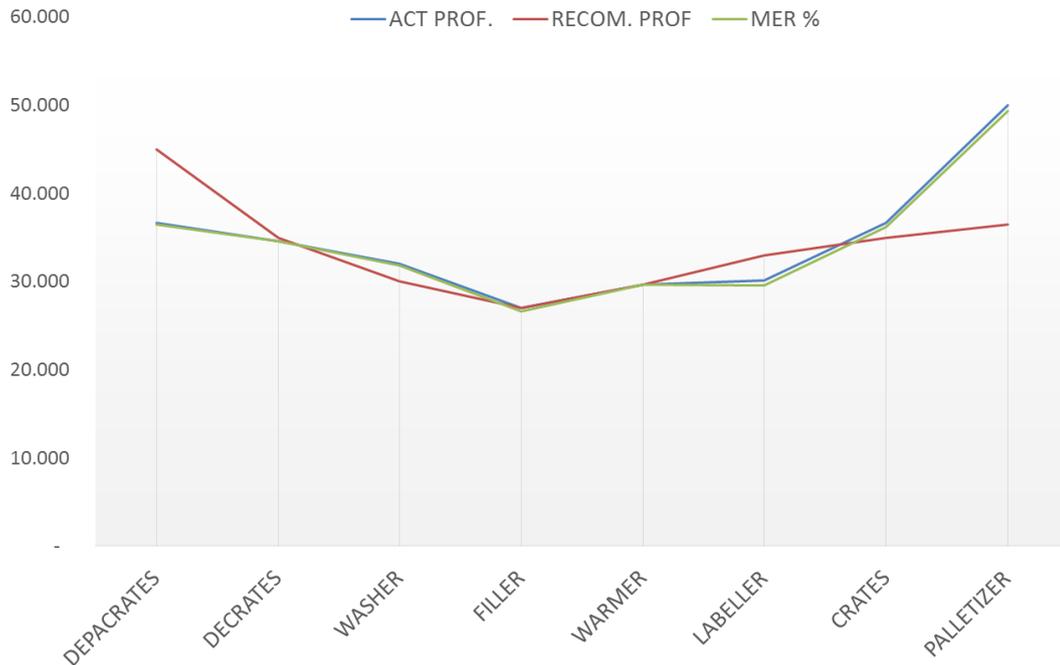


Figura 31 : Grafico V-Profile per un flusso VR

Sono stati inoltre calcolati due parametri di performance per ogni macchina:

- A.I.S.D. (Average Inherent Stoppage Duration): rappresenta la durata media delle fermate, calcolata come il rapporto:

$$A. I. S. D. _i = \frac{MS_i}{f_i} [min] \quad (18)$$

- A.I.S.F. (Average Inherent Stoppage Frequency): rappresenta il tempo medio che intercorre tra ogni fermata, calcolata come il rapporto:

$$A. I. S. F. _i = \frac{MH_i}{f_i} [min] \quad (19)$$

Dove:

f=numero di fermate avvenute per la macchina i nell'arco temporale scelto

i=rappresenta la i-esima macchina

A questo punto, per poter valutare le prestazioni di una linea di confezionamento è essenziale valutare i trasportatori che collegano le macchine. Ricordiamo che la maggior parte delle sezioni dei trasportatori tra le macchine, servono per svolgere le seguenti funzioni:

- Di trasporto tra una macchina e l'altra,
- Agire come zona tampone tra le due macchine per poter minimizzare "l'errore" che si viene a creare tra una macchina e l'altra.

Quest'ultima funzione è possibile grazie alla determinazione dell'**accumulo dinamico a monte e a valle** ottimale. Definiremo:

- **Accumulo dinamico a valle:** il tempo che trascorre tra la fermata di una macchina e la fermata della macchina immediatamente a valle di essa.
- **Accumulo dinamico a monte:** il tempo che trascorre tra la fermata di una macchina e la fermata della macchina immediatamente a monte di essa.

Tali valori di accumulo vengono definiti "dinamici" perché si riferiscono a valori ottimali in condizioni di marcia. E' evidente come tali valori saranno costanti nel tempo solo nella condizione ottimale di funzionamento dell'impianto ossia **senza fermate**.

Di seguito viene riportata la formulazione del tempo d'accumulo:

$$A. D. = \sum_i^n (L_i * (\frac{1}{S_b} - \frac{1}{S_c})); (min) \quad (20)$$

Dove:

L<sub>i</sub>=rappresenta la lunghezza del tratto i-esimo compreso tra due macchine;

S<sub>b</sub>=Speed Bootle;

Sc=Speed Chain;

La **Speed Bootle**, rappresenta la velocità media con cui vengono movimentate le bottiglie tra due macchine, considerando un coefficiente di riempimento del 100% e viene calcolata come:

$$Sb = \frac{(A.P._{CM})/60}{B_{tot}} ; \left[ \frac{m}{min} \right] \quad (21)$$

dove:

$A.P._{CM}$ =rappresenta la velocità di funzionamento impostata dall'operatore della critical machine

La **Speed Chain** è la velocità con cui viene movimentato il nastro per poter garantire un coefficiente di riempimento minore del 100% e viene calcolata come:

$$Sc=x*Sb \text{ [m/min]} \quad (22)$$

dove:

x=rappresenta il coefficiente d'incremento di velocità del nastro per poter garantire un coefficiente di riempimento minore del 100%.

In particolare, abbiamo assunto un coefficiente di riempimento del 100% per le macchine a monte la critical machine (ciò significa una  $Sc=0$ ) e un coefficiente del 50% per le macchine a valle la critical machine (ciò significa una  $Sc=2*Sb$ ).

E' evidente come sia sempre verificata la condizione che **Sc>Sb**.

A questo punto abbiamo tutte le informazioni necessarie per poterci calcolare il tempo d'accumulo tra due macchine presenti sulla linea. Tale informazione sarà utilizzata successivamente nell'implementazione del modello di gestione per poter conoscere i tempi necessari per "scaricare" le bottiglie dai nastri della linea a fine produzione e poter sincronizzare gli operatori addetti alle operazioni di cambio formato in modo ottimale sia sotto l'aspetto economico-produttivo e sia sotto l'aspetto infortunistico su cui concentreremo maggiormente il nostro focus.

Tali tempi dipenderanno da una serie di fattori legati alle caratteristiche del lotto uscente quali:

- **Formato**: che influenza il flusso di macchine interessate
- **Diametro della bottiglia**

- **Velocità della critical machine:** che influenzerà la velocità di processamento dell'intera linea

- **Coefficiente di riempimento**

Per una più facile utilizzazione e comprensione d'analisi dei dati ottenuti si è deciso di organizzarli suddividendoli per flussi ed ognuno di essi è stato organizzato in un foglio elettronico a loro volta ripartiti per tratti di nastro compresi tra ogni macchina ottenendo le seguenti informazioni:

- n° di bottiglie per ogni tratto
- il tempo d'accumulo per ogni tratto
- In numero di bottiglie corrispondenti a tale tempo d'accumulo
- **il tempo totale d'accumulo tra due macchine**

Viene riportato di seguito, a titolo d'esempio, un flusso multipack che va' dall'uscita del depalettizzatore all'ingresso della riempitrice. Si evince che il tempo totale di accumulo dinamico totale corrisponderà a 35' tempo necessario alla macchina a valle(riempitrice) per poter processare le 13768 bottiglie.

Conveyor speeds and accumulation												
Stabilimento di	Bari	Diametro bottiglia (mm) :				63,0	Linea n° :		1	MULTIPACK		
Velocità linea :		23300 b/h										
AREA	Larghez guide mm	Bottles across qty.	Bottles across qty.	Lunghezza metri	Bottiglie metro	n° bottiglie sul trasporto	velocità avanzam. bottiglie (sb) [m/min]	velocità catena attuale (sc) 2015 [m/min]	Accumulo dinamico (minuto)	Accumulo dinamico (bottiglie)	Bottiglie metro	
uscitaDEPA /ingrRIEM												
121	540	9,74	9,00	6,438	142,86	920	2,73		2,4	914	142,00	
122	540	9,74	9,00	6,014	142,86	859	3		2,2	854	142,00	
123	527	9,50	9,00	6,914	142,86	988	3		2,5	982	142,00	
130	90	1,49	1,00	13,481	15,87	214	26		0,5	202	15,00	
140	800	14,51	14,00	6,523	222,22	1450	2		3,7	1448	222,00	
141	800	14,51	14,00	3,328	222,22	740	2		1,9	739	222,00	
142	850	15,42	15,00	13,768	238,10	3278	2		8,4	3277	238,00	
143	550	9,93	9,00	3,980	142,86	569	3		1,5	565	142,00	
144	540	9,74	9,00	9,193	142,86	1313	3		3,4	1305	142,00	
146	720	13,04	13,00	7,907	206,35	1632	2		4,2	1629	206,00	
148	1080	19,64	19,00	1,930	301,59	582	1		1,5	581	301,00	
206	355	6,35	6,00	4,150	95,24	395	4		1,0	394	95,00	
207	323	5,77	5,00	7,164	79,37	569	5		1,5	566	79,00	
209	100	1,68	1,00	3,657	15,87	58	26		0,1	55	15,00	
210	121	2,07	2,00	2,52	31,75	80	13		0,2	78	31,00	
211	90	1,49	1,00	11,932	15,87	189	26		0,5	179	15,00	
Total						<b>13835</b>			<b>35</b>	<b>13768</b>		

Figura 32 : Esempio di calcolo dei tempi d'accumulo dinamico per un flusso "multipack"

## CAP.5 - MODELLO SPERIMENTALE DI GESTIONE DELLA S&SL

### 5.1 Introduzione

In questo capitolo, si andrà ad implementare un modello sperimentale di gestione della sicurezza, che ci fornirà il *modus operandi* degli operatori addetti alle operazioni di cambio formato in modo da ridurre il rischio infortunistico totale (R<sub>tot</sub>) degli stessi.

L'idea di partenza è stata quella di voler creare un modello che gestisse tale fase di lavoro in cui le condizioni di sicurezza più ostili degli operatori da un lato e le necessità aziendali volte al raggiungimento di elevati target di efficienza produttiva dall'altro (che impongono la riduzione dei tempi di cambio formato), rendessero tale fase di lavoro più critica rispetto ad altre.

Durante la fase d'attrezzaggio la gran parte delle operazioni svolte dagli operatori richiedono la movimentazione manuale di carichi (pezzi-macchina), che molto spesso sono caratterizzati dall'essere:

- Troppo Pesanti
- Ingombranti
- Difficili da afferrare
- Instabili o sbilanciati
- Difficili da raggiungere (nelle fasi di montaggio e smontaggio)



Figura 33 : Scaffalatura utilizzata per il deposito di parti macchina utilizzati nelle fasi di set up

Tali caratteristiche possono compromettere la salute e sicurezza dei lavoratori. Alle caratteristiche intrinseche del carico da movimentare, vanno considerati anche i seguenti fattori legati:

- **All'attività lavorativa:** che implica l'adozione da parte del lavoratore di posture scorrette o l'esecuzione di movimenti scorretti
- **All'ambiente di lavoro:** in cui lo spazio per eseguire tali movimentazioni è insufficiente, il lavoratore può essere costretto ad assumere una postura scorretta o a spostare carichi in maniera rischiosa. Inoltre, il rischio di infortuni è maggiore in presenza di situazioni in cui il pavimento è irregolare e scivoloso (durante le fasi di pulizia).

Infine altri fattori sono legati alla gestione del personale, come:

- **Interferenze degli operatori nelle fasi di lavoro:** se ci sono più operatori nella stessa zona di lavoro bisogna evitare che essi possano interferire tra di loro ed essere d'intralcio uno per l'altro.
- **Distribuzione delle mansioni di lavoro:** una mal distribuzione delle mansioni di lavoro tra gli operatori espone quelli a più alto carico di lavoro a più alti livelli di fatica aumentandone la loro esposizione al rischio infortunistico.

A tutto ciò si aggiungono i numerosi spostamenti che spesso gli operai nella sostituzione delle attrezzature devono compiere in tutta l'area di lavoro.

Da qui si evince come durante tale fase di lavoro per gli operatori i fattori di rischio e la probabilità di essere vittima di lesioni o infortuni sia maggiore.



*Figura 34 : Vista dall'alto di alcune macchine della linea 1 dello stabilimento Birra Peroni di Bari*

## **5.2 Descrizione del modello**

Ciò che si vuol fare è ricercare un nuovo metodo che vada a semplificare la procedura di lavoro e che si vada ad integrare facilmente con le attività migliorative già presenti sotto l'aspetto della salute e sicurezza sui luoghi di lavoro nel contesto in cui verrà applicato, considerandone tutti i vincoli a cui tale sistema produttivo è soggetto.

Partendo da tali considerazioni, l'idea di partenza è stata quella di voler creare un modello che andasse a organizzare e pianificare il cambio formato (facendo un analogia con il mondo della F1), come un vero e proprio pit-stop automobilistico, in cui tutti gli operatori addetti al cambio formato fossero a conoscenza di cosa fare e come, sia prima che l'auto si fermi nel box sia quando l'auto è ferma, eseguendo solo le operazioni che possono essere realizzate in quel preciso momento senza modificare l'attuale disponibilità di manodopera.

Per far ciò, ogni operatore attualmente responsabile delle mansioni di cambio formato per ognuna delle macchine presenti sulla linea, diventi responsabile delle operazioni dell'intero cambio formato collaborando in team sull'intera linea.

Aspetto chiave che si è voluto prendere in considerazione per la costruzione del modello è stata l'organizzazione delle attività con la *parallelizzazione degli interventi*. In tal modo si semplifica lo svolgimento delle attività da compiere facendo leva sull'aspetto motivazionale e sulla riduzione della fatica.

In altre parole, utilizzare un singolo addetto per eseguire tutte le operazioni di set-up infatti, significa esporre lo stesso ad un più alto rischio infortunistico aumentando i costi legati al tempo perso dal fermo macchina. Al contrario, se la sostituzione fosse affrontata avendo a disposizione due operai si impiegherebbe presumibilmente meno della metà del tempo in quanto le ore-uomo coinciderebbero con quelle precedenti, ma il rapporto di utilizzazione sarebbe aumentato. Nella maggior parte dei casi però c'è riluttanza ad adottare questo metodo, a causa di due limiti legati:

- ad un aumento del **costo della manodopera**
- e ad una **non disponibilità** di un "operatore di riserva".

Il modello che di seguito verrà proposto vuole superare tali limiti gestendo in modo ottimale le risorse presenti senza dover ricorrere ad altre.



Figura 35 : Rappresentazione del modello sperimentale in S&SL

Tale rappresentazione ci mette subito in evidenza come il modello interagisca con l'esterno per trarre informazioni e parametri necessari per il suo sviluppo e successiva generazione degli output che rappresentano i risultati del nostro sistema. Tali dati

saranno per noi indispensabili per poter definire e idealizzare in modo chiaro il dominio di lavoro.

Detto ciò, prima di poter implementare il modello al nostro processo è necessario conoscerne i suoi comportamenti a monte. Per tale motivo è necessario definire in **ingresso**:

- **Input**
- **Vincoli**

Gli **input** a noi necessari sono stati ricavati a seguito dell'applicazione di diverse metodologie e valutazioni. In particolare:

- **L.C.S. (Line Capability Study)**: da cui sono stati ricavati i tempi di accumulo dinamico in ogni tratto della linea. Questa informazione rappresenterà lo scostamento temporale che si avrà dall'inizio di cambio formato della macchina a monte rispetto all'inizio di cambio formato che si avrà per la macchina subito a valle.
- **S.M.E.D. (Single Minute Exchange of Die)**: l'applicazione di tale metodologia è utile in una prima fase per effettuare la *standardizzazione* delle singole operation di cambio formato e successivamente la *tempificazione* delle stesse per tutte le macchine o postazioni di lavoro presenti sulla linea.
- **Valutazione dei rischi per gli addetti al cambio formato**: da cui è stato possibile conoscere le condizioni di rischio *direttamente imputabili* alle mansioni di cambio formato. Tali condizioni di rischio rappresentano la base di partenza per poter valutare e classificare successivamente le singole operation di attrezzaggio.

Di esse e della loro determinazione se ne è parlato largamente nei capitoli precedenti. A questo punto, si è passati a valutare l'eventuale presenza di **vincoli**, per la progettazione del modello, che sono:

- **di precedenza**
- **sulle modalità di gestione delle risorse umane**
- **sulle risorse critiche**:
  - *di tipo logistico*
  - *risorse umane*

### **Vincoli di precedenza**

La conoscenza di vincoli di precedenza ci fornisce utili informazioni nella costruzione del modello. In particolare, si può capire se nelle varie sequenze di montaggio e smontaggio degli attrezzaggi sulle singole macchine esistono possibili sequenziamenti delle attività, differenti da quelli attualmente utilizzati.

Da tale analisi si possono generare i seguenti scenari:

- è possibile il riordinamento delle attività riducendo i tempi di set-up,
- è possibile il riordinamento delle attività senza allungarne i tempi di set-up
- il riordinamento non è possibile a causa di vincoli costruttivi che ne obbligano il sequenziamento

### **Vincoli sulle modalità di gestione delle risorse umane**

Le politiche adottate per la scelta dell'operatore che dovesse svolgere le mansioni di supporto, sono state decise seguendo le condizioni imposte dal processo produttivo, ossia, l'operatore può svolgere le operazioni di supporto solo dopo aver processato tutti i prodotti presso la propria stazione, questo per dar modo all'operatore di svolgere le mansioni di controllo sulla macchina a lui assegnata. In altre parole, avrà la possibilità di dare supporto ai soli operatori che si trovano a valle la propria stazione di lavoro.

Fanno eccezione, quegli operatori che non svolgono alcuna funzione di cambio formato e quindi hanno piena disponibilità a dare il proprio supporto.

### **Vincoli sulle risorse logistiche**

Nella costruzione del modello andranno analizzate tutte le attrezzature condivise per la movimentazione e l'approvvigionamento di materiale tra le varie postazioni di lavoro, quali ad esempio:

- Transpallet;
- Carrelli elevatori a forche frontali;
- Carrelli a ripiani;
- Scalette per lavori di montaggio;
- Scalette a palchetto per l'accesso in macchina.



*Figura 36 : Fase di approvvigionamento materiale attraverso l'utilizzo di un carrello elevatore a forche frontali*

La condivisione di tali attrezzature per l'intera linea può rappresentare un punto di criticità nelle operazioni di cambio formato se non ben gestite tra le varie postazioni di lavoro. In particolare, per garantire massima efficienza nelle operazioni d'attrezzaggio, esse dovranno essere **sempre**:

- Facilmente raggiungibili e accessibili da parte degli operatori
- Disponibili all'occorrenza.

### **Vincoli sulle risorse umane disponibili**

Tale vincolo è rappresentato dalle risorse umane disponibili. Ricordiamo che l'obiettivo ultimo del modello è quello di ridurre il rischio infortunistico degli operatori senza dover ricorrere all'ausilio di altra forza lavoro in modo da non dover tralasciare l'aspetto economico. In altre parole, si terrà conto dell'attuale forza-lavoro utilizzata.

### **5.2.1 Campo d'applicazione**

Tale modello può essere facilmente applicato a tutti gli impianti di fabbricazione che prevedano la produzione per lotti e che necessitino della continua riconfigurazione delle macchine presenti. L'adozione di tale modello, come si vedrà in seguito, avrà maggiori benefici quanto più le operations di attrezzaggio macchina prevedano mansioni da considerarsi "rischiose". Esempi applicativi possono essere:

- Impianti di produzione;
- Impianti d'assemblaggio;
- Impianti di processo.

### **5.2.2 Fasi concettuali del modello**

Gli step che sono stati seguiti per la creazione del modello possono essere riassunti nei seguenti punti:

1. Individuazione delle operations "rischiose";
2. Raccolta dei nuovi tempi di set-up delle operations rischiose;
3. Individuazione degli scenari possibili;
4. Rappresentazione degli scenari attraverso diagramma di Gantt;
5. Scelta dello scenario che minimizza il rischio infortunistico totale ( $R_{tot}$ );
6. Scelta dello scenario ottimale;
7. Valutazione dei risultati

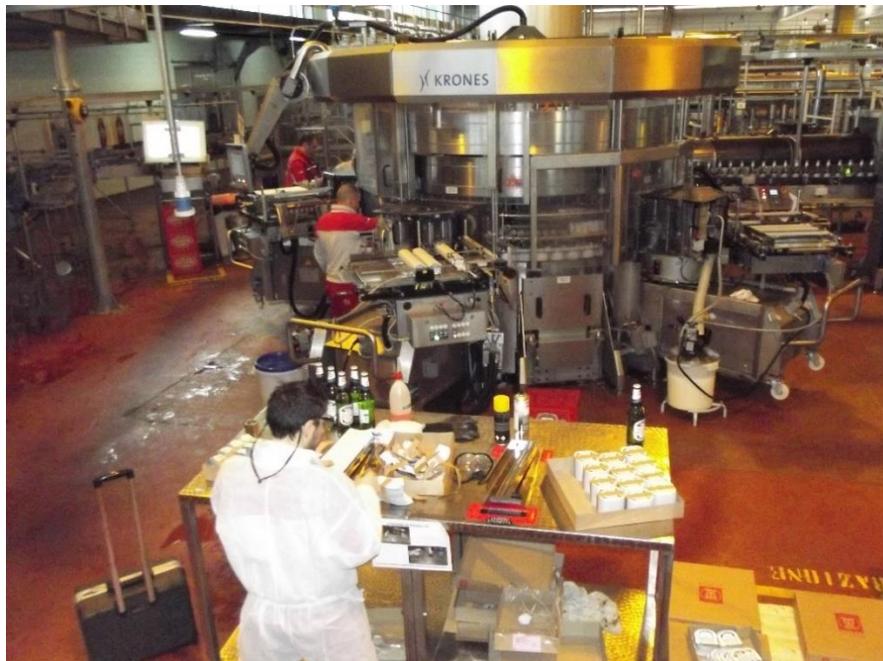
#### **FASE 1- Individuazione delle operations più rischiose**

In questa prima fase ci si concentrerà sulle operations di ogni singola macchina, individuate nell'applicazione dello S.M.E.D., andando a considerare le sole attività di attrezzaggio interno (cioè quelle che devono essere necessariamente effettuate a macchina ferma) e valutare come esse impattino sulla salute e sicurezza degli operatori. Per far ciò, si è partiti dalla valutazione dei rischi per gli operatori di linea addetti al cambio formato, considerando i soli rischi *direttamente* imputabili alla sola fase d'attrezzaggio escludendo tutti gli altri.

A questo punto, è possibile valutare le singole operazioni classificandole in:

- **Rischiose:** in cui sono presenti tutte le operazioni che comportano più elevati rischi per la salute e sicurezza dei lavoratori e in cui è richiesto il supporto di un secondo operatore.
- **Non rischiose:** ossia quelle operazioni il cui svolgimento da parte di un solo operatore comporta un rischio marginale tale da considerarsi trascurabile.

Successivamente, tali informazioni sono state utili anche per conoscerne la loro distribuzione temporale all'interno dell'intera sequenza di attrezzaggio.



*Figura 37 :Foto scattata durante le fasi di cambio formato sull'etichettatrice*

### **FASE 2-Individuazione dei nuovi tempi delle operations rischiose**

Una volta individuate le operations rischiose (nella fase 1), si è passati alla raccolta dei nuovi tempi per tali mansioni ottenuti con l'ausilio del secondo operatore, mantenendo invariati i restanti. La metodologia utilizzata per la raccolta dei nuovi tempi è stata mantenuta invariata.

### **FASE 3- Individuazione degli scenari possibili**

In questa fase del modello, verranno generati i possibili scenari partendo dai dati di input in accordo con quelli che sono i vincoli imposti dal sistema.

#### **FASE 4-Rappresentazione degli scenari attraverso diagramma di Gantt**

A questo punto, abbiamo tutti i dati necessari per poter rappresentare graficamente ciò che avviene durante il cambio formato.

Per far ciò, ci avvaliamo dell'uso del diagramma di Gantt. Quest'ultimo ci darà la possibilità di poter rappresentare su scala temporale (espressa in minuti) l'evoluzione delle fasi di attrezzaggio di ognuna delle macchine interessate e il contributo in termini di forza-lavoro fornita da ognuno degli operatori nello svolgimento di tali mansioni. Delle barre orizzontali di lunghezza variabile rappresentano le sequenze, la durata e l'arco temporale di tutte le attività di change-over che avvengono sulla stessa macchina. Queste barre possono sovrapporsi durante il medesimo arco temporale ad indicare la possibilità dello svolgimento in parallelo di alcune attività.

Per poter poi distinguere le diverse "attività" svolte presso la medesima macchina ci si è avvalsi dell'aiuto di colori differenti, in questo modo:

<b>Legenda</b>	
	: Tempo di accumulo dinamico
	: Operazioni che non richiedono il supporto dell'operatore (non rischiose)
	: Operazioni che richiedono il supporto del secondo operatore(rischiose)

*Figura 38 : Legenda delle diverse attività di cambio formato*

Tale diagramma oltre ad esserci d'aiuto nella fase di ricerca dello scenario ottimale verrà utilizzato come valido strumento di supporto nella successiva valutazione dei risultati confrontandoli con lo scenario iniziale (prima dell'applicazione del modello).

#### **FASE 5-Scelta dello scenario che minimizza il rischio infortunistico totale (Rtot)**

A questo punto, ottenuti tutte le combinazioni possibili(scenari) nel rispetto dei vincoli presenti, si è potuta fare una prima discriminazione degli stessi scegliendo solo quelli che minimizzano il rischio infortunistico totale (Rtot), in accordo con quelli che sono gli obiettivi del nostro sistema.

Innanzitutto, la prima valutazione che va effettuata è quella di capire se nei diversi scenari a disposizione, gli operatori nello svolgimento delle proprie attività "rischiose", hanno la disponibilità di ricevere supporto da parte di altri operatori (condizione non sempre verificata).

Tale condizione è indispensabile per poter minimizzare il rischio infortunistico.

Per poter verificar ciò ci avvalleremo dell'uso dei diagrammi di Gantt precedentemente realizzati (fase 4).

Da tale valutazione quindi, si potrà capire se esiste tale disponibilità e in che misura (in termini temporali) essa può essere concessa.

Da qui potrà emergere la possibilità:

- Di non poter ricevere supporto da nessun operatore
- Poter ricevere supporto sull'intera attività
- Poter ricevere supporto parziale

Sarà possibile a questo punto, effettuare una prima discriminazione degli scenari, in cui avranno priorità di scelta quegli scenari in cui il supporto del secondo operatore è garantito sulla totalità delle operazioni "rischiose".

Successivamente, è indispensabile effettuare una nuova valutazione dei rischi che ci mette in evidenza le variazioni ottenute per tutte le condizioni di rischio  $R_i$  presenti, che risulteranno presumibilmente più bassi rispetto alla situazione antecedente l'applicazione del modello. Anche il valore  $R_{tot}$  ottenuto dalla sommatoria degli  $n$  rischi risulta pertanto diminuito: questo permette di affermare che l'applicazione del modello risulta in qualche misura efficace.

E' evidente come al termine di tale fase il modello può ritenersi concluso nel caso in cui da tale discriminazione lo scenario che minimizza il rischio infortunistico si riducesse ad uno solo. In tal caso lo scenario è da considerarsi **ottimale**.

Ricordiamo come l'obiettivo di tale sistema è volto alla riduzione del rischio infortunistico e che tutti gli altri aspetti e benefici che si possono ottenere da una diversa organizzazione delle mansioni di attrezzaggio sono da considerarsi criteri di scelta secondari solo in presenza di più scenari che presentano lo stesso valore di  $R_{tot}$ .

### **FASE 6-Scelta dello scenario ottimale**

Tale scelta non sarà immediata ma verrà effettuata considerando tutti i possibili benefici ottenuti, da una diversa organizzazione delle mansioni d'attrezzaggio. Nel rispetto quindi del nostro obiettivo principale, ossia la riduzione del rischio infortunistico totale ( $R_{tot}$ ), sono stati valutati i seguenti fattori, di seguito riportati in ordine di priorità:

- Tempo totale di cambio formato( $T_{cf}$ );

- Impiego della forza-lavoro;

Il primo fattore (tempo totale di cambio formato) infatti rappresenta un tempo di mancata produzione che si traduce quindi in un costo sostenuto dall'azienda. Quindi, per poter mantenere alto il livello di competitività si cerca di mantenere tale tempo il più basso possibile.

Il secondo fattore è legato invece al rapporto d'impiego della manodopera ( $R_u$ ). Tale valore percentuale ci fa capire come le mansioni di cambio formato siano distribuite tra i vari operatori impiegati in quel momento durante le operazioni di attrezzaggio. Mantenere un rapporto di utilizzazione il più uniforme possibile tra tutti gli operatori semplifica lo svolgimento delle attività da compiere facendo leva sull'aspetto motivazionale e sulla riduzione della fatica, aumentandone il coinvolgimento da parte di tutti.

### **FASE 7-Valutazione dei risultati**

Durante tale fase verranno comparati i risultati ottenuti dallo scenario ottimale, confrontandoli con quelli ottenuti nello scenario di partenza e valutando i risultati sotto i seguenti aspetti:

- **Sicurezza e salute sui luoghi di lavoro:** Per poter misurare l'efficacia degli sforzi compiuti per la riduzione dei rischi verrà utilizzato un indicatore  $I_{R_{totale}}$  che sarà dato dal rapporto del rischio totale ottenuto dopo l'applicazione del modello ( $R_{Totale\ AFTER}$ ) fratto il rischio totale dello scenario, in questo modo:

$$I_{R_{Totale}} = \frac{R_{Totale\ AFTER}}{R_{Totale\ BEFORE}} \quad (23)$$

Tale indicatore oltre a confermare l'effettiva efficacia del modello (per valori inferiori di 1) ci dà informazioni sulle performance dello stesso. Ottenere ad esempio, un valore pari a 0,85, significherà che la riduzione del rischio infortunistico ottenuta dall' applicazione del modello sarà pari al 15%.

- **Economico/Produttivi:** Per poter valutare i possibili benefici ottenuti sotto tale aspetto, ci basterà tradurre la riduzione di tempo di cambio formato ottenuta, con il nuovo scenario, moltiplicandolo per la resa della critical machine (del formato entrante), ossia la macchina "collo di bottiglia" dell'intera linea, in modo da

ottenere l'incremento di produzione ottenuto. Da qui, sarà semplice ottenere l'effettivo incremento ottenuto in termini economici in ogni cambio formato.

- **Distribuzione del carico di lavoro tra gli addetti durante il cambio formato:** si è misurato il contributo in termini temporali di ciascun addetto rispetto al tempo totale di cambio formato. In merito a ciò è stato calcolato per ognuno degli operatori di linea un rapporto d'impiego ( $Ru$ ), pari a:

$$Ru_i = \frac{T_i}{\sum T_i} , \quad (24)$$

Dove:

$T_i$ =Tempo necessario all'operatore  $i$  per svolgere le proprie mansioni di cambio formato;

$i$ = $i$ -esimo operatore

I risultati ottenuti ci serviranno per poter capire come siano distribuite le diverse mansioni di riconfigurazione della linea tra i diversi operatori. Ottenere valori pressochè omogenei semplifica lo svolgimento delle attività da compiere facendo leva sull'aspetto motivazionale e sulla riduzione della fatica.

### 5.3 Implementazione del modello ad un caso applicativo

Per render più chiaro la descrizione del modello si riporta un esempio applicativo ottenuto a seguito della mia esperienza nello Stabilimento Birra Peroni di Bari s.r.l.

In tale applicazione si sono scelti i seguenti sku(item):

*Tabella 26 : Dati degli sku analizzati*

Sku	Flusso	Descrizione	cl	Resa	N°addetti
63	Multipack	Peroni 33 cfx3 2007	33	40000	5,5
318	Sfuso	Wuhrer 66 ow sf 2010	66	34000	4,5

Di essi si è scelto di riportare l'applicazione del modello sul:

**Cambio Formato: SKU 63 → SKU 318**

dove lo sku 63 rappresenta l'item uscente, mentre lo sku 318 quello entrante.

## Dati di input

- **L.C.S.:** Tempi d'accumulo dinamico (formato uscente).

Inserendo i seguenti dati del formato uscente (sku 63):

Tabella 27 : Dati di input dell'L.C.S. dello sku 63

Sku	Flusso	Resa [bott/h]	Ø Bottle[mm]
63	Multipack	40000	61

è stato possibile ottenere i tempi d'accumulo dinamico, aggregati tra loro per "tratti", definiti a loro volta dalle macchine presenti sulla linea, nel seguente modo:

Tabella 28 : Tempi d'accumulo ottenuti per la filler

Sku 63	
Tratto	Accumulo Dinamico[min]
Depalettizer-->Filler	22
Filler-->Labeller	10,3
Labeller-->Riverwood	4,8
Riverwood-->Packer Ocme 60	2,7
Packer Ocme 60-->Palettizer	5,99

Tali tempi rappresenteranno lo scostamento temporale che si avrà dall'inizio di cambio formato della macchina a monte rispetto all'inizio di cambio formato che si avrà per la macchina subito a valle.

- **S.M.E.D. (Single Minute Exchange of Die):**

Tale metodologia è stata applicata e ripetuta per tutte le macchine presenti sulla linea.

Di seguito, a titolo d'esempio vengono riportati i dati della **filler**(riempitrice) a seguito delle fasi prima di *standardizzazione delle operation* e poi di *tempificazione* delle stesse. Successivamente, ognuna di esse è stata classificate in:

- attività interne
- attività esterne

come riportato di seguito in tabella.

Tabella 29 : Lista delle operations di cambio formato per la filler

Current process	Duration [h.min.s]	Activity type
Attrezzaggio carrello pezzi formato entrante	00:10:00	External
Svuotamento linea	00:10:00	External
Smontaggio coclea e controguida	00:10:00	Internal
Smontaggio guide e stelle (escluso 16-18 sheet star wheel)	00:15:00	Internal
Smontaggio guide tappatore	00:08:00	Internal
Pulizia macchina	00:08:00	Internal
Montaggio guide tappatore	00:02:00	Internal
Montaggio guide e stelle	00:04:00	Internal
Montaggio coclea e controguida	00:01:00	Internal
Regolazione guida coclea e stellina	00:02:00	Internal
Smontaggio cannuce	00:10:00	Internal
Montaggio cannuce	00:05:00	Internal
Montaggio false bottiglie	00:05:00	Internal
Impostazione elettronica formato	00:01:00	Internal
Regolazione guide ingresso macchina	00:01:00	Internal
Smontaggio false bottiglie	00:06:00	Internal
Regolazione guide uscita macchina	00:02:00	Internal
Sterilizzazione	01:20:00	External
Raffreddamento	00:05:00	External
Drenaggio e chiamata birra	00:05:00	External
Lavaggio esterno	00:45:00	External
Riempimento linea vuoti	00:02:00	External
Bottiglie di prova per grado alcolico	00:10:00	External
Controllo diametro tappatura	00:04:00	External
Inizio produzione a bassa velocità	00:03:00	External

A questo punto, verranno raccolti i tempi delle sole macchine che modificheranno i loro attrezzaggi nel passaggio tra lo sku uscente rispetto a quello entrante, mentre non verranno considerati i tempi di attrezzaggio di quelle macchine non presenti nel vecchio formato. Quest'ultime, infatti verranno settate e attrezzate "fuori configurazione", ossia prima dell'inizio del cambio formato in modo da non gravare sui tempi dello stesso. Nel nostro caso abbiamo ottenuto i seguenti tempi di set-up:

Tabella 30 : summary sheet dei tempi di change over ottenuti dallo sku 63 allo sku 318

Machine		Change Over Time [min]
Sku 63 Uscente	Sku 318 Entrante	
Depalettizer-H&K	Depalettizer-H&K	10
Filler	Filler	80
Labeller	Labeller	57
Riverwood	-----	Non presente
-----	Packer Altair	Fuori configurazione
Packer Ocme 60	-----	Non presente
Palettizer	Palettizer	12

- **Valutazione dei rischi per gli addetti al cambio formato:**

Altro dato di input è stata la valutazione dei rischi degli operatori di linea direttamente coinvolti nelle operazioni di cambio formato. Di essa è stata ricavata una valutazione *ridotta*, in cui vengono riportate le sole condizioni di rischio, *direttamente imputabili* alle operazioni di attrezzaggio escludendo tutte le altre.

Tabella 31 : Valutazione dei rischi "ridotta" della situazione iniziale

<b>Operatore di Linea</b>				
<b>Condizioni di Rischio</b>	Probabilità	Danno	Rischio	<b>Rischio</b>
	<b>P</b>	<b>D</b>	<b>R</b>	<b>R=PxD</b>
Cadute dall'alto, cadute in profondità	2	II	<b>B</b>	4
Caduta di oggetti dall'alto	2	II	<b>B</b>	4
Urto, impatto, schiacciamento	2	II	<b>B</b>	4
Punture, tagli, abrasioni	2	II	<b>B</b>	4
Scivolamenti, inciampo, cadute a livello	2	II	<b>B</b>	4
Movimentazione Manuale dei carichi	1	II	<b>C</b>	2
Sovraccarico Biomeccanico Arti Superiori	1	II	<b>C</b>	2
Esposizione a rumore	2	IV	<b>A</b>	8
Macchine – Impianti e Attrezzature da Lavoro	2	II	<b>B</b>	4
Rischio da postura, posizione di lavoro	1	I	<b>C</b>	1
Utilizzo sostanze pericolose	2	II	<b>B</b>	4
Rischio elettrico (elettrocuzione)	1	II	<b>C</b>	2
Rischio dipendenti da fattori organizzativi	1	II	<b>C</b>	2
<b>Rischio Totale Before (Rtotb)</b>				<b>45</b>

Di ognuna delle condizioni di rischio ne è stato calcolato il Rischio (R) dato dal prodotto tra Probabilità(P) e Danno (D) da cui è stato ricavato il Rischio Totale ottenuto dalla sommatoria degli n rischi (Ri) pari a 45.

Tale informazioni saranno a noi utili sia come dato di input (prima) per poter classificare le varie operation e sia come strumento di confronto con lo scenario ottimale ottenuto.

## Vincoli

- **Di precedenza**

Prese in considerazione le sole macchine interessate al cambio formato si è cercato di capire se ci fossero possibili sequenziamenti delle attività, differenti da quelli attualmente utilizzati. Da tale analisi si è potuto capire come su alcune macchine il riordinamento non fosse possibile a causa di vincoli costruttivi che ne obbligano il sequenziamento o a cui un loro riordinamento porti ad un aumento dei tempi di set-up.

Questo è vero per:

- Filler (Riempitrice)
- Carton Packer Altair (Incartonatrice)
- Depalettizer (Depalettizzatore)

Per la Labeller (Etichettatrice) invece, la sequenza di attrezzaggio non è unica. In particolare andando a rappresentare la sequenza d'attrezzaggio aggregando le operation per "parti macchina" è stato possibile individuare due possibili ordinamenti:

- 1) Corpo Macchina → Aggregati → Giostra
- 2) Aggregati → Corpo Macchina → Giostra

Si precisa che il diverso ordinamento delle attività non apporta alcuna modifica alle specifiche qualitative del prodotto quindi entrambi le sequenze risultano del tutto equivalenti.

- **Vincoli sulle risorse critiche di tipo logistico**

Nella costruzione del modello sono state analizzate tutte le attrezzature condivise tra le varie postazioni di lavoro per la movimentazione di materiale quali:

**Transpallet:** utilizzati per l'approvvigionamento delle etichette bottiglia del formato entrante

**Carrelli elevatori a forche frontali:** per l'approvvigionamento del packaging del formato entrante.

**Carrelli a ripiani** per la movimentazione delle attrezzature di attrezzaggio.

e inoltre, delle attrezzature per lo svolgimento delle attività di cambio formato quali:

**Scalette** per lavori di montaggio;

**Scalette a palchetto** per l'accesso in macchina;

Dalla valutazione fatta tali attrezzature non rappresentano un vincolo che impatta negativamente sulle operazioni di cambio formato.

- **Vincoli sulle risorse umane disponibili**

A tal proposito, si è tenuto presente dell'attuale forza-lavoro utilizzata per ognuno dei formati prodotti utilizzando tale dato come dato di partenza per la generazione del modello.

Tabella 32 : Disponibilità di operatori addetti al cambio formato per i diversi flussi

Flusso	n°operatori
Sfuso	4,5
SfusoX6	5,5
Multipacker	5,5
VR	6,5(*)

(\*) viene conteggiato come  $\frac{1}{2}$  l'operatore che si occupa del controllo e mansioni cambio formato per il palettizzatore della linea 1 e 2)

## Applicazione delle fasi del modello

### FASE 1-Individuazione delle operations più rischiose

Avendo a disposizione come dati di input:

- la valutazione dei rischi degli operatori di linea
- le singole operations per ogni macchina

è stato possibile valutare (per le sole operations *interne*) quest'ultime e classificandole in:

- **Rischiose:** in cui è richiesto il supporto di un secondo operatore.
- **Non rischiose:** ossia quelle operazioni il cui svolgimento da parte di un solo operatore comporta un rischio marginale tale da considerarsi trascurabile

Si vuol precisare, come tale valutazione è stata effettuata per tutte le machine interessate al cambio formato.

A titolo d'esempio, si riporta di seguito, la valutazione effettuata sulla filler(riempitrice):

Tabella 33 : Individuazione delle "Activity Risk" per la filler

Current process	Duration [h.min.s]	Activity type	Activity Risk	N° Operators
Attrezzaggio carrello pezzi formato entrante	00:10:00	External		1
Svuotamento linea	00:10:00	External		1
Smontaggio coclea e controguida	00:10:00	Internal		1
Smontaggio guide e stelle (escluso 16-18 sheet star wheel)	00:15:00	Internal	X	2
Smontaggio guide tappatore	00:08:00	Internal	X	2
Pulizia macchina	00:08:00	Internal		1
Montaggio guide tappatore	00:02:00	Internal	X	2
Montaggio guide e stelle	00:04:00	Internal	X	2
Montaggio coclea e controguida	00:01:00	Internal		1
Regolazione guida coclea e stellina	00:02:00	Internal		1
Smontaggio cannuce	00:10:00	Internal		1
Montaggio cannuce	00:05:00	Internal		1
Montaggio false bottiglie	00:05:00	Internal		1
Impostazione elettronica formato	00:01:00	Internal		1
Regolazione guide ingresso macchina	00:01:00	Internal		1
Smontaggio false bottiglie	00:06:00	Internal		1
Regolazione guide uscita macchina	00:02:00	Internal		1
Sterilizzazione	01:20:00	External		1
Raffreddamento	00:05:00	External		1
Drenaggio e chiamata birra	00:05:00	External		1
Lavaggio esterno	00:45:00	External		1
Riempimento linea vuoti	00:02:00	External		1
Bottiglie di prova per grado alcolico	00:10:00	External		1
Controllo diametro tappatura	00:04:00	External		1
Inizio produzione a bassa velocità	00:03:00	External		1

## **FASE 2- Raccolta dei nuovi tempi di set-up delle operations rischiose**

Per le sole attività rischiose, si è passati alla raccolta dei nuovi tempi di set-up, presenti nel nostro caso solo per la *filler* e la *labeller*. Di seguito vengono riportati i nuovi tempi ottenuti:

Tabella 34 : Confronto tra svolgimento delle attività "rischiose" della filler con o senza il supporto del secondo operatore

Current process	Duration [h.min.s]	
	senza operatore di supporto	con operatore di supporto
Smontaggio guide e stelle(escluso 16-18 sheet star wheel)	00:23:00	00:15:00
Smontaggio guide tappatore	00:16:00	00:08:00
Montaggio guide tappatore	00:05:00	00:02:00
Montaggio guide e stelle	00:06:00	00:04:00
<b>Tempo totale</b>	<b>00:50:00</b>	<b>00:29:00</b>

Tabella 35 : Confronto tra lo svolgimento delle attività "rischiose" della labeller con o senza il supporto del secondo operatore

Current process	Duration [min]	
	senza operatore di supporto	con operatore di supporto
<b>Corpo Macchina</b>	<b>15</b>	<b>26</b>

Come si può notare il supporto di un secondo operatore non ha dimezzato il tempo di esecuzione di tali attività ma di esso si è avuta solo una drastica riduzione. Questo perché il supporto non parallelizza tutte le attività.

### **FASE 3-Individuazione degli scenari possibili**

Considerando la presenza delle due modalità di attrezzaggio (individuate nella fase della valutazione dei vincoli di precedenza), previste per la **labeller** è stato possibile realizzare due possibili scenari, aggregando le operation per “zone-macchina” esistenti per l’etichettatrice, che sono:

- Giostra;
- Aggregati;
- Corpo macchina.

Gli scenari individuati, sono di seguito riportati:

Tabella 36 : Diversi scenari individuati per la labeller

C/O Time Labeller					
63-->318					
1°Scenario [min]			2°Scenario [min]		
Corpo Macchina	Aggregati	Giostra	Aggregati	Corpo Macchina	Giostra
26	23	9	23	26	9
<b>Totale 58</b>			<b>Totale 58</b>		

Si precisa che il diverso ordinamento delle attività non apporta alcuna modifica alle specifiche qualitative del prodotto quindi entrambi le sequenze risultano del tutto equivalenti.

#### **FASE 4- Rappresentazione degli scenari attraverso diagramma di Gantt**

Di seguito viene riportato il diagramma temporale della situazione di cambio formato prima dell'applicazione del modello. Ricordiamo come, prima dell'applicazione di quest'ultimo, ogni operatore fosse responsabile delle mansioni di cambio formato e del controllo di ogni macchina.

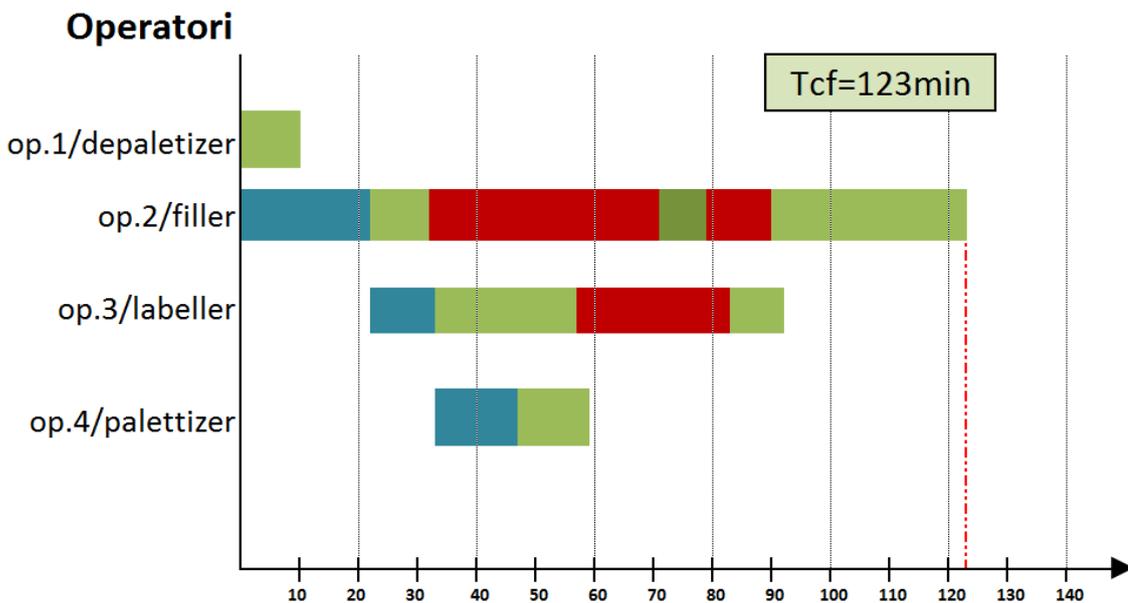


Figura 39 : Rappresentazione dello scenario iniziale

La prima informazione utile che troviamo in tale diagramma è il tempo totale di cambio formato (Tcf) pari a 123 minuti.

Di seguito vengono riportati, invece, i nuovi diagrammi di Gantt per i due possibili scenari:

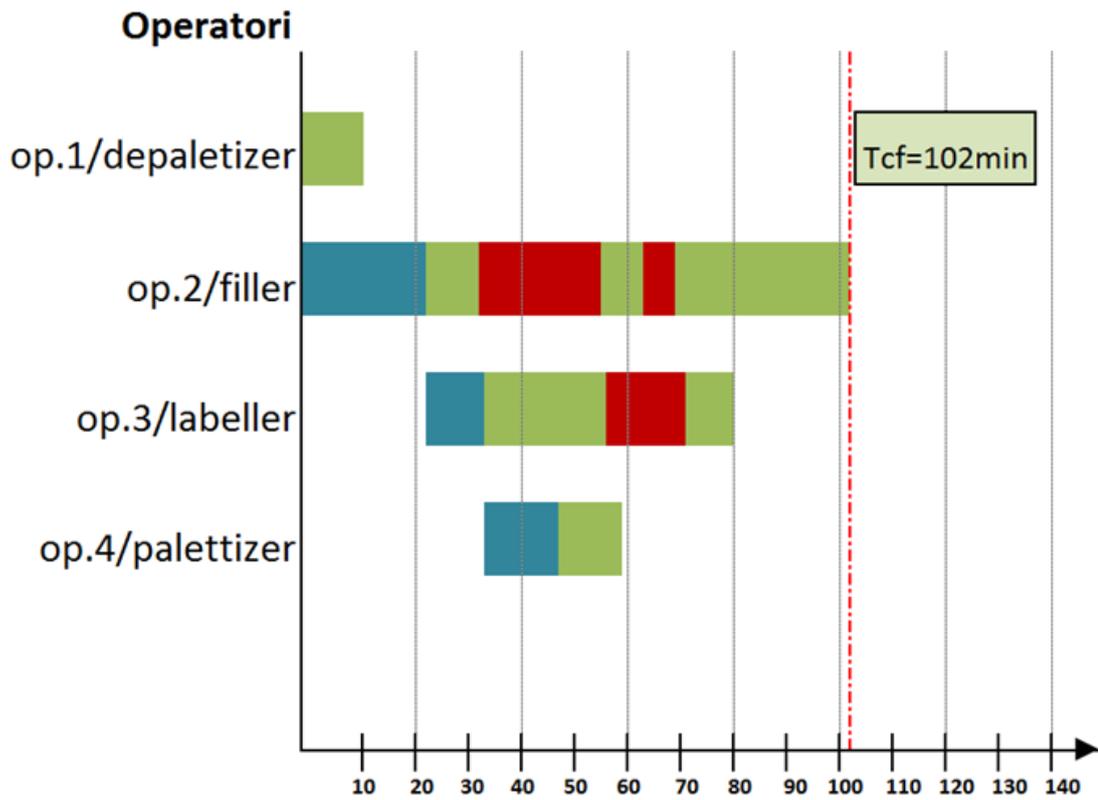


Figura 40 : Primo scenario

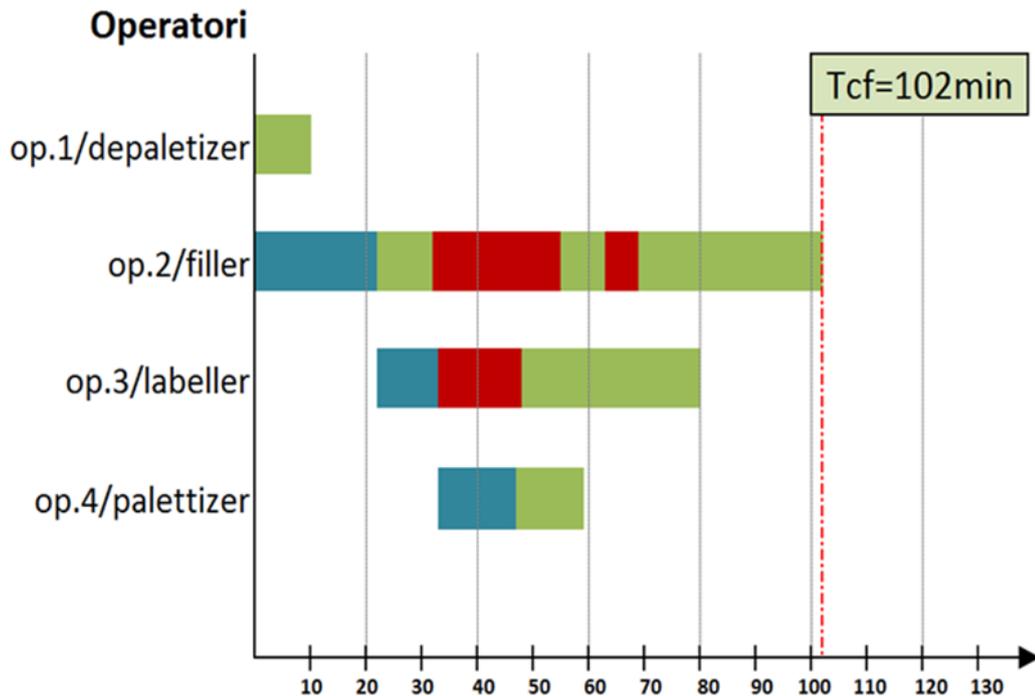


Figura 41 : Secondo scenario

#### **FASE 5-Scelta dello scenario che minimizza il rischio infortunistico totale (Rtot)**

Ottenuta la rappresentazione attraverso diagramma di Gantt dei due possibili scenari (nella fase 4) è possibile effettuare una prima discriminazione. Infatti è possibile notare come nello scenario 2, per l'operatore 2 è possibile garantire il supporto da parte dell'operatore 1 una volta terminate le operazioni di attrezzaggio presso la propria stazione (depalettizer), stesso discorso non può essere fatto per l'operatore 3 che non potrebbe avere alcun supporto da nessun operatore in quanto l'unico a sua disposizione sarà ancora impegnato nelle fasi di controllo della propria stazione di lavoro.

Al contrario, nello scenario 1 le attività di supporto vengono garantite per la "quasi" totalità delle attività rischiose. Infatti, solo nell'inizio delle attività "rischiose" dell'operatore 3 (in rosso), l'operatore 4 non potrà fornire il suo supporto per i primi 3 minuti.

#### **FASE 6- Scelta dello scenario ottimale**

A questo punto si è passati alla scelta dello **scenario ottimale**.

In accordo con quanto detto precedentemente (fase 5) si è scelta lo scenario 1, se pur non garantisce il supporto per la totalità delle mansioni rischiose per l'operatore 3. Per

ovviare a tale problema si è valutata la possibilità di dover ritardare l'inizio di tale attività in modo da poterne garantirne il supporto da parte dell'operatore 4.

Da tale valutazione è emerso che, ritardare l'inizio delle attività rischiose per l'operatore 3(in rosso) di 3 minuti avrebbe permesso il supporto di tutti gli operatori nelle operazioni di attrezzaggio più rischiose senza dover gravare sui tempi totali di cambio formato. Tale scenario è da considerarsi **ottimale**.

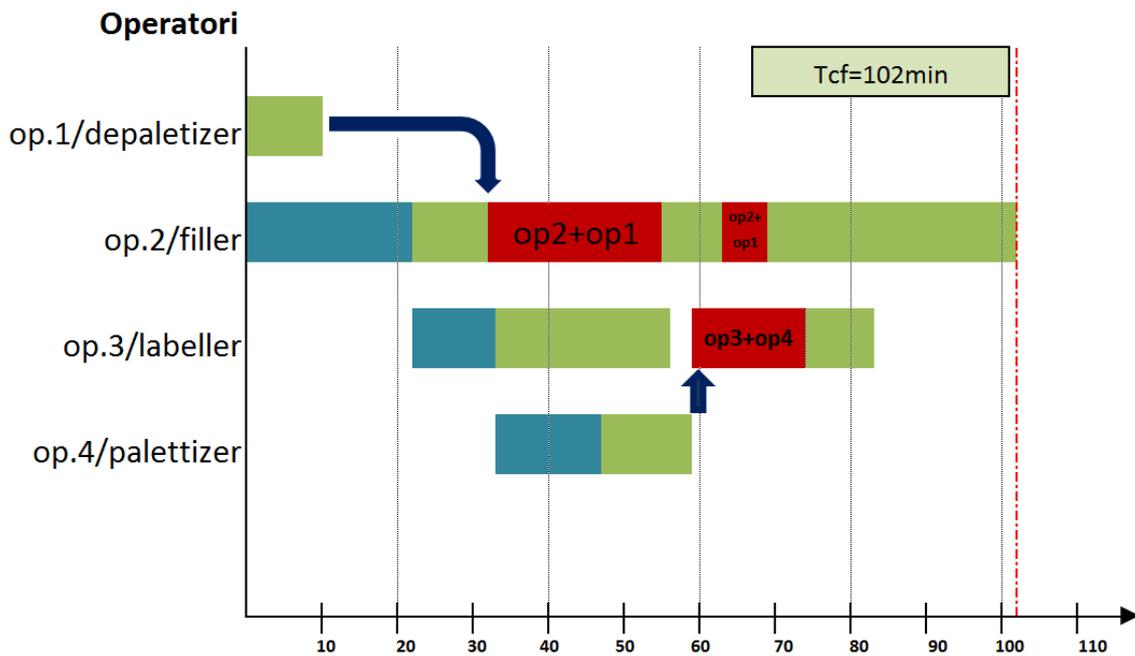


Figura 42 : Scenario ottimale

### **FASE 7-Valutazione dei risultati**

I risultati ottenuti sono stati valutati sotto i seguenti aspetti:

**Sicurezza e salute sui luoghi di lavoro:** Per poter misurare l'efficacia degli sforzi compiuti per la riduzione dei rischi si riporta di seguito la comparazione dei risultati fatta a seguito della nuova valutazione dei rischi ottenuta dopo l'applicazione del modello.

Tabella 37 : Confronto tra la valutazione dei rischi ottenuta prima e dopo l'applicazione del modello

Condizioni di Rischio	Prima		Dopo	
	Rischio	Rischio	Rischio	Rischio
	R	Totale	R	Totale
Cadute dall'alto, cadute in profondità	<b>B</b>	4	<b>C</b>	2
Caduta di oggetti dall'alto	<b>B</b>	4	<b>C</b>	2
Urto, impatto, schiacciamento	<b>B</b>	4	<b>C</b>	2
Punture, tagli, abrasioni	<b>B</b>	4	<b>B</b>	4
Scivolamenti, inciampo, cadute a livello	<b>B</b>	4	<b>C</b>	2
Movimentazione Manuale dei carichi	<b>C</b>	2	<b>C</b>	1
Sovraccarico Biomeccanico Arti Superiori	<b>C</b>	2	<b>C</b>	1
Esposizione a rumore	<b>A</b>	8	<b>A</b>	8
Macchine – Impianti e Attrezzature da Lavoro	<b>B</b>	4	<b>B</b>	4
Rischio da postura, posizione di lavoro	<b>C</b>	1	<b>C</b>	1
Utilizzo sostanze pericolose	<b>B</b>	4	<b>B</b>	4
Rischio elettrico (elettrocuzione)	<b>C</b>	2	<b>C</b>	2
Rischio dipendenti da fattori organizzativi	<b>C</b>	2	<b>C</b>	1
	<b>Rtot (prima)</b>	<b>45</b>	<b>Rtot (dopo)</b>	<b>34</b>

Tale comparazione, ci mette in evidenza la riduzione dei rischi ottenuta per ognuno degli  $R_i$  che risultano più bassi rispetto alla situazione antecedente l'applicazione del modello. Anche il valore  $R_{tot}$  ottenuto dalla sommatoria degli  $n$  rischi risulta pertanto diminuito: questo permette di affermare che l'applicazione del modello risulta in qualche misura efficace.

Il valore dell'indicatore:

$$I_{RTotale\ PRIMA-DOPO} = \frac{34}{45} = 0.75 \quad (25)$$

Mette in evidenza quanto appena detto. Valori di  $I_{RTotale}$  inferiori a 1 indicano un miglioramento della sicurezza all'interno dell'organizzazione e una riduzione del rischio infortunistico totale ( $R_{tot}$ ) del 25%.

**Economico/Produttivi:** A seguito dell'applicazione del modello si è passati da un tempo totale di cambio formato dello scenario iniziale di 123 min a quello ottimale di 102 minuti corrispondente ad una riduzione temporale 17%.

Tale riduzione di tempo si traduce in un incremento di produzione (riferite al cambio formato preso in esame) di:

$$Bp = \left( \frac{Pl \left[ \frac{bott}{h} \right]}{60} \right) * Ts[\text{min}] =$$

$$= \left( \frac{34000}{60} \right) * 16 = 9066 \text{ [unità]}$$

Dove:

**Bp**=Bottle Profit: rappresenta il guadagno in numero di bottiglie ottenuto in ogni cambio formato (dallo sku 63 allo sku 318)

**Pl**=Performance Line: rappresenta la resa del formato entrante (sku 318) espressa in bottiglie all'ora.

**Ts**= Time Saving = tempo risparmiato a seguito dell'applicazione del modello espresso in minuti

che tradotte in ettolitri:

$$Cp = Bc[hl] * Bp[bott] =$$

$$= 0.0066 * 9066 = 59.8 [hl]$$

Dove:

**Cp**= Capability Profit:rappresenta il guadagno ottenuto in termini di ettolitri.E' da tener presente come tali risultati siano stati ottenuti senza l'ausilio di ulteriori risorse e senza alcun tipo di costo per l'azienda ma solo ottimizzando le risorse a sua disposizione.

**Distribuzione del carico di lavoro tra gli addetti durante il cambio formato:** I risultati ottenuti sono stati riportati, confrontando lo scenario iniziale con quello ottimale, nella tabella seguente:

Tabella 38 : Utilizzazione operatori

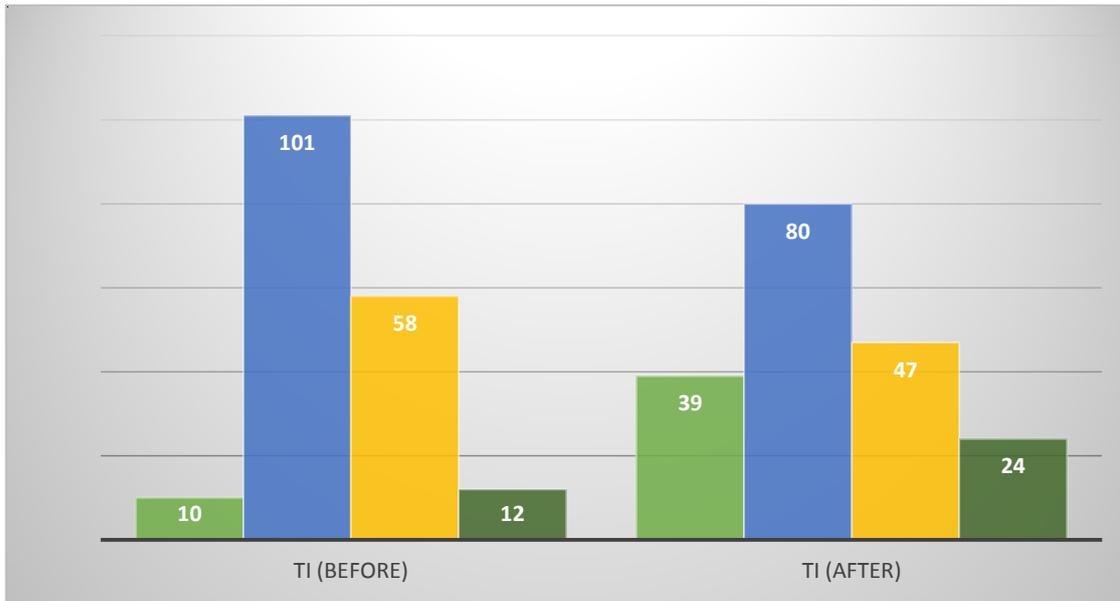
OPERATORE	UTILIZZAZIONE OPERATORI					
	PRIMA			DOPO		
	Ti	Ru <sub>i</sub>	Ru <sub>i</sub> [%]	Ti	Ru <sub>i</sub>	Ru <sub>i</sub> [%]
OP.1	10	10/181	5,5	39	39/150	26
OP.2	101	101/181	56	80	80/150	53
OP.3	58	58/181	32	47	47/150	31
OP.4	12	12/181	7	24	24/150	16

Valutando tali dati, emerge come in uno scenario iniziale esistesse un forte *sbilanciamento* tra la distribuzione delle mansioni degli operatori Op. 1 e Op.4, rispetto agli operatori Op.2 e Op.3 che invece hanno elevati rapporti d'impiego (Rui[%]) rispetto ai primi.

Di seguito, con l'utilizzo di istogrammi si è voluto mettere in luce le differenze temporali esistenti tra i due scenari nello svolgimento delle mansioni per i diversi operatori utilizzando come dato di confronto il tempo assoluto (Ti).

Tabella 39 : Legenda istogrammi

LEGENDA	
	OP.1
	OP.2
	OP.3
	OP.4



*Figura 43 : Distribuzione dei tempi Ti tra i diversi operatori tra lo scenario iniziale e quello ottimale*

Da qui evince come l'applicazione del modello, abbia permesso che tali valori fossero pressoché omogenei, semplificando lo svolgimento delle attività da compiere per gli operatori più impegnati in tale fase di lavoro riducendone la fatica (Op. 2 e Op. 3) e aumentandone il coinvolgimento di altri (Op.1 e Op. 2) migliorandone così la motivazione e la qualità del lavoro.

## CONCLUSIONI

In questo lavoro di tesi si è affrontato il tema della salute e della sicurezza sui luoghi di lavoro (SSL) nato dall'esigenza dello stabilimento Birra Peroni s.r.l. di Bari di voler adottare nell'area packaging dell'impianto un modello di gestione che riduce il livello di rischio degli operatori senza pregiudicare le performance.

Il modello adottato ha permesso di attuare una "parallelizzazione" programmata degli operatori, che durante alcune fasi del lavoro di packaging, considerate ad alta pericolosità, si supporteranno a vicenda permettendo da un lato un abbattimento del rischio e dall'altro un miglioramento degli indici di produzione.

L'implementazione del modello di gestione al contesto industriale di riferimento ha permesso una riduzione del 25% del rischio infortunistico totale e una riduzione dei tempi di change-over del 17%. Ciò significa, aver incrementato la potenziale capacità produttiva di 9066 [unità] (pari a circa 60 [hl] di bevande) per ogni cambio formato.

L'adozione del modello ha inoltre permesso una maggiore distribuzione del carico di lavoro tra gli operatori di linea da cui è conseguita una maggiore motivazione e responsabilizzazione degli stessi che ha determinato un miglioramento nella qualità del lavoro.

E' interessante sottolineare che il costo richiesto dall'implementazione del modello è pressoché nullo, infatti bisogna solo considerare i costi derivanti dalla formazione integrativa a cui ciascun operatore sarà soggetto.

L'implementazione del modello fornisce sicuramente una serie di vantaggi, ma presenta anche criticità legate sia a livello di "implementazione" sia a livello di "modello".

Le prime, inevitabili, sono legate alla *starting phase* in cui un'implementazione progressiva non può prescindere da una maggiore responsabilizzazione degli addetti e da una continua partecipazione dei lavoratori ai corsi di aggiornamento. Quest'ultimi sono utili agli addetti per aumentarne il *knowledge* e al *management* per trarre utili consigli dagli operatori direttamente impegnati nelle fasi di *change-over*. Inoltre si rende indispensabile fornire gli operatori di devices, cosicché gli stessi possano conoscere lo stato d'avanzamento del processo ed il posizionamento dei lavoratori nelle diverse stazioni, in questo modo il coordinamento e la sincronizzazione durante le fasi di cambio formato potrà essere eseguita agevolmente.

In una fase iniziale, un ulteriore suggerimento potrebbe essere quello di creare una politica di incentivi e benefit che premi i team di lavoro più meritevoli in modo da promuoverne la corretta applicazione del modello di gestione.

Le criticità a livello di “modello” invece, sono da imputare ad una sua scarsa flessibilità dovuta ad un alto livello di customizzazione in fase progettuale. In altre parole ogni modifica strutturale o di performance della linea richiede una riprogettazione del modello. Altra criticità è dovuta alla staticità del modello legata, principalmente, all’assenza di un sistema di retroazione che modifichi le variabili del modello sulla base dei risultati ottenuti sulla linea.

Si suggerisce, pertanto, l’integrazione al modello di un’ulteriore fase al fine di effettuare un confronto sistemistico tra i risultati ottenuti dallo scenario fornito dal modello ed i risultati realmente rilevati. L’inserimento di un processo di *benchmarking* consentirebbe di effettuare una rimodulazione delle *decision variables* del modello ogni qualvolta si ottenga un feedback negativo. Un possibile approccio in tal senso potrebbe prevedere la realizzazione di un cruscotto d’indicatori di performance (KPI=Key Performance Indicators) opportunamente scelti e tali da permettere un’immediata percezione dei livelli di ottimizzazione restituiti dal modello.

In conclusione, con tale lavoro di tesi si è voluto metter in luce come, una buona politica in materia di salute e sicurezza sul lavoro fa bene alla salute dell’azienda. Le imprese dovrebbero integrare la SSL all’interno della propria struttura di gestione aziendale e accrescere la consapevolezza dei suoi vantaggi tra le persone responsabili del processo decisionale. Può “capitare”, inoltre, che un adeguato modello di gestione oltre a ridurre il livello di rischio residuo possa permettere l’ottimizzazione del processo produttivo, mediante l’implementazione un approccio orientato al miglioramento continuo, ottenuto eliminando qualsiasi forma di spreco, ricercando ed inseguendo, giorno dopo giorno, la perfezione.

## BIBLIOGRAFIA

- Anselmi. *“L’impostazione di un sistema di gestione della salute e della sicurezza sul lavoro”*.
- Barbara B.F. (1998). *“World class manufacturing: an investigation of Hayes and Wheelwright’s foundation”*. Journal of Operations Management, pp 249-269.
- Borghetto R. *“L’integrazione necessaria tra SGSL e B-BS”*. Journal of Applied Radical
- Borghetto R., Tosolin F. *“Behavior-based safety: formazione e comportamenti per la sicurezza degli addetti”*.
- Ing. Cialdella M.L. Università di Pisa *“L’evoluzione della normativa in materia di sicurezza sul lavoro”*.
- De Felice F. *“Improving Operations Performance with World Class Manufacturing”*.
- Girardi M. *“La gestione della sicurezza basata sui comportamenti”*. Master Sicurezza, Trento, 29 aprile 2010.
- Galgano, Le tre rivoluzioni, seconda appendice *“le principali tecniche della produzione snella”*, pp. 333-377, Gruppo Galgano e associati, 2002.
- INAIL - Istituto Nazionale per l’Assicurazione contro gli Infortuni sul Lavoro. *“Salute e sicurezza sul lavoro, una questione anche di genere – Rischi lavorativi. Un approccio multidisciplinare”* (2013).
- INAIL - Istituto Nazionale per l’Assicurazione contro gli Infortuni sul Lavoro. Ing. Sabatino R. *“Metodologia per la Valutazione dei Rischi”*.
- Mossink J. – European Agency for Safety and Health at Work (2002). *“Inventory of socioeconomic costs of work accidents”*.
- Norma British Standard OHSAS 18002:2008. *“Sistema di Gestione della Salute e Sicurezza sul Lavoro. Linee Guida per l’attuazione della norma OHSAS 18001:2007”*
- John Nicholas, *“Competitive manufacturing management: continuous improvement, lean production and customer-focused quality”*, 1998.
- Koch J. *“Packaging Line Capability Study”* December 2007
- Peroni Academy (2005) *“Conoscere il nostro processo produttivo”*.
- Paciotti A.(2012) *“Produttività WCM”*.

Rizzo R. (2006). *“La sicurezza degli impianti industriali”*. Edizioni Scientifiche Italiane, pp.5-505.

Shigeo Shingo, *“A revolution in manufacturing: the SMED system”*, Productivity press, 1985.

Shigeo Shingo *“Il Sistema di Produzione Toyota dal punto di vista dell’Industrial Engineering”*, (edizione italiana), capitolo 3 *“miglioramento dell’operazione”*, pp. 110-132, Franco Angeli, 1985

Testo Unico sulla Sicurezza sul Lavoro. (Ed. maggio 2014).

Valenti A. (2012). *“Le conseguenze socio economiche degli infortuni sul lavoro e delle malattie professionali in Italia: il ruolo della prevenzione”*.

## SITOGRAFIA

<http://osha.europa.eu>

<http://www.eu-osha.es>

<http://www.ispesl.it>

<http://www.peroni.it>

<http://www.sabmiller.com>

<http://www.leannovator.com> *“Introduzione ai Principi e Metodi dell’Organizzazione Snella”*.

<http://www.leanmanufacturing.it>,

<http://www.lean-manufacturing.it>

<http://www.puntosicuro.it/sicurezza-sul-lavoro-C-1/tipologie-di-contenuto-C-6/lineeguida-buoneprassi-C-62/l-impostazione-di-un-sistema-di-gestione-della-sicurezza-AR-10581/article.pdf>