

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA

Dipartimento di Tecnica e Gestione dei Sistemi Industriali

Corso di laurea magistrale in Ingegneria Gestionale

Tesi di Laurea

Miglioramento delle performance dei cambi formato in ottica Lean Manufacturing:
il caso Acqua Minerale San Benedetto S.p.A.

Relatore

Ch. mo Prof. Roberto Panizzolo

Laureanda

Federica Faggian

Correlatore

PhD. Ing. Stefano Cervaro

Anno Accademico 2019/2020

Sommario

L'obiettivo di questo lavoro di tesi è quello di fornire alle aziende un valido supporto all'implementazione dei progetti di miglioramento delle performance dei cambi formato in ottica Lean Manufacturing.

Il documento descrive un approccio per la realizzazione dei progetti di miglioramento dei cambi formato, non solo dal punto di vista teorico, ma avvalendosi anche di un caso studio "on the job" e ripercorrendo le principali tappe decisionali e le problematiche più rilevanti che si sono succedute durante lo svolgimento dello stesso.

Lo scopo del progetto, sviluppato nel corso di sei mesi presso l'headquarter del Gruppo Acqua Minerale San Benedetto S.p.A., è ambivalente: da un lato si desiderava ridurre le tempistiche dei cambi formato in una linea particolarmente critica dello stabilimento, dall'altro si desiderava alleggerire le attività svolte dal personale della linea.

Questi due obiettivi sono stati ottenuti contemporaneamente apportando delle modifiche ai macchinari e riorganizzando le squadre di lavoro in modo tale da raggiungere non solo un beneficio economico dato dalla riduzione delle tempistiche, ma anche un beneficio per gli operatori direttamente coinvolti in queste attività.

Nonostante il caso studio riguardi l'azienda di imbottigliamento Acqua Minerale San Benedetto S.p.A., i principi descritti e le modalità operative possono essere d'ispirazione non solo nelle realtà aziendali nelle quali le linee sono molto automatizzate, come nel contesto trattato, ma anche in realtà produttive in cui la figura umana ha un margine d'azione più esteso. Pertanto, lo scopo globale del documento è quello di suggerire a coloro che si apprestano per la prima volta all'implementazione di un progetto di miglioramento dei cambi formato, una possibile struttura logica da seguire al fine di ottenere risultati economici e benefici per gli operatori coinvolti.

Indice

Sommario	
Indice.....	I
Introduzione	1
1 INTRODUZIONE AL CAMBIO FORMATO.....	5
1.1 Produzione Snella.....	5
1.1.1 La creazione del valore	5
1.1.2 L'eliminazione degli sprechi.....	6
1.1.3 Il miglioramento continuo.....	7
1.1.4 La Lean nelle imprese italiane del Nord	8
1.2 Origine e sviluppo storico del cambio formato	8
1.2.1 La visione odierna del cambio formato.....	10
1.3 Definizioni.....	11
1.3.1 Definire il cambio formato e le sue parti	11
1.3.2 Differenza tra attività svolte internamente ed esternamente	14
1.3.3 Lo SMED nella filosofia Lean	15
1.4 Terminologia finale	16
2 IL CAMBIO FORMATO COME SCELTA STRATEGICA.....	19
2.1 Road-Map del progetto.....	19
2.1.1 Approccio Top-Down e Bottom-Up	20
2.2 Fase strategica	22
2.2.1 Revisione della politica aziendale.....	22
2.2.2 Analisi dei benefici strategici di un progetto di implementazione dei cambi formato snelli.....	23
2.2.3 La flessibilità.....	23

2.3	Come si lega la flessibilità al miglioramento delle performance di cambio formato	24
2.3.1	Il modello EMQ.....	25
2.3.2	Analisi delle modalità con cui si può realizzare il progetto	32
3	FASE IMPLEMENTATIVA DEL CAMBIO FORMATO SNELLO	35
3.1	Definizione del progetto per mezzo di un piano di progetto	35
3.1.1	Identificazione del Team di Progetto e dei suoi ruoli e responsabilità 36	
3.1.2	Identificazione degli obiettivi del progetto e delle attività da svolgere 38	
3.1.3	Lo scheduling del progetto e la definizione del budget.....	42
3.1.4	Ruolo del Management e dell'innovazione nel progetto.....	43
3.2	Analisi della situazione corrente.....	44
3.2.1	Analisi della situazione corrente per una linea con gamma prodotti limitata 45	
3.2.2	Analisi della situazione corrente per una linea con gamma prodotti molto estesa	47
3.2.3	Conclusioni.....	51
4	LA SCELTA DEL CAMBIO FORMATO DA ANALIZZARE	53
4.1	La scelta del/dei cambi formato da analizzare.....	53
4.1.1	Due approcci alla scelta del/dei cambi formato.....	54
4.1.2	Analisi ABC delle frequenze dei cambi formato.....	55
4.1.3	Impostazione e realizzazione dell'analisi ABC.....	55
4.1.4	Analisi successive all'analisi ABC.....	58
4.2	Monitoraggio del cambio formato prescelto.....	59
4.3	Costificazione del cambio formato	61
4.4	La costificazione del cambio formato [1]	61

4.4.1	Costi tangibili	63
4.4.2	Costi intangibili	63
4.5	Analisi del cambio formato monitorato.....	64
5	APPLICAZIONE DELLE AZIONI DI MIGLIORAMENTO	67
5.1	Eliminare, semplificare, esternalizzare e standardizzare.....	67
5.1.1	Eliminare	68
5.1.2	Semplificare	69
5.1.3	Esternalizzare	69
5.1.4	Eeguire diventa Standardizzare, da ESEE a ESES.....	70
5.2	Modifiche tecniche od organizzative.....	71
5.3	Implementazione e monitoraggio delle azioni di miglioramento pianificate: la fase esecutiva.....	72
5.4	Standardizzare le soluzioni migliorative	74
5.5	Approccio Lean volto all'implementazione dei progetti di snellimento dei cambi formato: il ciclo PDCA.....	74
5.5.1	Il ciclo PDCA	75
5.6	Agile Thinking	76
6	ACQUA MINERALE SAN BENEDETTO S.p.A.	79
6.1	60 anni di storia	79
6.1.1	Il valore dell'innovazione e della ricerca	80
6.1.2	L'internazionalizzazione	81
6.1.3	La sostenibilità	82
6.1.4	La capacità di soddisfare le esigenze del cliente.....	82
6.2	La situazione attuale	83
6.3	Il contesto produttivo dell'headquarter del Gruppo San Benedetto	84
6.4	I progetti SMED realizzati in Acqua Minerale San Benedetto S.p.A. ...	85

7	INTRODUZIONE AL PROGETTO DI MIGLIORAMENTO DELLE PERFORMANCE DEI CAMBI FORMATO IN LINEA 42	89
7.1	La linea 42	89
7.2	L'organizzazione del personale nella linea 42.....	90
7.3	Layout e macchinari della linea 42	92
7.3.1	Il Layout dell'impianto 42.....	92
7.3.2	I macchinari dell'impianto 42	94
7.4	Cosa sono le confezionatrici	98
7.5	Il cantiere di miglioramento eseguito in L42.....	102
7.6	La scelta strategica.....	103
7.7	Definizione degli obiettivi e creazione del team di progetto	105
8	ANALISI DELLA SITUAZIONE CORRENTE NEL PROGETTO DI MIGLIORAMENTO DELLA LINEA 42.....	107
8.1	Analisi della situazione corrente.....	107
8.1.1	Ispezioni sul campo	108
8.1.2	Generazione della matrice dei cambi formato.....	108
8.1.3	Considerazioni sulla matrice dei cambi formato.....	118
8.2	Analisi ABC.....	119
8.3	Analisi dei colli di bottiglia della linea	123
8.4	La scelta del cambio formato da monitorare.....	126
8.5	Probabilità di accadimento dello scenario migliore e peggiore	127
9	IL MONITORAGGIO E LA COSTIFICAZIONE DEL CAMBIO FORMATO PRESCELTO	129
9.1	Il monitoraggio del cambio formato prescelto.....	129
9.1.1	Lo Spaghetti Chart.....	133
9.1.2	L'analisi delle precedenze	133
9.1.3	Ulteriori analisi.....	134

9.2	La costificazione dei cambi formato con collo di bottiglia nelle confezionatrici 2-3	135
9.2.1	Costo del personale impiegato nel cambio formato.....	136
9.2.2	Il costo dei lavaggi e dei materiali persi è trascurabile	136
9.2.3	Il costo dell'energia.....	137
9.3	Definizione dei punti di miglioramento su cui agire.....	138
9.4	Identificazione dei punti di miglioramento	139
10	GLI INTERVENTI MIGLIORATIVI APPLICATI AL PROGETTO DELLA LINEA 42.....	141
10.1	Mappa degli interventi migliorativi.....	141
10.2	Le modifiche tecniche.....	143
10.2.1	Spostamento della traversa.....	143
10.2.2	Miglioramento del sistema di regolazione dei nastri trasportatori	144
10.2.3	Standardizzazione delle traverse fuori forno.....	147
10.3	Le modifiche organizzative	148
10.3.1	Interventi di esternalizzazione delle attività: il carrellino porta utensili	148
10.3.2	Interventi di esternalizzazione delle attività: la preparazione delle bobine	150
10.3.3	Interventi di standardizzazione: creazione della Check-list e della procedura.....	151
10.3.4	La riorganizzazione della squadra di lavoro	152
11	RISULTATI OTTENUTI DAL PROGETTO DI SNELLIMENTO DEI CAMBI FORMATO IN LINEA 42.....	155
11.1	Risultati globali del progetto	155
11.1.1	Descrizione del cambio formato monitorato dopo gli interventi migliorativi.....	155

11.1.2	Analisi della produttività	158
11.1.3	Risultati temporali del progetto	159
11.1.4	Beneficio economico globale del progetto	160
11.2	Risultati economici suddivisi per tipologia di modifica.....	160
11.2.1	Risultati ottenuti dalle modifiche tecniche	161
11.2.2	Risultati ottenuti dalle modifiche organizzative.....	161
11.2.3	Constatazioni riguardo i risultati economici.....	162
11.2.4	Futuri punti di intervento.....	162
11.3	Una sfida per noi e per tutti.....	163
	Conclusioni.....	165
	Ringraziamenti	167
	Bibliografia e Sitografia	169
	Appendice.....	173

Introduzione

L'importanza di disporre di una produzione flessibile, cioè che si adatti velocemente alle richieste del mercato finale è nota da decenni. A maggior ragione nel settore del beverage, che nel contesto odierno è sempre più competitivo e influenzato da mode sempre in divenire, questa esigenza è quasi indispensabile per rimanere competitivi sul mercato. Per questo motivo il management del Gruppo San Benedetto, ha deciso di sviluppare numerosi progetti allo scopo di incrementare la flessibilità e l'efficienza dei suoi impianti produttivi

In questo contesto è sorto il seguente lavoro di tesi che è stato svolto in team in un arco temporale di sei mesi, presso l'headquarter del Gruppo San Benedetto.

Lo scopo strategico del progetto: l'aumento di flessibilità ed efficienza degli impianti, è stato esplicitato in una serie di progetti di miglioramento delle performance dei cambi formato nelle linee produttive dello stabilimento, tra cui quello che sarà descritto in questo documento.

Nello specifico il progetto trattato, riguarderà una delle linee produttive dello stabilimento, caratterizzata da un'elevata complessità in termini di prodotti potenzialmente realizzabili. Per questo motivo larga parte del tempo impiegato nel progetto è stato dedicato nel dare ordine a questa complessità, ricavando dai dati a disposizione, il maggior numero di informazioni possibili, al fine di descrivere al meglio la situazione corrente dell'impianto.

In seguito all'elaborazione di numerose analisi, si è isolato un macchinario tra quelli presenti nella linea, con maggiore priorità rispetto agli altri di essere migliorato.

A questo punto si è deciso di monitorare i cambi formato rappresentativi che si svolgevano su questo macchinario, senza perdere di vista la visione d'insieme dell'intero processo.

Infine, nell'ultimo periodo di lavoro, si sono analizzate dettagliatamente le attività monitorate e si sono implementate le azioni di miglioramento fattibili economicamente. I miglioramenti si sono suddivisi in due tipologie: modifiche

tecniche ai macchinari e modifiche organizzative, relative alle procedure di lavoro del personale delle linee.

L'obiettivo finale del progetto "dimezzare le tempistiche dei cambi formato relativi al macchinario selezionato, snellendo contemporaneamente le attività svolte dagli operatori in quella postazione di lavoro, entro sei mesi", in realtà è stato raggiunto solo parzialmente. Le attività svolte dagli operatori durante i cambi formato sono state effettivamente alleggerite, ma la riduzione delle tempistiche non ha raggiunto la quota pattuita del 50%, fermandosi al 35%. Ciò è giustificato dal fatto che gli investimenti impiegati nelle modifiche tecniche ed organizzative implementate non potevano superare una certa soglia, per non gravare sul ritorno economico e sul Pay Back Period. Pertanto, larga parte delle azioni migliorative che avrebbero potuto dimezzare i tempi di cambio formato, sono state escluse a priori.

Questa problematica ha reso però il management consapevole del limite e ha spronato il team alla ricerca di soluzioni migliorative più economiche.

Per lo sviluppo del lavoro di Tesi, si è fatto riferimento ai seguenti testi letterari: J. R. Henry, *Achieving Lean Changeover Putting SMED to Work*, New York: CRC Press Taylor & Francis Group, 2013, R. I. McIntosh, S. J. Culley, A. Mileham e G. Owen, *Improving Changeover Performance. A strategy for becoming a lean, responsive manufacturer*, Oxford: Butterworth-Heinemann, 2001 e K. Herr, *Quick Changeover Concepts Applied. Drammatically Reduce Set-Up Time and Increase Production Flexibility with SMED*, New York: CRC Press Taylor & Francis Group., 2014, i quali hanno costituito un supporto in fase di sviluppo del progetto nel contesto aziendale del Gruppo San Benedetto. L'esperienza sul campo però è stata sicuramente la fonte principale delle idee su cui si sviluppa la trattazione.

Il documento pone enfasi principalmente: sulla pianificazione dei progetti di miglioramento dei cambi formato, sull'analisi dei dati relativi alla situazione corrente, fondamentali come punto di partenza per la piena comprensione del contesto produttivo nel quale si sta operando ed infine sull'applicazione delle modifiche tecniche ed organizzative.

La tesi è suddivisa in due sezioni: la prima, che è puramente teorica, è composta dai capitoli 1-5, la seconda che tratta un caso studio nel quale si sono applicati i principi teorici descritti nella prima sezione, è composta dai capitoli 6-11.

Nella sezione teorica il capitolo 1 ha lo scopo di introdurre il lettore nella trattazione, definendo la terminologia e il modus operandi che verrà utilizzato.

Il capitolo 2 definisce la scaletta logica su cui si baserà il progetto di miglioramento dei cambi formato, trattando le ragioni strategiche che inducono le aziende ad implementare questi progetti, con focus alla flessibilità e menzionando il modello EMQ.

Nel capitolo 3 continua la descrizione della scaletta logica su cui si baserà il progetto di miglioramento dei cambi formato, trattandone gli aspetti operativi e focalizzandosi sull'importanza dell'analisi della situazione corrente.

Il capitolo 4 descrive ulteriori analisi da effettuare in questa tipologia di progetti, tra cui l'ABC e l'analisi dei colli di bottiglia. La trattazione prosegue con la spiegazione della modalità di monitoraggio del cambio formato prescelto e della sua costificazione.

Infine il capitolo 5 definisce l'approccio ESES per l'applicazione delle azioni di miglioramento nel contesto produttivo.

Per quanto riguarda invece la sezione pratica del manuale, il capitolo 6 contiene un'introduzione all'azienda di imbottigliamento nella quale si è sviluppato lo studio, descrivendone i progetti di miglioramento dei cambi formato precedentemente realizzati.

Nel capitolo 7 si descrive nel dettaglio la linea nella quale si applicherà il progetto e si definisce la motivazione strategica che ha condotto a questa scelta.

Il capitolo 8 tratta l'analisi della situazione corrente della linea prescelta e definisce l'ABC e l'analisi dei colli di bottiglia che hanno condotto alla scelta di un cambio formato rappresentativo da monitorare.

Nel capitolo 9 si descrive il monitoraggio e la costificazione del cambio formato prescelto, quest'ultima calcolata con il supporto di un semplice programmino Excel.

Nel capitolo 10 si elencano tutte le modifiche tecniche ed organizzative che si sono implementate nel progetto di miglioramento dei cambi formato.

Infine nel capitolo 11 si descrivono i risultati globali in termini economici ottenuti in seguito alle modifiche applicate nel contesto produttivo.

1 INTRODUZIONE AL CAMBIO FORMATO

Questo capitolo ha l'obiettivo di introdurre il lettore alla tematica del cambio formato. Dapprima si menzioneranno alcuni punti di contatto della metodologia Lean con la tematica del cambio formato. In secondo luogo verranno delineate le principali tappe storiche che hanno condotto alla concezione odierna di quest'attività. Infine si andrà a definire in modo accurato la terminologia che verrà utilizzata nei successivi capitoli, fondamentale ai fini della comprensione del manuale.

1.1 Produzione Snella

Il termine produzione snella, traduzione italiana di Lean Production o Lean Manufacturing, è un insieme di principi, pratiche e metodologie produttive che si rifanno al sistema produttivo fondato dalla Toyota Motor Corporation negli anni Cinquanta: il Toyota Production System (TPS).¹

Gli obiettivi della Lean Manufacturing possono ricondursi a tre macro aree: la creazione del valore, l'eliminazione degli sprechi e il miglioramento continuo o kaizen. Questi aspetti saranno descritti puntualmente nei paragrafi seguenti.

1.1.1 La creazione del valore

Le attività che secondo la logica Lean sono considerate a valore, sono quelle per cui il cliente è disposto a pagare, tutto il resto è muda cioè spreco. Per esempio durante la produzione di una bottiglia d'acqua, il cliente sarà disposto a pagare nel prezzo del prodotto finale, il costo del processo di creazione della bottiglia, del suo riempimento, del suo imballaggio e del trasporto presso il negozio ed il lavoro di tutto il personale coinvolto direttamente in queste operazioni. Il cliente non sarà

¹ Il TPS Toyota Production System è un sistema produttivo fondato da Sakichi Toyoda, Kiichirō Toyoda ed in particolare dall'ingegnere Taiichi Ōno tra gli anni 1948-1975.
(Fonte: http://www.strategosinc.com/toyota_production.htm)

Il termine "produzione snella" è stato coniato da John Krafcik nel suo articolo del 1988, "Triumph of the lean production system", basato sulla sua tesi di laurea al MIT Sloan School of Management.
(Fonte: Krafcik, John F, Triumph of the lean production system., in MIT Sloan Management Review, 1988, vol. 30, n. 1).

disposto a pagare il costo di giacenza della merce in magazzino, il costo del lavoro del personale inutilizzato ed altre attività che appunto non creano valore per il prodotto finale.

Come riportato da Graziadei (2006), secondo gli studiosi G. Stalk e T. Hout, l'80% delle attività di un processo non sono a valore aggiunto per il cliente, il 15% è spreco e solo il 5% è composto da attività a valore. Per adattarsi alle esigenze dei clienti e creare prodotti competitivi oggi, non è più possibile ottimizzare i processi localmente, si necessita una rivalutazione radicale del processo logistico-produttivo al fine di rispondere in modo reattivo al mercato². In quest'ottica il miglioramento delle performance del cambio formato, si integra perfettamente nella logica Lean perché, essendo il tempo del cambio formato un'attività non a valore per il cliente finale, il nostro progetto avrà proprio come obiettivo quello di ridurre questo spreco e creare un processo più valido.

1.1.2 L'eliminazione degli sprechi

Secondo la letteratura gli sprechi o Muda sono sette: il trasporto, le scorte, lo spazio, i tempi di attesa, la sovra-produzione, la sovra-lavorazione e i difetti.

Tutti i Muda sono interconnessi tra loro nel senso che la riduzione o eliminazione di uno di essi può generare la riduzione o eliminazione di un altro spreco.

La sovrapproduzione in particolare potrebbe considerarsi lo spreco per antonomasia perché è concatenato in una logica di causa-effetto a tutti gli altri. Se un'azienda producesse più della richiesta del consumatore finale, sicuramente genererebbe scorte che occuperebbero spazio in magazzino, queste scorte prodotte in gran numero non permetterebbero l'individuazione di possibili difetti, necessiterebbero trasporti e movimentazioni inutili, impegnerebbero gli impianti più del dovuto generando tempi di attesa degli operatori.

Senza addentrarci in ulteriori spiegazioni, si può affermare che il miglioramento delle performance del cambio formato possono ridurre lo spreco della sovra-lavorazione che avviene quando, durante i processi produttivi, si svolgono delle

² G. Graziadei, Lean Manufacturing. Come analizzare il flusso di valore per individuare ed eliminare gli sprechi., Milano: Ulrico Hoepli Editore, p.2, 2006.

attività inutili al fine della creazione del valore. Secondo Hill (2018), questo spreco può essere eliminato semplificando i processi produttivi e livellando le richieste del consumatore finale con la pianificazione della produzione, entrambi obiettivi non univoci del nostro progetto³.

1.1.3 Il miglioramento continuo

Uno dei pilastri del pensiero Lean è quello del miglioramento continuo, noto anche come kaizen, termine che deriva dalla composizione di due parole: KAI (cambiamento) e ZEN (meglio), coniato da Masaki Imai (1986).

Secondo Team e Bianchi (2017), questo concetto in ottica aziendale vede la creazione di un ambiente di lavoro in cui i dipendenti siano proattivi cioè disposti a rivedere continuamente il proprio modo di lavorare alla ricerca di una soluzione migliore⁴.

Slack et al. (2013) affermano che il cambiamento in azienda è raggiunto in questo modo con piccoli passi quotidiani eseguiti da tutto il personale aziendale, diversamente dall'approccio tradizionale per cui il cambiamento era raggiunto da pochi paladini, con un grande passo rivoluzionario⁵. Per questo motivo il miglioramento continuo pone enfasi al contributo della persona perché potenzialmente ogni individuo è capace di generare il cambiamento.

La logica di miglioramento continuo è stata il fondamento anche del nostro progetto di miglioramento delle performance dei cambi formato perché si sono messe in discussione le pratiche precedentemente applicate, alla ricerca di nuove soluzioni migliorative. Applicare il kaizen significa anche coinvolgere gli operatori dell'impianto nel miglioramento, permettendo loro di generare e applicare le idee da loro proposte.

³ K. Hill, «Lean Manufacturing: The Seven Deadly Wastes,» *Plant Engineering*, vol. 72, n. 2, pp. 10-12, 2018.

⁴ P. P. D. Team e F. Bianchi, *KAIZEN. Il Miglioramento Continuo*, New York; Firenze; Milano: Productivity Press; GoWare; Guerini Next S.r.l, 2017, Introduzione.

⁵ N. Slack, A. Brandon-Jones, R. Johnson, A. Betts, A. Vinelli, P. Romano e P. Danese, *Gestione Delle Operations e Dei Processi*, Milano-Torino: Pearson, p. 449, 452.20, 2013.

1.1.4 La Lean nelle imprese italiane del Nord⁶

In un articolo di Rusconi (2020) si legge che dal 1995 al 2017 l'Italia è cresciuta solo dello 0.4% contro una crescita dell'1.7% della Germania. L'Università di Padova, in collaborazione con il CUOA Business School, ipotizzando che una delle motivazioni di questo stallo economico fosse la scarsa produttività delle imprese, ha realizzato uno studio, che si è concentrato principalmente sulle imprese del Nord Italia, per analizzare le cause di questo fenomeno. Una delle variabili che si è indagata, è la realizzazione sistematica delle pratiche Oelm (Operational Excellence and Lean Management) da parte delle aziende.

I risultati sono stati sorprendenti in quanto su 500 imprese campionate, solo il 16% adottava modelli Lean in modo continuativo ed erano proprio queste aziende ad avere le performance migliori sotto molti punti di vista. Queste imprese rispetto a quelle che non praticavano l'Oelm vantavano: un margine operativo lordo più elevato del 4,2%, una produttività del lavoro per addetto maggiore dell'8,7% e un numero più elevato di dipendenti medi 153 contro 43. Queste aziende erano anche più internazionalizzate ed innovative con un export del 70% contro il 38%, più stabilimenti esteri 39% contro l'11%, il 90% di queste aziende inoltre implementava una qualche forma di tecnologia digitale.

1.2 Origine e sviluppo storico del cambio formato

Durante la prima rivoluzione industriale è sorta la prima concezione di fabbrica odierna intesa come luogo di lavoro nel quale la manodopera dell'uomo è supportata dagli impianti industriali. I macchinari introdotti all'epoca, sebbene differenti da quelli attuali, erano già meccanicizzati cioè sfruttavano un'energia diversa da quella dell'uomo per funzionare, ma richiedevano comunque configurazioni da parte degli operai per essere adattati al prodotto da realizzare. Si potrebbe dire pertanto che il cambio formato, inteso come insieme di tutte le attività

⁶ Paragrafo ripreso da: G. Rusconi, «Lean e Operational Excellence: alla ricerca della produttività perduta,» *Il Sole 24 Ore*, 3 Febbraio 2020.

che permettono il passaggio dalla produzione di un bene alla produzione di un altro bene diverso dal precedente, sia sorto proprio in questo periodo.

Come riportato da J. R. Henry (2013), già Frederick Taylor nel suo libro *Shop Management* pubblicato nel 1900 e successivamente Henry Ford nel suo libro *Moving Forward* datato 1931, considerano il cambio formato come un elemento indispensabile del processo produttivo, ma che dovrebbe essere evitato il più possibile⁷. In quel periodo storico infatti il mercato non era saturo, al contrario del mercato attuale, in riferimento al settore automobilistico questo significa che nessuno possedeva un'auto, ma quasi tutti avevano la facoltà economica di comprarne una se il prezzo fosse stato ragionevole per i salari dell'epoca. Henry Ford nel suo libro *My Life and Work* del 1922 affermò: “*I will build a car for the great multitude [...] it will be so low in price that no man making a good salary will be unable to own one*” cioè “*Costruirò un'automobile per le masse [...] ma avrà un prezzo così basso che ogni uomo con un buon salario potrà comprarsene una*”⁸. In questo panorama gli imprenditori avevano due obiettivi: quello di abbassare i costi di produzione in modo da poter vendere i loro prodotti a prezzi adeguati e quello di produrre il più possibile, perché potenzialmente tutto ciò che sarebbe stato prodotto sarebbe anche stato venduto. Per questo motivo il cambio formato che richiedeva un periodo di blocco della produzione era un'attività da evitare il più possibile, perché generava una mancata vendita e quindi un mancato guadagno.

La procedura più utilizzata per evitare il cambio formato era quella di costituire lotti di produzione dello stesso prodotto molto grandi, in questo modo non erano necessari riattrezzaggi delle macchine, movimentazione di materiali diversi, etc. questo si sposava perfettamente con le richieste dei consumatori dell'epoca che non richiedevano alcuna varietà. Lo stesso Henry Ford nel suo libro *My Life and Work* del 1922 sosteneva “*Any customer can have a car painted any colour that he wants so long as it is black*” ossia “*Ogni cliente può acquistare un'auto di qualsiasi colore purchè sia nera*”⁹.

⁷ J. R. Henry, *Achieving Lean Changeover Putting SMED to Work*, New York: CRC Press Taylor & Francis Group, p.14, 2013.

⁸H. Ford e S. Crowther, *My Life and work*, New York: Doubleday, p. 73, 1922.

⁹ H. Ford e S. Crowther, *My Life and work*, New York: Doubleday, p.72, 1922.

Dopo qualche decennio il sistema fordista iniziò a crollare, in parte per l'ingresso di nuove aziende concorrenti nel settore, in parte perché il mercato stava cominciando a saturarsi, era più volatile e richiedeva più varietà. Questo in riferimento al settore automobilistico significa che la maggior parte dei consumatori possedeva già un'auto, ma desiderava cambiarla con un modello diverso. Nelle fabbriche la richiesta di maggiore varietà si tradusse nella realizzazione di lotti di produzione più piccoli, a cui conseguì un aumento della frequenza dei cambi formato e dunque la necessità di macchinari più flessibili e più rapidi da settare.

Fino agli anni Cinquanta del '900 però la concezione delle aziende riguardo il cambio formato rimase la stessa: un'attività indispensabile, ma da evitare il più possibile.

1.2.1 La visione odierna del cambio formato

La svolta nella visione del cambio formato avvenne nel 1960 quando l'azienda automobilistica Toyota Motor Corporation, accortasi che quest'attività era il fattore che più limitava la produzione di varietà intesa come una gamma prodotti più estesa, decise di assumere un ingegnere industriale giapponese: Shingeo Shingo per analizzare il problema e cercare di risolverlo. Dopo molti anni di lavoro, raccolto nel suo libro "*A revolution in manufacturing: the SMED System*" pubblicato nel 1985, S. Shingo riuscì a ridurre il tempo di cambio formato da molte ore a 10 minuti, fondando le basi della metodologia SMED Single Minute Exchange Dies la logica di cambio formato in un minuto. Nel suo libro l'ingegnere giapponese spiega un insieme di tecniche per ridurre le tempistiche di cambio formato fino ad una soglia obiettivo di 10 minuti.

Oggi giorno la metodologia SMED è ancora la procedura più utilizzata dalle aziende che intendono ridurre i loro tempi di cambio formato. Alcune realtà hanno adattato gli insegnamenti di S. Shingo in base al settore industriale di appartenenza. È altresì vero che nonostante l'importanza di una riduzione dei tempi di cambio formato sia nota da decenni per i molteplici benefici che arreca, ancora oggi nel panorama industriale, specialmente in quello delle PMI, quest'attività non è ancora considerata prioritaria.

Nel mercato attuale, che è stato definito da Stan Davis (1996) *Mass Customization*¹⁰: produzione di massa volta ad adattarsi alle esigenze dei clienti, è invece essenziale la riduzione delle tempistiche di cambio formato perché questo permette di introdurre flessibilità nel sistema produttivo consentendo di modificare la produzione velocemente e renderla reattiva alle esigenze del consumatore finale sempre più volatile ed imprevedibile.

Come riportato dagli autori Arai e Sekine (1992) un obiettivo sfidante apparso all'orizzonte è il cosiddetto Zero changeover: una logica di riduzione del tempo di cambio formato sotto i 3 minuti. Tale metodo renderebbe possibile la produzione "One piece flow" anche detta produzione a flusso intermittente, la logica di produzione mixed-model e il Just In Time, tutte metodologie facenti parte della Lean Manufacturing¹¹. Questi argomenti esulano dalla trattazione, per ulteriori informazioni si rimanda ai riferimenti in nota.

Nel panorama odierno si prospetta pertanto un aumento dell'interesse rivolto alla tematica del cambio formato che sebbene discussa ormai da oltre un secolo rimane ancora piuttosto attuale.

1.3 Definizioni

1.3.1 Definire il cambio formato e le sue parti

Cambio formato: è l'insieme di tutte le attività che permettono il passaggio dalla produzione di un bene, alla produzione di un altro bene diverso dal precedente.

Tempo di cambio formato: è il tempo totale impiegato nello svolgere le attività che compongono il cambio formato.

Spesso il cambio formato è chiamato erroneamente set up ed il tempo del cambio formato è chiamato erroneamente tempo di set up.

¹⁰ S. Davis, *Future Perfect: 10th anniversary edition*, Harrow Addison-Wesley Pub Co, 1996

¹¹ D. K. Arai e K. Sekine, *Kaizen for Quick Changeover: Going Beyond SMED*, New York: Productivity Press, p.13, 1992, p. xix, xxi.

In realtà il set up è solo una delle tre componenti che costituiscono il cambio formato che sono, come affermato da McIntosh et al. (2001): set-up, run-up e run-down¹².

Per maggiore chiarezza esplicativa, si è deciso di rappresentare le attività che costituiscono il cambio formato nel seguente grafico, da ritenersi un modello¹³ della realtà, in cui si considera il passaggio di produzione dal lotto del prodotto generico A, al lotto del prodotto generico B.

Questo grafico, presenta nell'asse delle ascisse il tempo e nell'asse delle ordinate l'output della linea ovvero la sua produttività: il numero di pezzi/prodotti realizzati nell'unità di tempo. La produttività massima ottenibile in condizioni normali di funzionamento della linea e dei suoi macchinari, è stata definita produttività nominale¹⁴.

Il periodo di run-down: è il lasso temporale che comincia quando, dovendo produrre gli ultimi prodotti del lotto A, la linea inizia a rallentare e termina quando la produzione del lotto A è cessata completamente.

Nel grafico questo tempo è rappresentato con un segmento di retta a pendenza negativa. Questo periodo temporale spesso non è considerato perché se i macchinari sono molto performanti, la produzione del lotto A cessa quasi istantaneamente per cui la retta può essere approssimata ad una verticale con pendenza che tende ad infinito ed il periodo di run-down tenderà a zero.

Il periodo di set-up: è l'intervallo temporale in cui non avviene alcuna produzione. Il periodo comincia quando cessa la produzione del prodotto A e termina quando si avvia la produzione del prodotto B.

¹² R. I. McIntosh, S. J. Culley, A. Mileham e G. Owen, Improving Changeover Performance. A strategy for becoming a lean, responsive manufacturer, Oxford: Butterworth-Heinemann, p.2,5, 2001

¹³ Per modello in questo contesto si intende una rappresentazione ideale della realtà per mezzo di leggi matematiche, allo scopo di descrivere alcune delle caratteristiche del fenomeno in analisi.

¹⁴ La produttività di una linea può essere espressa con la seguente unità di misura: $\frac{\text{numero pezzi realizzati}}{\text{unità di tempo}}$. La maggior parte delle aziende utilizza l'unità di misura: $\frac{\text{numero pezzi realizzati}}{\text{ora}}$. I pezzi possono essere semilavorati in corso di lavorazione o prodotti finiti.

Nel grafico questo tempo è rappresentato con un segmento di retta coincidente con l'asse delle ascisse.

Il tempo di run-up: è l'intervallo temporale che segue al set-up, che comincia quando si avvia la produzione del prodotto B e termina quando la produzione del prodotto B raggiunge la produttività nominale. In altre trattazioni è chiamato anche tempo di start-up o ramp-up. Nel grafico questo tempo è rappresentato da una funzione non lineare.

Questo periodo secondo l'esperienza di McIntosh et al., autori di *“Improving changeover Performance. A strategy for becoming a lean, responsive manufacturer”* (2001), può essere anche dieci volte più esteso di quello di set-up pertanto è da considerarsi utile l'analisi di questa tempistica al pari della precedente¹⁵.

Da queste considerazioni si può affermare che un cambio formato può essere rappresentato empiricamente da un grafico come quello presente nella figura seguente, nel quale l'area verde rappresenta la quantità di prodotti realizzati, mentre l'area rossa rappresenta la zona di perdita nella quale la produzione risulta essere nulla o inferiore rispetto alla produttività nominale.

¹⁵ R. I. McIntosh, S. J. Culley, A. Mileham e G. Owen, *Improving Changeover Performance. A strategy for becoming a lean, responsive manufacturer*, Oxford: Butterworth-Heinemann, p.18, 2001.

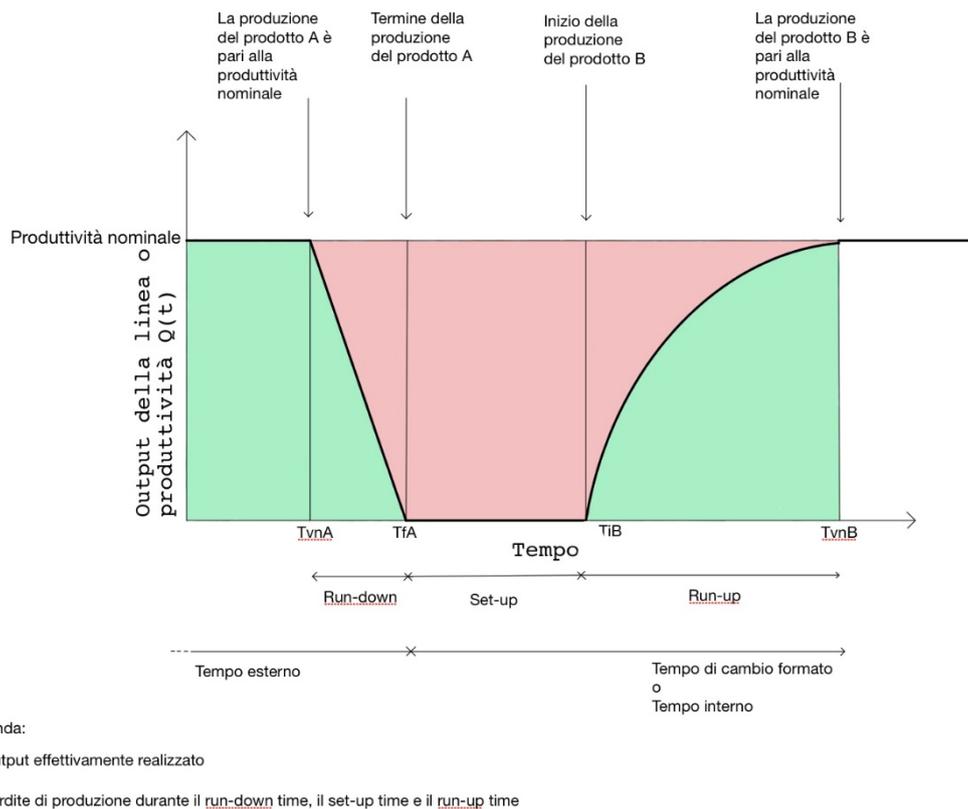


Figura 1 Definizione dei periodi che compongono il cambio formato¹⁶

1.3.2 Differenza tra attività svolte internamente ed esternamente

Secondo Herr (2014), la distinzione tra attività svolta internamente o esternamente è una delle principali idee di S. Shingo, che permisero la riduzione del tempo di cambio formato da molte ore ad una decina di minuti.

Come vedremo nel seguito, sarà fondamentale l'analisi delle attività realizzate nel cambio formato e la loro distinzione in queste due categorie.

Un'attività svolta internamente: è un'attività svolta quando il processo produttivo è fermo.

Un'attività svolta esternamente: è un'attività svolta quando il processo produttivo è in esecuzione¹⁷.

¹⁶ Rielaborazione del grafico presente in R. I. McIntosh, S. J. Culley, A. Mileham e G. Owen, *Improving Changeover Performance. A strategy for becoming a lean, responsive manufacturer*, Oxford: Butterworth-Heinemann, p.7, 2001

¹⁷ K. Herr, *Quick Changeover Concepts Applied. Drammatically Reduce Set-Up Time and Increase Production Flexibility with SMED*, New York: CRC Press Taylor & Francis Group., p.38, 2014.

Questa distinzione ci permette di analizzare le attività al fine di esternalizzare le attività interne che possono essere esternalizzate, così da ridurre il tempo del cambio drasticamente. Non sempre però è economicamente conveniente esternalizzare le attività interne, perché spesso volte questo implica un acquisto di attrezzature e macchinari duplicati o la necessità di personale aggiuntivo.

Nella presente trattazione, si considera il tempo interno come la somma del tempo di set-up più il tempo di run-up, mentre il tempo esterno è tutto il tempo complementare che rimane, com'è stato suggerito da McIntosh et al. (2001)¹⁸.

1.3.3 Lo SMED nella filosofia Lean

Il progetto di miglioramento delle performance di cambio formato è spesso chiamato SMED la cui sigla significa Single Minute Exchange Dies e può essere tradotta in italiano come “cambio stampo in 10 minuti”.

Il miglioramento delle performance di cambio formato che si è applicato nel nostro progetto però si discosta per molti aspetti, dallo SMED com'era stato pensato da S. Shingo. Pertanto non è propriamente corretto utilizzare i due termini indistintamente in quanto non coincidono.

Come riportato da McIntosh et al. (2001), lo SMED descritto nel manuale di S. Shingo “*A revolution in manufacturing: the SMED System*” pubblicato nel 1985, pone dei pilastri concettuali che sono presenti in tutti gli studi di miglioramento dei cambi formato, anche nel nostro: la distinzione tra attività eseguite internamente ed esternamente, l'importanza della standardizzazione (si veda cap. 5, paragrafo 5.4) e la semplificazione delle attività del cambio formato¹⁹.

Nella trattazione di S. Shingo tuttavia non viene adeguatamente distinto il periodo di set-up da quello di run-up che dovrebbero essere concettualmente separati perché, come descritto nei paragrafi precedenti, trattasi di due periodi di natura diversa. Infatti durante il tempo di set-up non sussiste alcuna produzione, mentre

¹⁸ R. I. McIntosh, S. J. Culley, A. Mileham e G. Owen, *Improving Changeover Performance. A strategy for becoming a lean, responsive manufacturer*, Oxford: Butterworth-Heinemann, p.6, 2001.

¹⁹ R. I. McIntosh, S. J. Culley, A. Mileham e G. Owen, *Improving Changeover Performance. A strategy for becoming a lean, responsive manufacturer*, Oxford: Butterworth-Heinemann, p.8, 2001.

durante il tempo di run-up la produzione è già avviata. Un altro aspetto che S. Shingo non considera adeguatamente è anche la possibilità di modificare le attività che avvengono internamente piuttosto che esternalizzarle a tutti i costi.

S. Shingo inoltre non prevede l'adozione, nella sua metodologia, di un programma di miglioramento complessivo, un processo di selezione dei macchinari e dei processi da analizzare e un piano per l'individuazione del team di progetto e delle loro responsabilità. Secondo Ferradás e Salonitis (2013), McIntosh et al. attribuiscono allo SMED una focalizzazione eccessiva riguardo i miglioramenti organizzativi ossia quelli che modificano il modo di lavorare delle persone, piuttosto che sui miglioramenti basati sulla modifica fisica degli impianti produttivi che possono condurre a performance altrettanto valide²⁰. Infine lo SMED non enfatizza altri aspetti oggi ritenuti importanti tra cui la meccanizzazione e gli aggiustamenti. Altri limiti saranno citati nel corso della trattazione.

Lo SMED rimane un possibile strumento volto al miglioramento delle performance di cambio formato, ma il fatto che sia utilizzato per la maggiore, non significa che non presenti limiti.

Ciononostante lo SMED rimane una pietra miliare del miglioramento delle performance del cambio formato, base di partenza per tutti i successivi approcci al problema.

Secondo Henry (2013), non sarebbe un'esagerazione dire che lo SMED permise alla Toyota Motor Corporation la flessibilità necessaria che rese possibile l'implementazione di alcune tecniche Lean tra le quali: il Just In Time, il Kanban e il 5S²¹.

1.4 Terminologia finale

In questo manuale si è deciso di non utilizzare il termine “cambio formato rapido” perché l'aggettivo rapido non esprime al meglio l'obiettivo del nostro progetto che

²⁰ P. G. Ferradás e K. Salonitis, «Improving changeover time: a tailored SMED approach for welding cells,» *Procedia CIRP*, vol. 7, pp. 599, 2013.

²¹ J. R. Henry, *Achieving Lean Changeover Putting SMED to Work*, New York: CRC Press Taylor & Francis Group, p.16, 2013.

non è solo quello di diminuire la tempistica di cambio formato, ma è anche quello di facilitare il lavoro degli operatori, di incrementare la sicurezza e l'ergonomia durante le operazioni manuali, di realizzare prodotti di qualità ed infine di eliminare tutti gli sprechi ossia tutte le attività non a valore.

Come suggerito da Henry (2013), si è scelto invece di utilizzare due termini alternativi: il primo è “cambio formato snello” perché l'aggettivo snello fa riferimento alla filosofia di miglioramento simultaneo, definita dalla Lean Manufacturing, di tutti gli aspetti sopra citati. Il secondo termine che verrà utilizzato è: “miglioramento delle performance di cambio formato” per intendere appunto che non verrà ridotto solo il tempo ma saranno migliorati più aspetti contemporaneamente²².

Si è visto che la metodologia SMED di S. Shingo ha delineato i pilastri fondamentali alla base dell'analisi e del miglioramento delle performance di cambio formato. Oggigiorno tuttavia, si sono evolute delle tecniche di analisi più ampie che meritano di essere implementate perché estendono la metodologia SMED considerando e superando alcune delle sue lacune. Alcune tecniche che si discostano dallo SMED tradizionale, saranno esposte in questo manuale nei prossimi capitoli.

Per questo motivo si è deciso di non utilizzare il termine SMED per descrivere la procedura operativa utilizzata in questo manuale.

²² J. R. Henry, *Achieving Lean Changeover Putting SMED to Work*, New York: CRC Press Taylor & Francis Group, p. 1, 2013.

2 IL CAMBIO FORMATO COME SCELTA STRATEGICA

In questo capitolo primariamente si andrà a delineare una mappa concettuale che permetterà all'utente di identificare un filo logico che lo guiderà all'implementazione del cambio formato snello nella propria realtà produttiva. In seguito si andranno ad analizzare gli obiettivi strategici che dovrebbero motivare il management al miglioramento delle performance del cambio formato, con particolare enfasi alla flessibilità. Si andrà, a tal proposito, a spiegare il modello EMQ che lega il cambio formato proprio al concetto di flessibilità.

2.1 Road-Map del progetto

Si è deciso di basare la trattazione seguendo la logica rappresentata nella mappa in figura, nella quale sono presenti tre macro fasi: strategica, implementativa ed esecutiva.

La fase strategica, che sarà analizzata nel capitolo corrente, è condotta dal management attraverso un approccio top-down. Le altre due fasi, che saranno descritte dettagliatamente nei prossimi capitoli, sono condotte dal team di progetto, con l'aiuto degli operatori delle linee di produzione, attraverso un approccio integrato top-down e bottom-up.

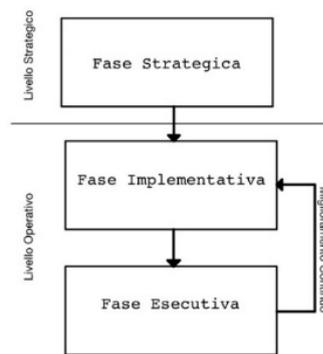


Figura 2, Road Map del processo²³

2.1.1 Approccio Top-Down e Bottom-Up

Secondo Lucas (1998), la strategia top-down nelle Operations è generalmente decisa dall'alto cioè dal management, il quale definisce piani strategici di lungo periodo volti a supportare e riflettere i bisogni dell'intera azienda. Tale strategia, che deve essere coerente con la vision²⁴ aziendale, ma come afferma Day (1981), deve considerare l'allocatione delle risorse necessarie alla sua implementazione e la posizione competitiva dell'azienda nel mercato²⁵.

Al contrario, la strategia bottom-up, emerge dal basso cioè dalla realtà operativa, che deve concretizzare la strategia top-down decisa dal management nella pratica aziendale superando la presenza di eventuali limiti. Come riportato da Day (1981), quasi sempre, infatti, i piani strategici si scontrano con la realtà e necessitano una rivisitazione, per questo motivo l'approccio bottom up definisce programmi

²³ Quest'immagine è una rielaborazione della mappa presente in R. I. McIntosh, S. J. Culley, A. Mileham e G. Owen, *Improving Changeover Performance. A strategy for becoming a lean, responsive manufacturer*, Oxford: Butterworth-Heinemann, 2001, p.100.

²⁴ La vision è una frase che esprime i valori e i principi fondamentali dell'organizzazione, è la fonte dei suoi obiettivi e dei suoi piani, direziona i suoi progetti futuri e definisce ciò che la rende unica. (Fonte: J. R. Lucas, «Anatomy of a Vision Statement,» *American Management Association International*, vol. 87, n. 2, p. 22, 1998.)

²⁵ G. S. Day, « Strategic Market Analysis and Definition: An Integrated Approach,» *Strategic Management Journal*, vol. 2, n. 3, pp. 286, 1981.

d'azione nel breve periodo che tengano conto dell'esperienza pratica. Tale strategia enfatizza le performance in termini di efficienza e profitto²⁶.

Nello studio del miglioramento delle performance di cambio formato la maggior parte delle metodologie prevede un approccio esclusivamente top-down. Nella presente trattazione si desidera integrare invece un approccio top-down ad un approccio bottom up in quanto, una buona strategia delle Operations come confermato da Slack et al. (2013), dovrebbe riflettere entrambe le prospettive²⁷.

Questo approccio integrato, emerso gradualmente dalla nostra esperienza, ha recato vantaggi superiori, infatti gli obiettivi delineati dalla strategia top-down, possono essere considerati come un traguardo sfidante a cui la sfera operativa aspira. Allo stesso tempo, la prospettiva bottom-up può suggerire l'impossibilità di raggiungere con i mezzi a disposizione quel traguardo, facendo emergere al management la presenza di vincoli o suggerendo una modifica della strategia top-down più coerente con la realtà organizzativa.

Tale approccio ambivalente, per essere implementato, necessita una certa apertura al cambiamento e la presenza di una comunicazione efficace tra le parti coinvolte.

Nella Road-Map della figura precedente, la strategia top down delle operations è ideata dal management durante la fase strategica. Al contrario nelle due fasi successive, saranno gli operatori direttamente coinvolti nel cambio formato a proporre, secondo un approccio bottom-up, al team di progetto, le idee migliorative. Pertanto l'integrazione delle due strategie sarà un compito fondamentale del team di progetto che, una volta a conoscenza delle direttive del management e delle proposte e problematiche degli operatori, apporterà le modifiche necessarie al miglioramento delle performance di cambio formato. Questo è proprio quello che si è cercato di realizzare nel nostro progetto.

²⁶ G. S. Day, « Strategic Market Analysis and Definition: An Integrated Approach,» *Strategic Management Journal*, vol. 2, n. 3, pp. 288, 1981.

²⁷ N. Slack, A. Brandon-Jones, R. Johnson, A. Betts, A. Vinelli, P. Romano e P. Danese, *Gestione Delle Operations e Dei Processi*, Milano-Torino: Pearson p.36,, 2013.

2.2 Fase strategica

La scelta strategica di attuare un progetto di implementazione di un cambio formato snello, che come detto suppone un approccio di tipo top-down, deve essere valutata sotto molti punti di vista. Secondo McIntosh et al. (2001), il management in questa fase ha infatti il ruolo di realizzare: una revisione della politica aziendale, un'analisi dei benefici del possibile progetto, un'analisi delle modalità con cui è possibile realizzare il progetto²⁸.

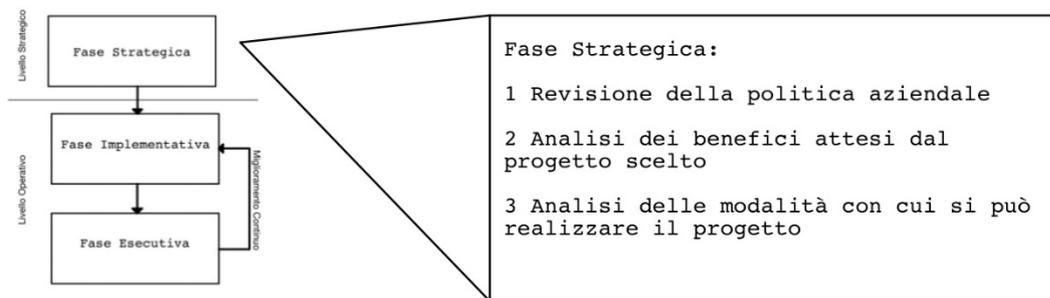


Figura 3, Fase strategica della Road Map²⁹

2.2.1 Revisione della politica aziendale

Come riportato da Kazmi (2006), la politica aziendale definita da Christensen è *lo studio [...] dei problemi cruciali che influenzano il successo complessivo di un'azienda e delle decisioni che determinano la direzione dell'organizzazione e ne delineano il suo futuro*³⁰.

Pertanto revisionare la politica aziendale significa: comprendere quali siano le problematiche più rilevanti della realtà aziendale in oggetto ed identificare alcune soluzioni progettuali che possano risolvere tali problematiche coerentemente con gli obiettivi complessivi dell'organizzazione.

²⁸ R. I. McIntosh, S. J. Culley, A. Mileham e G. Owen, Improving Changeover Performance. A strategy for becoming a lean, responsive manufacturer, Oxford: Butterworth-Heinemann, p.87, 2001.

²⁹ Quest'immagine è una rielaborazione della fase strategica presente in R. I. McIntosh, S. J. Culley, A. Mileham e G. Owen, Improving Changeover Performance. A strategy for becoming a lean, responsive manufacturer, Oxford: Butterworth-Heinemann, p.100, 2001.

³⁰ A. Kazmi, Business Policy and Strategic Management, New Delhi: Tata McGraw-Hill Publishing, p.10, 2006.

Le problematiche che possono condurre il management alla scelta di un progetto di miglioramento delle performance di cambio formato, sono molteplici e per comprenderle si devono analizzare i benefici dell'applicazione di un progetto del genere che per contro risolveranno tali problematiche.

2.2.2 Analisi dei benefici strategici di un progetto di implementazione dei cambi formato snelli

I benefici di un progetto di implementazione di cambi formato snelli, possono essere ricondotti ad una parola: flessibilità.

Prima di procedere nella trattazione è utile però comprendere nel dettaglio cosa si intenda per flessibilità, perché come riporta Bernardes et al. (2009), secondo lo studioso Upton (1995) *“la confusione e ambiguità rispetto un concetto che spesso rappresenta una capacità competitiva critica, può seriamente inibire il suo impatto effettivo”*. Inoltre in letteratura non è presente una definizione univoca di flessibilità anche perché nel corso degli anni questo termine ha preso accezioni differenti in base al contesto storico. Si è scelto, perché più adatta al contesto trattato, la definizione riportata da Bernardes et al. (2009), di Das (2001) che definisce la flessibilità come: *l'abilità di un sistema produttivo di adattarsi al crescente bisogno in termini di volume/ varietà, rispettando stringenti vincoli di tempo e costo*³¹.

2.2.3 La flessibilità

Nel capitolo 1 si sono menzionate le caratteristiche che differenziano il mercato odierno da quello del secolo scorso e si è sottolineata l'importanza, per le imprese, di introdurre maggiore flessibilità nel proprio sistema produttivo, al fine di concorrere su un mercato sempre più volatile ed imprevedibile. I cambi formato snelli non sono l'unico modo per introdurre flessibilità nel sistema, per questo motivo è necessario che il management analizzi diverse opzioni progettuali prima di sceglierne una.

³¹ E. S. Bernardes e M. D. Hanna, «A theoretical review of flexibility, agility and responsiveness in the operations management literature,» *International Journal of Operations & Production Management*, vol. 29, n. 1, p. 34, 2009.

Sempre in riferimento a quanto riportano Bernardes et al. (2009), Upton (1994) ha distinto due tipi di flessibilità che non intaccano la definizione generica di Das: interna ed esterna. In seguito a questa distinzione, Bernardes et al. hanno definito la flessibilità interna come: l'abilità delle operations di rispondere alla variabilità nell'ambiente produttivo, mentre quella esterna come: un insieme di capacità possedute dall'azienda, utili a fronteggiare la variabilità del mercato³².

Come vedremo nel paragrafo successivo, il raggiungimento della flessibilità esterna è uno degli obiettivi principali dei progetti di miglioramento delle performance di cambio formato, ma questa è raggiunta attraverso l'aumento della flessibilità interna.

Come affermato da Henry (2013), prima di realizzare un progetto di snellimento dei cambi formato, è necessario analizzare le ragioni che causano l'inflessibilità degli impianti, si potrebbe scoprire infatti che la mancanza di flessibilità è causata da motivi differenti rispetto al cambio formato: guasti, cattiva manutenzione, mancanza di personale qualificato o mancanza di prodotti di qualità³³.

2.3 Come si lega la flessibilità al miglioramento delle performance di cambio formato

Le aziende, per adattarsi meglio alle esigenze del mercato, sono state costrette nel tempo a realizzare una gamma di prodotti sempre più estesa, questo ha determinato la necessità di produrre in lotti più piccoli e questo a sua volta ha incrementato la frequenza dei cambi formato. Per questo motivo, come affermato da Ferradás et al. (2013) oggi, la durata dei cambi formato è diventata un aspetto cruciale per la competitività di un'impresa³⁴. Possiamo incrementare la flessibilità interna cioè

³² E. S. Bernardes e M. D. Hanna, «A theoretical review of flexibility, agility and responsiveness in the operations management literature,» *International Journal of Operations & Production Management*, vol. 29, n. 1, p. 33, 2009.

³³ J. R. Henry, *Achieving Lean Changeover Putting SMED to Work*, New York: CRC Press Taylor & Francis Group, p 8, 2013.

³⁴ P. G. Ferradás e K. Salonitis, «Improving changeover time: a tailored SMED approach for welding cells,» *Procedia CIRP*, vol. 7, pp. 598-603, 2013.

quella relativa ai sistemi produttivi e di conseguenza aumentare la flessibilità esterna, nostro obiettivo strategico, proprio riducendo la durata dei cambi formato.

2.3.1 Il modello EMQ³⁵

Dando per assodato il fatto che, all'aumentare della durata del cambio formato, aumenterà anche il suo costo, lo scopo di questo paragrafo sarà quello di dimostrare come la riduzione del tempo del cambio formato e quindi in definitiva, del suo costo, implichi una riduzione del lotto di produzione e come ad una riduzione del lotto, consegua una maggiore flessibilità interna e per contro questa incrementi la flessibilità esterna dell'impresa.

Per capire questi legami di causa-effetto, si può considerare il modello dell'Economic Manufacturing Quantity (EMQ) sviluppato da E.W. Taft nel 1918 anche noto come modello (ELS) Economic Lot Sizing. Questo modello è una rielaborazione del più noto Economic Order Quantity (EOQ) di Ford W. Harris, sviluppato nel 1915.

Nel modello EOQ, Harris aveva determinato la quantità ottimale da ordinare al fornitore che minimizzasse contemporaneamente i costi di approvvigionamento e di giacenza a magazzino, tale quantità era detta appunto lotto economico di riordino. Taft sulle considerazioni di Harris rielaborò il ragionamento, ripensandolo nel contesto produttivo. Nel suo modello, l'EMQ è la quantità ottimale da produrre, in grado di minimizzare contemporaneamente i costi di cambio formato e di mantenimento a magazzino della merce prodotta.

³⁵ Questa sezione è stata rielaborata dalla tesi consultabile all'indirizzo http://tesi.cab.unipd.it/42397/1/Tesi_Far_East.pdf, applicata al contesto produttivo. La tesi è di M. Ghibelli, Formulazione di un modello di lotto economico in un contesto di sourcing dal Far East, Tesi di Laurea Magistrale: Università degli studi di Padova DTG, 2013.

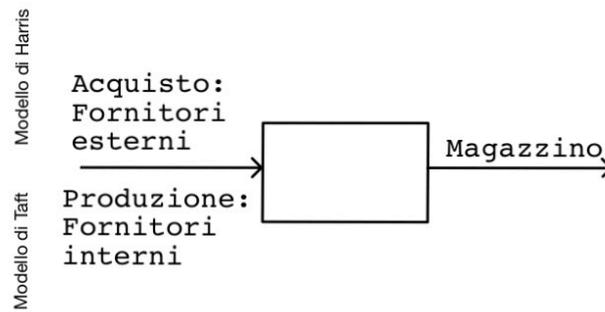


Figura 4, Differenza concettuale tra modello di Harris e Taft

Alla base del modello EMQ sono presenti alcune assunzioni semplificative che si rifanno al modello EOQ.

Assunzioni del modello EMQ³⁶:

- 1 Lo storico dati viene utilizzato per prevedere la domanda futura che è considerata costante
- 2 I costi del cambio formato sono noti e fissi
- 3 Il costo unitario di produzione è fisso: non ci sono sconti quantità o economie di scala
- 4 Il lotto è prodotto senza rotture di stock³⁷ e senza difetti
- 5 Il tasso di mantenimento delle scorte a magazzino è costante
- 6 Il tasso di produzione è costante

Essendo i modelli EMQ e EOQ due modelli, come tali tendono a semplificare la realtà rappresentando solo una parte degli aspetti che la caratterizzano, per questo motivo è lecito essere critici riguardo le assunzioni di base.

L'assunzione 1 afferma che la domanda annuale sia costante, questo non accade nella realtà soprattutto se l'azienda produce molti prodotti stagionali³⁸.

³⁶Q. Consulting, «Lean Company,» Company, [Online]. Available: https://www.leancompany.it/it/tools/il-lotto-economico_62.html. [Consultato il giorno 06 05 2020].

³⁷ La rottura di stock, in inglese Out Of Stock (OOS), consiste nella mancanza delle scorte. In questo caso un'assenza di scorte in magazzino materie prime o semilavorati, condurrebbe ad un blocco della produzione che però non è contemplato dalle assunzioni del modello.

³⁸ I prodotti si dicono stagionali quando sono richiesti dal consumatore prevalentemente o solamente in certi periodi dell'anno. Per es. il panettone è un prodotto stagionale richiesto per la maggiore durante le festività natalizie.

L'assunzione 4 afferma la mancanza di difetti in produzione, in realtà ogni produzione presenta una minima parte di difettosità. L'assunzione 6 afferma che il tasso di produzione sia costante, anche questo non è realistico perché la produzione come sostengono Jaber et al. (1999), spesso è soggetta a curve di esperienza³⁹ da parte della manodopera⁴⁰. L'assunzione numero 2, infine, afferma che il costo unitario di un cambio formato sia noto e fisso, questo non è attendibile infatti il costo di cambio formato è modificabile e uno degli scopi del nostro progetto, sarà proprio quello di andare a modificare questo costo riducendo la durata del cambio formato. Si veda capitolo 4, paragrafo 4.3, per l'imputazione dei costi al cambio formato.

Il modello EMQ, come anche l'EOQ, sono stati ideati più di un secolo fa pertanto descrivono un mercato molto diverso rispetto a quello attuale; ciononostante accettando con una certa criticità le assunzioni alla base del modello, possiamo ricavare alcune informazioni utili anche per il contesto produttivo odierno.

⁴¹Ciò che differenzia le formule dell'EOQ da quelle dell'EMQ, riguardano rispettivamente il fatto che il lotto di acquisto ora è un lotto di produzione per cui la merce, non essendo acquistata ma prodotta, è disponibile a mano a mano che viene realizzata. Per questo il costo totale di produzione $C_{tot}(Q)$ in funzione della quantità da produrre Q [pezzi/lotto] è il seguente:

$$C_{tot}(Q) = i * c * \left(1 - \frac{d}{p}\right) * \frac{Q}{2} + h * \frac{D}{Q} + c * D.$$

i = è il tasso di mantenimento della merce prodotta a magazzino

c = è il costo unitario di produzione della merce

h = è il costo unitario del cambio formato

³⁹ La curva di esperienza rappresenta la relazione tra il costo unitario medio di un bene prodotto in funzione del suo volume cumulato. (Fonte: https://it.wikipedia.org/wiki/Curva_di_esperienza). La manodopera nel corso del tempo cioè all'aumentare del volume cumulato di produzione, apprende sempre meglio a realizzare un dato prodotto, di conseguenza il suo costo unitario si riduce nel tempo fino ad un limite.

⁴⁰ M. Y. Jaber e M. Bonney, «The economic manufacture/order quantity (EMQ/EOQ) and the learning curve: Past, present, and future,» *International Journal of Production Economics*, vol. 59, n. 1-3, p. 93, 1999.

⁴¹ Questa sezione è stata ricavata da Q. Consulting, «Lean Company,» Company, [Online]. Available: https://www.leancompany.it/it/tools/il-lotto-economico_62.html. [Consultato il giorno 06 05 2020].

D = è la domanda annuale da soddisfare

d = è la domanda richiesta nell'unità di tempo considerata (per es. una settimana)

p = è la capacità produttiva richiesta nell'unità di tempo considerata (per es. una settimana)

I termini d e p devono avere la stessa unità di misura, inoltre $p > d$ al fine di evitare la rottura di stock ipotizzata non verificabile nelle assunzioni.

Questa formula, simile a quella dell'EOQ⁴², presenta però l'aggiunta del termine $\frac{d}{p}$ che definisce il concetto per cui tutto ciò che è prodotto è subito disponibile all'utilizzo.

Il primo addendo: $i * c * (1 - \frac{d}{p}) * \frac{Q}{2}$ rappresenta il costo annuale di stoccaggio della merce prodotta in magazzino. Questo termine moltiplica la giacenza media della merce in magazzino $(1 - \frac{d}{p}) * \frac{Q}{2}$ con il costo unitario della merce in magazzino $i * c$. Per quanto riguarda il costo annuale di stoccaggio, il termine $(1 - \frac{d}{p})$ indica che le unità prodotte vengono stoccate un po' alla volta, non tutte su un colpo come se venissero acquistate.

Il secondo addendo: $h * \frac{D}{Q}$ rappresenta il costo totale dei cambi formato che è dato dalla moltiplicazione del costo unitario del cambio formato h , per il numero dei cambi formato eseguiti $\frac{D}{Q}$. Essendo h fisso, questo costo verrà suddiviso sul totale dei pezzi prodotti, pertanto farebbe pensare alla necessità di un aumento del lotto di produzione per permettere un'imputazione di questo costo più bassa ad ogni prodotto realizzato. Questo è logico, ed è il ragionamento che la maggior parte delle aziende effettua, per questo motivo ancora oggi si incrementa il numero dei pezzi prodotti per lotto, al fine di imputare ad ognuno di questi pezzi un costo unitario minore. Il costo di cambio formato può però essere visto in un'ottica diversa: come uno spreco di sovra-produzione che in quanto tale non aggiunge valore al prodotto

⁴² La formula nel modello EOQ è la seguente: $C_{tot}(Q) = i * c * \frac{Q}{2} + h * \frac{D}{Q} + c * D$. Si noti che i coefficienti devono considerarsi aventi significati differenti da quelli del modello EMQ.

finale. Per questo motivo, questo costo andrebbe minimizzato piuttosto che essere spartito su più prodotti.

Il terzo addendo: $c * D$ rappresenta il costo di produzione come moltiplicazione tra il costo di produzione unitario c per la domanda annuale da soddisfare D .

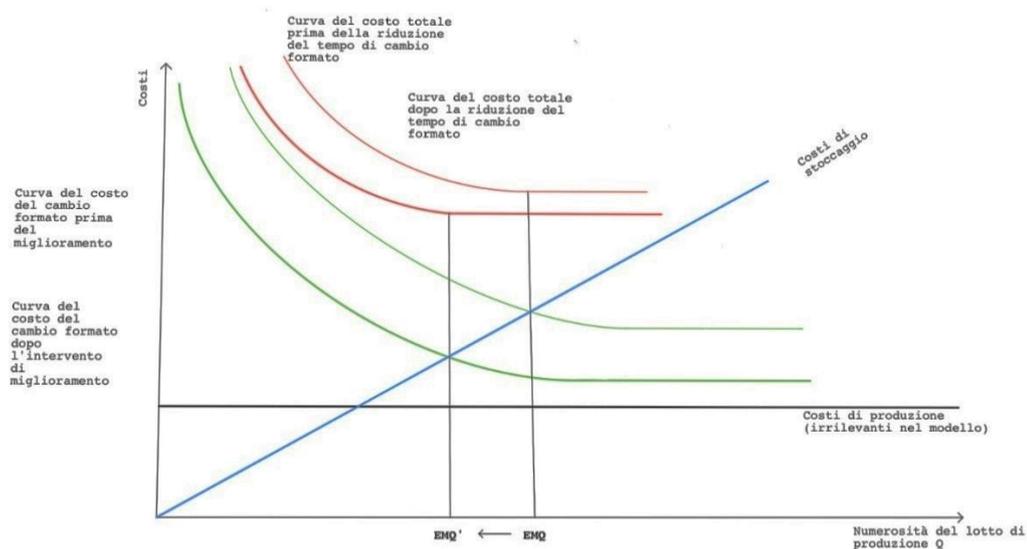
Considerando il $C_{tot}(Q)$ derivandolo e ponendolo pari a zero, andiamo così a calcolare la quantità ottimale di produzione che minimizza il costo di cambio formato e il costo di stoccaggio, definita: EMQ.

$$\frac{dC_{tot}}{dQ} = 0$$

$$i * c * \frac{p - d}{p * 2} = h * \frac{D}{Q^2}$$

$$EMQ = \sqrt{\frac{2 * D * h}{i * c * (1 - \frac{d}{p})}} \quad 43$$

Il seguente grafico rappresenta: l'andamento del costo di produzione, del costo del cambio formato, del costo di stoccaggio della merce prodotta e del costo totale, in funzione della numerosità del lotto di produzione Q .



⁴³ Formula ripresa da S. Gupta e M. Starr, Production and Operations Management Systems, New York: CRC Press Taylor&Francis Group, p.182, 2014.

Figura 5, Andamento dei costi di cambio formato, di stoccaggio, di produzione e totali, secondo il modello EMQ⁴⁴

Il costo di produzione è imposto come costante, il costo di stoccaggio ha un andamento proporzionale al variare di Q , mentre il costo di cambio formato ha un andamento non proporzionale al variare di Q .

Quello che risulta da questo modello è che, al diminuire di h cioè del costo unitario del cambio formato, la curva del costo del cambio formato trasla verso sinistra abbassando di conseguenza la curva del costo totale, questo a sua volta riduce l'EMQ. L'EMQ di partenza diventa EMQ' e quest'ultimo interseca la curva del costo di stoccaggio più in basso, questo significa che una riduzione del lotto di produzione reca vantaggi anche in termini di costi di stoccaggio infatti se produciamo lotti più piccoli andremo anche a stoccare lotti più piccoli.

Dando per assodato il legame tra durata del cambio formato e del suo costo, nel complesso si può affermare che una riduzione delle tempistiche del cambio formato a cui consegue una riduzione dei costi dello stesso, conduce ad una riduzione del lotto di produzione e questo reca indubbi benefici economici.

La relazione tra numerosità del lotto e livello di scorte medie a magazzino è in realtà noto da tempo, ed è definita dal modello (ROP) Re-Order Point. Senza dilungarsi in spiegazioni non rilevanti ai fini della trattazione, possiamo semplicemente osservare questo legame dal seguente grafico, che definisce l'andamento della numerosità dei lotti di produzione in funzione del tempo. Da questo diagramma si può osservare che, quando la numerosità del lotto è ridotta, il livello medio delle scorte in magazzino sarà notevolmente inferiore.

⁴⁴ Quest'immagine è una rielaborazione di quella presente in J. R. Henry, *Achieving Lean Changeover Putting SMED to Work*, New York: CRC Press Taylor & Francis Group, p. 25, 2013.

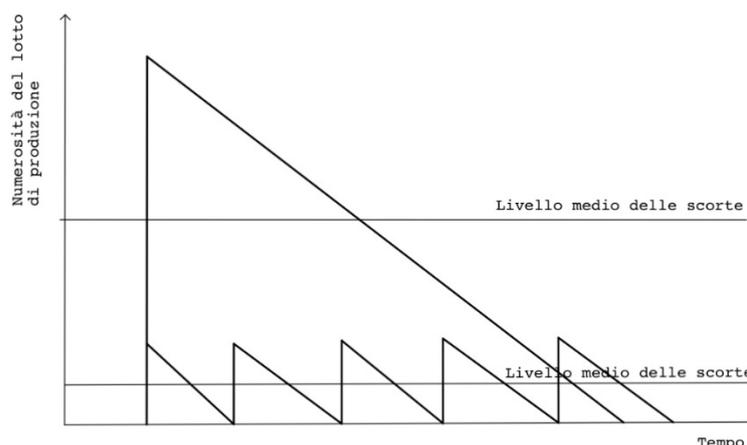


Figura 6, Andamento del livello delle scorte medie in funzione della numerosità del lotto di produzione⁴⁵

Attraverso la riduzione della durata del cambio formato, gli impianti diventano più flessibili perché si possono adattare meglio alle richieste del mercato: la flessibilità interna è stata così incrementata. Per legare la flessibilità interna a quella esterna si può ragionare nella seguente serie di cause-effetto. Un aumento della flessibilità interna data dalla riduzione della durata e quindi dei costi dei cambi formato, implica una riduzione della numerosità dei lotti di produzione che a sua volta implica una produzione complessiva che si adatta meglio agli ordini del cliente finale e questo aumenta la flessibilità esterna dell'azienda. Come sostiene Henry (2013), l'incremento della flessibilità interna e di conseguenza di quella esterna, aumenta il rispetto della pianificazione e dunque dei tempi di consegna, che a sua volta implicano un servizio migliore al cliente finale e un miglior rapporto con il consumatore nel lungo periodo che a sua volta conduce ad una reputazione migliore dell'azienda⁴⁶.

Un ulteriore ragionamento è il seguente: prima dell'introduzione dei cambi formato snelli, si producevano lotti molto numerosi, per spartire il costo del cambio formato su più pezzi, questi pezzi finivano in magazzino causando molte scorte che nascondevano la presenza di eventuali difetti e inducevano una maggiore probabilità di obsolescenza contrariamente a quanto avviene con l'introduzione dei

⁴⁵ Questa immagine è una rielaborazione di quella presente in J. R. Henry, *Achieving Lean Changeover Putting SMED to Work*, New York: CRC Press Taylor & Francis Group, p.24, 2013.

⁴⁶ J. R. Henry, *Achieving Lean Changeover Putting SMED to Work*, New York: CRC Press Taylor & Francis Group, sezione "preface", 2013.

cambi formato snelli. Come afferma Henry (2013), ridurre le scorte significa anche liberare spazio che può essere utilizzato per creare maggiore capacità produttiva e implica anche una diminuzione del Work In Progress (WIP)⁴⁷.

2.3.2 Analisi delle modalità con cui si può realizzare il progetto

Un progetto di miglioramento dei cambi formato può essere realizzato in due modi o in una loro combinazione. Il primo modo è un approccio in termini di miglioramento continuo: il progetto procede in modo perpetuo, inserendo continuamente nuovi traguardi in seguito alla realizzazione dei precedenti, lo svantaggio è che spesso questo metodo manca di un obiettivo concreto infatti la direttiva è solo generica “ridurre il tempo di cambio formato”.

Il secondo metodo è un approccio per processo: il progetto è composto da una serie di obiettivi precisi espressi in modo chiaro “ridurre il tempo di cambio formato nella linea/macchinario x del 50% in 6 mesi”, tali progetti presentano anche un orizzonte ben determinato. Generalmente questo metodo ottiene risultati migliori rispetto al precedente.

Henry (2013) afferma come sia però possibile anche un approccio combinato dei due metodi. Una combinazione per processo e per miglioramento continuo imposta degli obiettivi chiari e un orizzonte temporale specifico, ma allo stesso tempo mira ad un miglioramento dello stesso processo alla ricerca di nuove soluzioni da indagare per risolvere le problematiche che si presentano⁴⁸.

Un progetto di implementazione di un cambio formato snello infine può essere realizzato internamente all'azienda cioè avvalendosi di personale interno o esternamente all'azienda cioè avvalendosi di consulenti esterni oppure può essere realizzato per certe parti internamente e per altre esternamente.

⁴⁷ J. R. Henry, *Achieving Lean Changeover Putting SMED to Work*, New York: CRC Press Taylor & Francis Group, p.25, 2013.

⁴⁸ J. R. Henry, *Achieving Lean Changeover Putting SMED to Work*, New York: CRC Press Taylor & Francis Group, pp.164-165, 2013.

La scelta strategica dipenderà dall'entità del progetto e dai suoi possibili sviluppi futuri e sarà influenzata dalla necessità di investire per sviluppare queste competenze internamente o meno, sulla base dei possibili benefici futuri.

3 FASE IMPLEMENTATIVA DEL CAMBIO

FORMATO SNELLO

In questo capitolo si andranno a delineare i primi passi da compiere nella propria realtà produttiva, al fine di realizzare un progetto di implementazione di cambi formato snelli. Il primo step che, con riferimento alla Road-Map, coinvolgerà ancora il management, consisterà nella definizione del progetto in tutte le sue parti. Gli step successivi riguarderanno invece il solo livello operativo che effettuerà un'analisi della situazione corrente, prima della realizzazione del progetto, che fungerà da punto di partenza per i miglioramenti futuri.

3.1 Definizione del progetto per mezzo di un piano di progetto

Stellingwerf et al. (2013) riportano la definizione di progetto secondo l'ISO 21500: *un insieme di processi unico, consistente in una serie di attività coordinate e controllate, [...] intrapreso per realizzare un obiettivo conforme a delle specifiche esigenze, considerando vincoli di tempo, costo e risorse*⁴⁹.

Anche in un progetto di miglioramento delle performance di cambio formato pertanto sarà necessario assegnare predeterminate risorse: temporali, umane, fisico-tecniche e finanziarie, e cercare un metodo per coordinare le attività necessarie al fine del raggiungimento del nostro obiettivo.

Un piano di progetto è uno strumento tecnico per l'organizzazione e la gestione del ciclo di vita del progetto⁵⁰. Esso si compone di diverse fasi che sono svolte sequenzialmente e che necessitano strumenti specifici per essere attuate. Le fasi del progetto secondo Verbano (2018), sono le seguenti: l'identificazione del team e dei ruoli e delle responsabilità dei loro membri, la definizione degli obiettivi del progetto, la definizione delle attività da svolgere, lo scheduling del progetto, la definizione del budget, il monitoraggio del progetto e la gestione del rischio (che

⁴⁹ R. Stellingwerf e A. Zandhuis, ISO 21500 Guidance on project management – A Pocket Guide, Zaltbommel: Van Haren Publishing, p. 21, 2013.

⁵⁰ Per ciclo di vita del progetto si intende l'insieme degli step che è necessario eseguire per portare a termine un progetto.

non tratteremo)⁵¹. Nel corso della trattazione andremo ad indagare questi aspetti che saranno contenuti in parte nella fase implementativa ed in parte nella fase esecutiva del progetto.

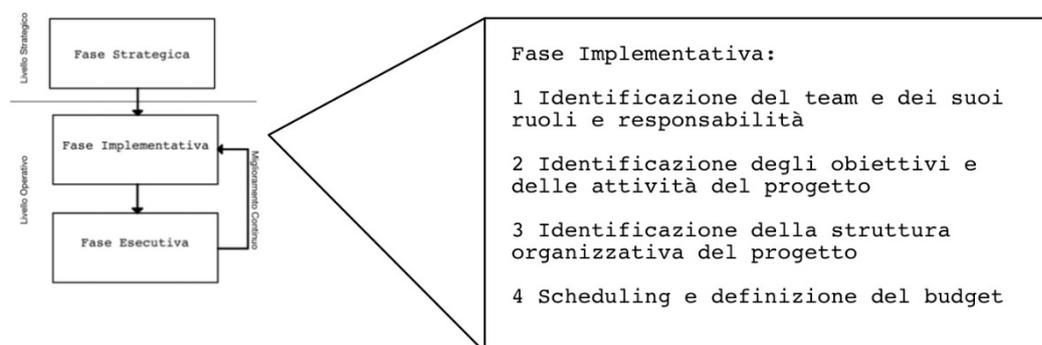


Figura 7, Fase Implementativa della Road Map

Come accennato nell'introduzione al capitolo, la fase di definizione del progetto per mezzo del piano di progetto, coinvolgerà in parte il management a livello strategico ed in parte il team una volta che questo è stato identificato.

3.1.1 Identificazione del Team di Progetto e dei suoi ruoli e responsabilità⁵²

Identificare e definire chiaramente il giusto team di progetto e i ruoli di ogni membro è fondamentale per il successo del progetto stesso.

Per determinare che cosa sia un team di progetto, possiamo pensare di specificarne alcuni elementi che lo definiscono: dimensione, network, identità e struttura. Ognuno di questi elementi va accuratamente definito dal management, perché impatterà direttamente sui risultati del progetto.

La dimensione è un aspetto cruciale del team perché influenza la sua efficacia e le dinamiche collaborative interne, generalmente un team dovrebbe essere composto da un minimo di 4 ad un massimo di 10 persone.

Il network riguarda la modalità di comunicazione interna al team, che per l'appunto è stato costruito proprio con il fine di permettere una collaborazione comunicativa

⁵¹C. Verbano (2018), Slide delle lezioni, Insegnamento di Gestione dei progetti, Corso di Laurea in Ingegneria Gestionale, Università degli Studi di Padova, A.A. 2018/2019

⁵²Rielaborazione da R. Stellingwerf e A. Zandhuis, ISO 21500 Guidance on project management – A Pocket Guide, Zaltbommel: Van Haren Publishing, 2013

tra i suoi membri, vanno dunque pensati gli strumenti di comunicazione che si hanno a disposizione.

L'identità è una serie di elementi che contraddistinguono il team agli occhi dei membri interni e agli occhi del personale esterno, come per esempio: il grado di integrazione, la cultura condivisa, etc. anche questo aspetto è fondamentale per il raggiungimento dell'obiettivo del progetto.

La struttura riguarda l'organizzazione chiara dei ruoli e delle responsabilità del team, generalmente è sempre presente un capo progetto con il ruolo di guida, che seleziona e applica i giusti procedimenti nel momento in cui sono richiesti. Gli altri membri del team sono solitamente non gerarchizzati.

La scelta dei membri di un team di progetto è realizzata dal management che ha la responsabilità di valutare, oltre agli elementi sopracitati, anche la disponibilità delle risorse umane, che potranno essere interne all'organizzazione o esterne: consulenti o nuovo personale. Come riportato da Henry (2013), dando per scontate le nozioni tecniche richieste dal progetto, gli studiosi Bozbura, Beskese, and Kahraman (2007) hanno delineato le caratteristiche secondo le quali i candidati dovrebbero essere valutati: talento, grado di integrazione, cultura e doti di leadership; a queste abilità si aggiunge la passione per i cambi formato e per il loro miglioramento⁵³.

Come sostiene McIntosh et al. (2001), nella scelta del team di progetto per il miglioramento delle performance di cambio formato, valgono tutte queste considerazioni e in generale è anche consigliabile introdurre nel team o coinvolgere alcuni membri del personale di produzione, dello staff ingegneristico e del personale di impianto⁵⁴. Essendo quest'ultimo in contatto diretto con il cambio formato, ne conosce lo svolgimento e le problematiche, pertanto può proporre soluzioni di miglioramento al team. Il fatto poi di coinvolgere il personale dell'impianto nel miglioramento, incoraggia una partecipazione attiva al progetto, ed incentiva l'iniziativa e la proposta di soluzioni.

⁵³ J. R. Henry, *Achieving Lean Changeover Putting SMED to Work*, New York: CRC Press Taylor & Francis Group, p.166, 2013.

⁵⁴ R. I. McIntosh, S. J. Culley, A. Mileham e G. Owen, *Improving Changeover Performance. A strategy for becoming a lean, responsive manufacturer*, Oxford: Butterworth-Heinemann, p.54, 2001.

Il modo con cui gli operatori delle linee di produzione prendono parte all'iniziativa, necessita particolare attenzione, sarà infatti questa manodopera a dover cambiare il proprio modo di lavorare e le proprie abitudini a seguito dell'implementazione dei miglioramenti, la loro fiducia è importante perché la presenza di apatia e risentimento costituirebbero barriere per future collaborazioni ed implementazioni. È consigliabile programmare qualche incontro con gli operatori nei quali vengano spiegati gli obiettivi del progetto e la necessità di una partecipazione attiva da parte di tutto lo staff.

Secondo Henry (2013), una volta che il team è stato selezionato, è fondamentale che ogni membro conosca il proprio impatto sul progetto per prepararsi a fornire il supporto opportuno quando questo è necessario. È utile in questo caso realizzare un diagramma che espliciti la struttura organizzativa del team ed i ruoli di ogni membro⁵⁵, uno strumento di Project Management che può aiutare in questo frangente è l'Organizational Breakdown Structure (OBS), una scomposizione gerarchica delle responsabilità dei membri del progetto. Per ulteriori informazioni riguardanti la realizzazione di una OBS si rimanda al riferimento in nota⁵⁶.

3.1.2 Identificazione degli obiettivi del progetto e delle attività da svolgere

Un progetto di miglioramento delle performance dei cambi formato, presenta due tipologie di obiettivi concettualmente distinti: obiettivi strategici ed obiettivi operativi.

Nello scorso capitolo abbiamo definito gli obiettivi strategici del progetto che sono concepiti dal management e che riguardano il raggiungimento di un fine superiore: aumentare la flessibilità dell'organizzazione. In questo paragrafo invece si andranno a delineare gli obiettivi operativi del progetto cioè gli obiettivi che questo si prefigge e che dovranno essere coerenti con gli obiettivi strategici.

⁵⁵ J. R. Henry, *Achieving Lean Changeover Putting SMED to Work*, New York: CRC Press Taylor & Francis Group, pp. 168-169, 2013.

⁵⁶ Golany, Boaz, and Avraham Shtub. "Work breakdown structure." *Handbook of Industrial Engineering: Technology and Operations Management*, 1263-1280, 2001.

Come sostiene Henry (2013), l'obiettivo generico di un progetto di snellimento dei cambi formato solitamente è quello di convertire il tempo inutilizzato in tempo produttivo⁵⁷.

Abbiamo già osservato, nello scorso capitolo, i benefici che un progetto di miglioramento dei cambi formato apporta alla flessibilità: obiettivo strategico dell'organizzazione. Anche l'obiettivo generico del progetto, definito poc' anzi, apporta benefici in termini di flessibilità, essi sono descritti nella figura seguente nella quale sono rappresentate due situazioni differenti: prima e dopo l'introduzione di un ipotetico progetto di miglioramento.

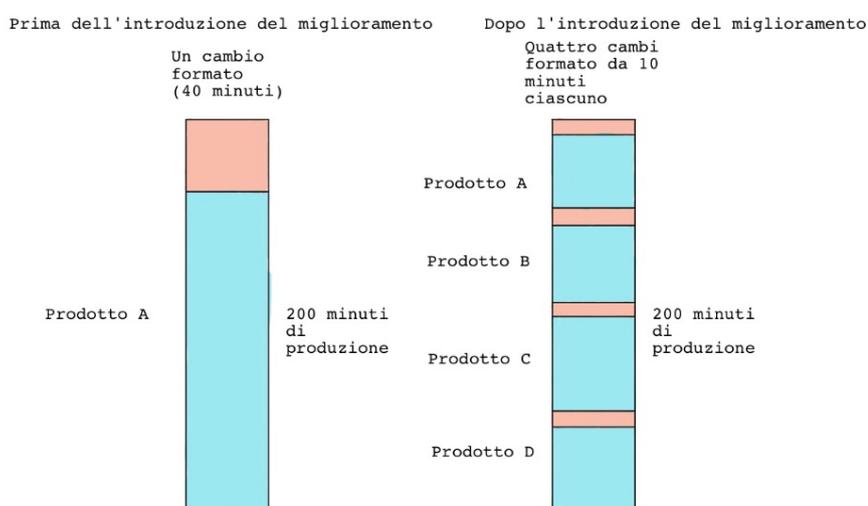


Figura 8, Differenza nella frequenza del cambio formato prima e dopo il miglioramento⁵⁸

Prima della realizzazione del progetto il tempo per realizzare il cambio formato era di 40 minuti, pertanto era necessario costituire un lotto molto numeroso per spartire i costi di questo cambio sui pezzi prodotti. Dopo l'implementazione del progetto, il tempo di tutti i cambi formato si è ridotto da 40 a 10 minuti pertanto i lotti prodotti potranno essere più numerosi e questo permetterà una maggiore differenziazione dei prodotti realizzabili, incrementando in questo modo la flessibilità. Così facendo l'obiettivo generico del progetto: "conversione del tempo inutilizzato durante il cambio formato in tempo produttivo", ha comportato una riduzione del lotto di

⁵⁷J. R. Henry, Achieving Lean Changeover Putting SMED to Work, New York: CRC Press Taylor & Francis Group, p. 1, 2013.

⁵⁸ K. Herr, Quick Changeover Concepts Applied. Drammatically Reduce Set-Up Time and Increase Production Flexibility with SMED, New York: CRC Press Taylor & Francis Group., p. 26, 2014.

produzione permettendo una frequenza maggiore dei cambi la quale a sua volta ha incrementato la flessibilità, nostro obiettivo strategico.

In particolare se il nostro progetto è impostato per processo, come si è suggerito di fare, risulta necessario definirne il suo obiettivo in termini più specifici: tramite il metodo SMART. Un obiettivo SMART secondo Mastrofini (2017), deve essere: Specifico, Misurabile, Arrivabile (cioè raggiungibile), Realistico e Temporale (cioè definito temporalmente)⁵⁹.

Nel progetto di snellimento dei cambi formato un obiettivo SMART può essere, a titolo esemplificativo, definito in questi termini: “ridurre il tempo di cambio formato nella linea/macchinario x, del 50% in 6 mesi”.

Dopo la definizione del suo obiettivo, un progetto necessita anche la definizione delle sue attività note come Work Package (WP) cioè pacchetti di lavoro. Queste sono le attività che è necessario svolgere al fine di raggiungere l’obiettivo prestabilito dal progetto. Lo strumento cardine che permette di pianificare, di monitorare e di comunicare l’evoluzione del progetto è la Work Breakdown Structure (WBS) letteralmente: la struttura esplosa delle attività. Essa consiste in una scomposizione gerarchica delle attività a partire dall’obiettivo principale, in sotto-obiettivi e così via fino ad arrivare ai pacchetti di lavoro (WP) che sono più facilmente individuabili, comunicabili e schedulabili nel tempo. A titolo esemplificativo, con riferimento alla seguente figura, l’obiettivo progettuale citato qualche riga sopra, può essere scomposto nei seguenti sotto-obiettivi: analisi della situazione corrente, scelta del/dei cambi formato da migliorare, e così via... A sua volta l’analisi della situazione corrente può essere suddivisa in: elenco dei prodotti esistenti nella linea, analisi dei macchinari nei quali si effettua il cambio formato e così via...

Per ulteriori informazioni sulla strutturazione di una WBS si rimanda al link in nota⁶⁰.

⁵⁹ ISIPM e E. Mastrofini, Guida ai temi ed ai processi di project management, Milano: Franco Angeli s.r.l., p.23, 2017.

⁶⁰ <http://erplab.it/wp-content/uploads/2017/01/14WBS.pdf>

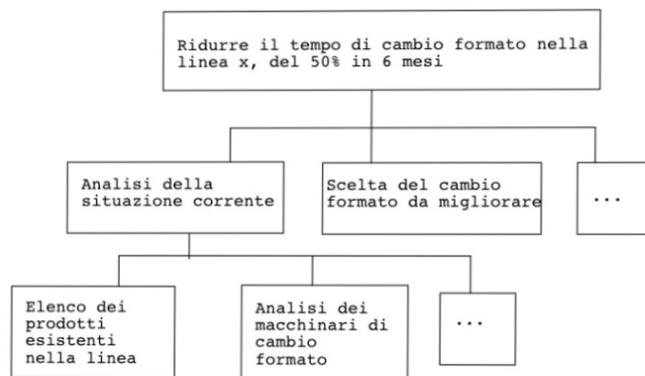


Figura 9., Esempio di WBS

3.1.2.1 Identificazione della struttura organizzativa del progetto

Un altro aspetto rilevante nella definizione del progetto è la scelta della sua struttura organizzativa, che deve essere inserita coerentemente nella struttura organizzativa dell'intera azienda. Esistono numerose tipologie di strutture progettuali che presentano differenti vantaggi e svantaggi. La descrizione di ogni singola struttura è lunga dalla trattazione, per ulteriori informazioni si rimanda al testo di riferimento in nota⁶¹.

Le strutture che probabilmente il management si troverà a valutare nel caso di un progetto di implementazione di cambi formato snelli, saranno: la struttura a matrice forte e la struttura detta task force. Con riferimento alla figura seguente, si può dire che entrambe le strutture siano accumulate dal fatto che si utilizzino risorse provenienti da diverse funzioni aziendali che collaborano sotto le direttive del capo progetto. Nella struttura a matrice forte però, le risorse non sono totalmente impegnate nel progetto, pertanto esse dovranno utilizzare il tempo di lavoro a disposizione imputandone una parte alle consuete attività funzionali ed una parte al progetto, diversamente da quanto accade invece nella struttura task force dove invece le risorse sono state sottratte dalle attività funzionali e sono impegnate full time nel progetto. Anche questa decisione spetta al management e sarà dettata dalla

⁶¹ Golany, Boaz, and Avraham Shtub. "Work breakdown structure." Handbook of Industrial Engineering: Technology and Operations Management, 1263-1280, 2001.

priorità del progetto, è chiaro che un progetto strutturato a matrice forte tendenzialmente potrebbe essere meno efficace di uno strutturato secondo la struttura task force. Tuttavia è necessario effettuare altre considerazioni riguardanti per esempio il costo del progetto e la saturazione delle risorse impiegate nello stesso, tendenzialmente un progetto di miglioramento delle performance di cambio formato organizzato per task force, potrebbe risultare troppo costoso e non sfruttare al massimo la disponibilità delle risorse impiegate nel progetto, che potrebbero essere sotto utilizzate per alcuni periodi di tempo.

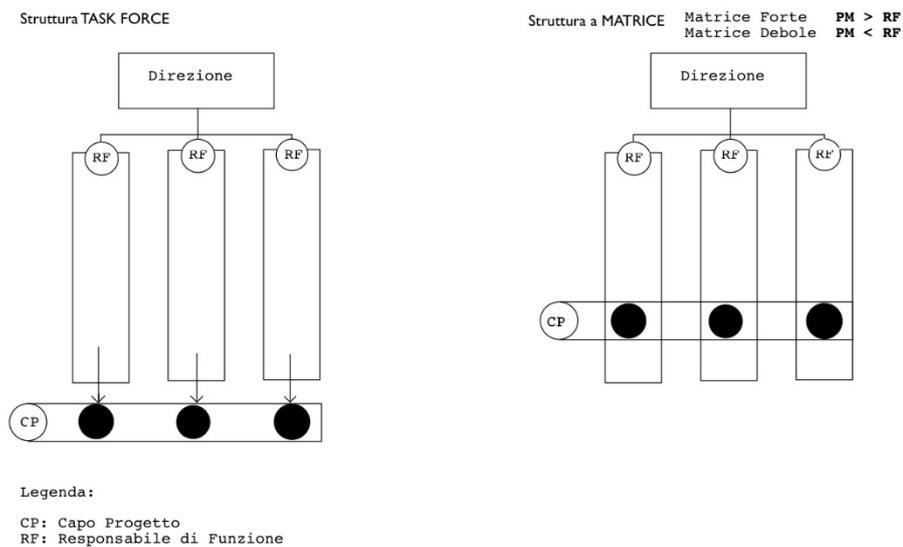


Figura 10, Differenze tra una struttura Task Force ed una struttura a Matrice Forte

3.1.3 Lo scheduling del progetto e la definizione del budget

La pianificazione temporale del progetto è fondamentale perché la presenza di una scadenza definitiva, incentiva la determinazione del team nel raggiungimento degli obiettivi. Esistono diversi strumenti con il fine di schedulare il progetto temporalmente, tra i quali il noto Diagramma di Gantt. Un prerequisito necessario alla realizzazione del Gantt è la definizione dei pacchetti di lavoro (WP) e delle loro precedenze: vi saranno casi infatti in cui alcune attività non potranno essere svolte se prima non ne sono state svolte delle altre, in altri casi invece alcune attività potranno essere svolte parallelamente tra loro senza alcun vincolo di precedenza. Conoscendo la durata delle singole attività e le relazioni esistenti tra di esse, si potrà calcolare una durata teorica del progetto nel suo complesso e si potrà pertanto

delineare una bozza del suo orizzonte temporale. L'orizzonte temporale sarà così solo abbozzato, per renderlo definitivo, bisognerà revisionarlo sulla base della disponibilità delle risorse. Il Gantt, a sua volta, permetterà di stabilire dei Milestones detti anche punti di controllo, cioè dei momenti durante lo sviluppo del progetto in cui si andranno a verificare: il rispetto delle tempistiche e della realizzazione delle attività pianificate inizialmente. Per informazioni più dettagliate si rimanda al riferimento in nota⁶².

A tal proposito non solo è necessario schedare le attività del progetto, ma risulta importante programmare anche: le riunioni del team, che dovrebbero essere realizzate settimanalmente, workshop e corsi di aggiornamento che potrebbero essere organizzati da consulenti esterni.

Per quanto concerne il budget, secondo Henry (2013), sarà il management a definire e allocare le risorse finanziarie utili al raggiungimento degli obiettivi del progetto. Una certa quota di queste risorse dovrà essere allocata senza troppe giustificazioni⁶³.

3.1.4 Ruolo del Management e dell'innovazione nel progetto

Il management, come sostiene Henry (2013), è il primo gruppo a dover supportare un progetto di miglioramento dei cambi formato perché con il suo sostegno è molto più improbabile fallire nella sua realizzazione⁶⁴. Generalmente infatti le priorità dei supervisor trapassano come priorità anche a livello operativo.

Un ulteriore aspetto degno di nota, riguarda il concetto di innovazione aziendale che è stata definita dall'OECD⁶⁵ come: *un'implementazione di un prodotto,*

⁶² Lucio Bianco, Massimiliano Caramia, "Metodi quantitativi per il Project Management", Ulrico Hoepli Editore, Milano, 2006.

⁶³ J. R. Henry, Achieving Lean Changeover Putting SMED to Work, New York: CRC Press Taylor & Francis Group, p. 164, 2013.

⁶⁴ J. R. Henry, Achieving Lean Changeover Putting SMED to Work, New York: CRC Press Taylor & Francis Group, p. 163, 2013.

⁶⁵ L'OECD è l'acronimo inglese di: Organization for Economic Co-operation and Development, in italiano è nota come OCSE: Organizzazione per la Cooperazione e lo Sviluppo Economico. La missione di quest'istituzione è la promozione, a livello globale, di politiche che migliorino il benessere economico e sociale dei cittadini. Oggigiorno i paesi aderenti sono 37 tra cui l'Italia che è stata uno dei paesi fondatori. (Fonte: https://www.esteri.it/mae/it/politica_estera/organizzazioni_internazionali/ocse.html)

*processo, servizio, [...] nuovo o significativamente migliorato*⁶⁶. A riguardo si potrebbe dire che l'implementazione di cambi formato snelli può incentivare l'introduzione di innovazione nell'organizzazione infatti, secondo un articolo dell'OECD (2000), l'aver una produzione flessibile in un'organizzazione industriale sembra essere un fattore correlato ad una performance innovativa elevata⁶⁷.

A tal proposito un'implementazione di cambi formato snelli organizzata per progetto, favorisce l'innovazione anche grazie alla natura innovativa che caratterizza i progetti stessi. Un miglioramento realizzato sotto forma di progetto è ciò che scatena la ricerca di una soluzione ad un problema a cui consegue sempre introduzione di know-how ed innovazione che, se sfruttata correttamente, potrà entrare a far parte dei processi routinari organizzativi.

Pertanto un progetto di snellimento dei cambi formato, introduce innovazione da un lato grazie all'aumento della flessibilità produttiva, dall'altro grazie alla natura stessa del progetto.

3.2 Analisi della situazione corrente

Nei paragrafi precedenti, si sono menzionate le fasi che permettono la definizione del progetto per mezzo del piano di progetto. Abbiamo visto che, dopo aver individuato l'obiettivo SMART, il team deve ideare una Work Breakdown Structure (WBS) che varierà in base agli obiettivi da raggiungere. Nel caso di un progetto di cambio formato, sarà sempre necessario incorporare un sotto-obiettivo nella WBS, che funge da punto di partenza per il miglioramento: l'analisi della situazione corrente anche detta analisi As-Is.

Questa analisi consiste in un'esaminazione dettagliata del macchinario o della linea che si desidera migliorare, definendone tutte le parti nelle quali è plausibile praticare un'azione di cambio formato. Con riferimento ad una linea di produzione,

⁶⁶ <https://stats.oecd.org/glossary/detail.asp?ID=6865>

⁶⁷ OECD, «Conferenza dei Ministri delle Piccola e Media Impresa e dei Ministri dell'Industria: Migliorare la Competitività delle PMI nell'Economia Globale,» in *INNOVAZIONE DELLE PMI NELL'ECONOMIA GLOBALE*, Bologna, p.18, 2000.

si descriverà nei prossimi due paragrafi una procedura specifica per analizzare la situazione corrente in due casi particolari: il caso di una linea che produce una gamma prodotti limitata e quello di una linea che produce una gamma prodotti molto estesa.

3.2.1 Analisi della situazione corrente per una linea con gamma prodotti limitata

Se la linea presenta una gamma prodotti limitata (al massimo 30 prodotti), è suggeribile la realizzazione di una tabella matriciale come quella rappresentata nella figura seguente, la quale presenta nelle righe tutte le possibili combinazioni di cambio formato da un prodotto ad un altro, ossia tutti i cambi formato esistenti e nelle colonne tutte le azioni di cambio formato eseguibili su quella linea, ad ogni azione è associato un macchinario o componente diverso sul quale il cambio è svolto. La decisione di porre 30 prodotti come indice di distinzione tra una linea a gamma limitata e una linea a gamma estesa, è data dal fatto che, se la matrice contenesse tutte le combinazioni esistenti tra più di 30 prodotti realizzabili nella linea, diverrebbe troppo complesso compilare una tabella composta da 30^2 diverse combinazioni di cambio formato. La scelta di porre l'azione di cambio formato piuttosto che il nome del macchinario su cui è svolta, facilita il riconoscimento, da parte degli operatori delle linee, delle operazioni da realizzare. Si osservi inoltre che ad ogni prodotto è associato un codice numerico ed univoco che individua il passaggio unilaterale da un prodotto ad un altro.

Tabella 1, Esempio di tabella per l'analisi dei cambi formato esistenti in una linea a gamma limitata

Codice Prodotto	Prodotto di partenza	Codice Prodotto	Prodotto di arrivo	Cambio gusto	Cambio etichetta	Cambio avvolgitrice	Cambio tappatore	...
5467	Acqua nat. San Benedetto	5468	Acqua friz. San Benedetto					
5467	Acqua nat. San Benedetto	7656	Acqua nat. Guizza					
5467	Acqua nat. San Benedetto	7657	Acqua friz. Guizza					
5467	Acqua nat. San Benedetto	9000	Thè Pesca San Benedetto					
5467	Acqua nat. San Benedetto	9700	Thè Verde San Benedetto					
5468	Acqua friz. San Benedetto	5467	Acqua nat. San Benedetto					
5468	Acqua friz. San Benedetto	7656	Acqua nat. Guizza					
						

Con riferimento alla figura successiva, si noti che alla tabella precedente andrà aggiunta una riga riguardante il tempo medio teorico attuale con cui si realizza il cambio formato in ogni singolo macchinario. Questo tempo, situato nella seconda riga della tabella ed espresso in minuti, è stato nominato: tempo standard e sarà determinato dal capo impianto della linea su base esperienziale. Una linea infatti presenta una moltitudine di cambi formato differenti, che impiegheranno un tempo leggermente diverso per essere svolti sullo stesso macchinario. Per questo motivo è necessario che il capo impianto stimi, sulla base della sua esperienza, un tempo standard medio della durata dell'azione di cambio formato sullo specifico macchinario, considerando tutti i cambi che potenzialmente si possono svolgere nella linea in questione in quel preciso macchinario. Lo step successivo consiste nella compilazione della tabella, azione che sarà effettuata dal capo impianto con l'ausilio del team. In questa tabella andranno inserite delle X e/o delle M negli incroci riga/colonna: M sta per tempo mascherato mentre X sta per tempo non mascherato.

I macchinari caratterizzati dal tempo mascherato M, sono quelli che possono essere settati in contemporanea ad altri macchinari ma che non allungano il tempo totale imputato al cambio formato. Per esempio nella seguente figura, nel passaggio da Acqua nat. San Benedetto (5467) ad Acqua frizz. San Benedetto (5468) è necessario eseguire un cambio gusto da 30 minuti ed un cambio etichetta da 10 minuti. Siccome il cambio gusto impiega più tempo del cambio etichetta e dato che i due macchinari possono essere settati parallelamente, il tempo del cambio etichetta sarà imputato come tempo mascherato (M) rispetto al tempo impiegato nel cambio gusto (X), in questo modo il tempo totale del cambio formato, riportato nella colonna più a destra, risulterà essere pari solo al tempo del cambio gusto.

Tabella 2, Estensione della tabella precedente per l'analisi dei cambi formato da prodotto a prodotto, per linee a gamma limitata

Codice Prodotto	Prodotto di partenza	Codice Prodotto	Prodotto di arrivo	Cambio gusto	Cambio etichetta	Cambio avvolgitrice	Cambio tappatore	...
				30	10	90	35	
5467	Acqua nat. San Benedetto	5468	Acqua friz. San Benedetto	X	M			30
5467	Acqua nat. San Benedetto	7656	Acqua nat. Guizza					
5467	Acqua nat. San Benedetto	7657	Acqua friz. Guizza					
5467	Acqua nat. San Benedetto	9000	Thè Pesca San Benedetto					
5467	Acqua nat. San Benedetto	9700	Thè Verde San Benedetto					
5468	Acqua friz. San Benedetto	5467	Acqua nat. San Benedetto					
5468	Acqua friz. San Benedetto	5468	Acqua friz. San Benedetto					
					

3.2.2 Analisi della situazione corrente per una linea con gamma prodotti molto estesa

Se i prodotti di una linea sono troppo numerosi, è impossibile analizzare il cambio formato da ogni singolo codice-prodotto a tutti gli altri codici-prodotto esistenti. Per questo motivo si può decidere di unire i prodotti in famiglie o classi e di andare ad analizzare il cambio formato nel passaggio da una famiglia ad un'altra. Le famiglie sono un insieme di prodotti accumulati da alcune caratteristiche. Generalmente le famiglie si individuano soltanto sulla base di un simile ciclo tecnologico: la successione dei macchinari impiegati nella realizzazione dei prodotti. Nel nostro progetto però, moltissimi prodotti realizzati sulla linea venivano prodotti con lo stesso ciclo tecnologico, rendendo difficile la differenziazione in famiglie basandosi solo su questo aspetto. Una differenza sostanziale nel processo di realizzazione dei nostri prodotti era la velocità di produzione, infatti alcuni di essi, per caratteristiche di peso e contenuto, non potevano essere lavorati alla stessa velocità. Pertanto, si è optato per un'aggregazioni in famiglie tecnologiche dettata in parte dal ciclo tecnologico ed in parte dalla velocità di produzione. Nel nostro caso se due famiglie tecnologiche presentavano lo stesso ciclo tecnologico, ma una parte dei prodotti era realizzata ad una velocità e l'altra parte dei prodotti ad un'altra, allora le due classi venivano suddivise. In linea generale per poter aggregare i prodotti in famiglie, è indispensabile possedere una conoscenza accurata dei prodotti realizzati nella linea,

del loro ciclo produttivo e delle caratteristiche che potrebbero accomunare tali codici tra loro. È impossibile dettare una linea guida più specifica, perché ogni situazione produttiva presenta le proprie peculiarità.

Nella figura seguente è rappresentato il processo di individuazione delle classi tecnologiche di prodotti considerando il solo ciclo tecnologico, la tabella presenta nelle righe la lista di prodotti realizzati nella linea e nelle colonne i macchinari necessari alla loro produzione.

Tabella 3, Individuazione delle famiglie tecnologiche esistenti in una linea di prodotti a gamma estesa

Codici prodotto	Prodotti	Soffiatrice plastica 1	Movimentazione su rotaia ad aria	Lavaggio 2	Lavaggio 3	Asciugatura	Riempritrice 4	Etichettatrice Standard	Controlli intermedi	Confezionamento	Imballaggio
1843	Acqua frizz. 0.4L AFS F24 2019	Si	Si		Si	Si	Si	Si	Si	Si	
1833	Acqua frizz. 0.4L AFS F24 USA 2019	Si	Si		Si	Si	Si	Si	Si	Si	
1845	Acqua frizz. 0.4L MW F24 2019	Si	Si	Si		Si	Si	Si	Si		Si
6370	Acqua nat. 0.4L AFS F24 2019	Si	Si		Si	Si	Si	Si	Si	Si	
6371	Acqua nat. 0.4L AFS F24 USA 2019	Si	Si		Si	Si	Si	Si	Si	Si	
6455	Acqua nat. 0.4L MW F24 2019	Si	Si	Si		Si	Si	Si	Si		Si

Dopo aver eseguito le analisi descritte precedentemente, possiamo aggregare i prodotti in una famiglia o classe tecnologica. Nella figura seguente, possiamo osservare i prodotti contenuti nella famiglia tecnologica che è stata nominata con un numero a tre cifre: 163 e un nome generico Acqua 0.4L AFS 2019. Essa è stata creata analizzando i prodotti presenti nella linea e aggregandoli sulla base del ciclo tecnologico descritto nella figura precedente. I prodotti aggregati in questa famiglia, sono realizzati alla stessa velocità e su un insieme di macchinari simili perché hanno lo stesso volume (0,4L), una forma simile (AFS e MW) e contengono tutti acqua minerale, sebbene presentino gusti ed etichette differenti.

Famiglia/Classe tecnologica 163

1843 Acqua frizz. 0.4L AFS F24 2019
 1833 Acqua frizz. 0.4L AFS F24 USA 2019
 1845 Acqua frizz. 0.4L MW F24 2019
 6370 Acqua nat. 0.4L AFS F24 2019
 6371 Acqua nat. 0.4L AFS F24 USA 2019
 6455 Acqua nat. 0.4L MW F24 2019

Figura 11, Esempio di classe tecnologica

L'aggregazione in famiglie, presenta quindi un primo elemento di approssimazione nella descrizione dei cambi formato di una linea a gamma prodotti estesa. È ipotizzabile infatti che, date due famiglie tecnologiche contenenti un tot di codici-

prodotto ciascuna, il cambio formato tra i prodotti di una famiglia e i prodotti dell'altra, sia condotto in modo simile, anche se non identico, a causa della somiglianza del ciclo tecnologico dei prodotti di una stessa famiglia.

Una seconda ipotesi semplificativa riguarda la selezione del cambio formato da considerare come rappresentativo, tra le due famiglie tecnologiche selezionate. Infatti tra tutte le combinazioni di cambi formato esistenti tra i codici di una famiglia tecnologica e dell'altra, si è deciso di considerare il cambio formato più lungo, anche se il risultato che otterremo sarà un sovradimensionamento temporale del cambio formato. Questo tempo sovradimensionato, fungerà da punto di partenza per i futuri miglioramenti. Si può pensare infatti di iniziare l'analisi della situazione corrente accettando un'approssimazione del genere, con l'intento di rettificarla mano a mano che si proseguirà con le analisi successive.

Con riferimento alla figura seguente, le famiglie di prodotto individuate, verranno inserite nelle righe di una tabella matriciale che verrà compilata con la stessa logica descritta precedentemente attraverso l'inserimento di X ed M in base agli opportuni incroci riga/colonna.

Tabella 4, Esempio di tabella per l'analisi dei cambi formato da famiglia tecnologica a famiglia tecnologica, per linee di prodotti a gamma estesa

Famiglia tecnologica di partenza	Descrizione famiglia tecnologica di partenza	Famiglia tecnologica di arrivo	Descrizione famiglia tecnologica di arrivo	Cambio gusto	Cambio etichetta	Cambio avvolgitrice	Cambio tappatore	...
				30	10	90	35	
163	Acqua 0.4L AFS 2019	163	Acqua 0.4L AFS 2019	X	M			30
163	Acqua 0.4L AFS 2019	234	Thè San Benedetto 0.5L 2016	X	M	X	M	90
...					

3.2.2.1 Suddivisione in sotto famiglie di prodotti

Dopo aver suddiviso i prodotti di una linea in famiglie tecnologiche, è indispensabile capire se questi cluster necessitano ulteriori suddivisioni. Nella stragrande maggioranza dei casi, tra i prodotti all'interno di una stessa famiglia tecnologica, è necessario realizzare azioni di cambio formato differenti. In questo caso, con riferimento alla seguente figura, se dovessimo realizzare un cambio formato dal codice 1843 al codice 1833 dovremmo effettuare un cambio etichetta,

mentre nel cambio formato dal codice 1843 al codice 6370, dovremmo praticare sia un cambio gusto, sia un cambio etichetta sulla confezione.

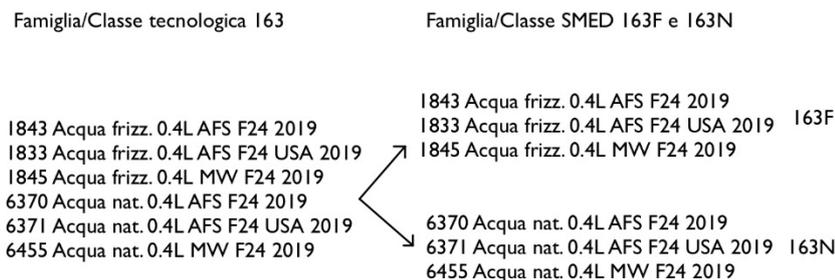


Figura 12, Esempio di suddivisione di una famiglia tecnologica in classi SMED

Come già detto, quando decidiamo di unire prodotti in famiglie tecnologiche accettiamo un certo grado di approssimazione, accettando non solo cicli tecnologici tra i prodotti non del tutto identici, ma anche la presenza di variazioni tra i cambi formato dei prodotti appartenenti alla stessa classe. In particolare, nel caso in figura, il cambio formato reciproco tra i primi tre codici, necessita sempre e solo un cambio etichetta, che abbiamo ipotizzato durare 10 minuti. Se però vogliamo realizzare un cambio formato tra uno dei primi tre prodotti ed uno degli ultimi tre, non solo necessitiamo un cambio etichetta, ma anche un cambio gusto, che abbiamo ipotizzato durare 30 minuti.

Questa famiglia tecnologica pertanto incorpora prodotti che tra loro hanno una differenza temporale nei rispettivi cambi formato fino a 30 minuti.

Per scelta aziendale nel nostro progetto si è definita inaccettabile una discrepanza di 30 minuti tra i cambi formato tra prodotti appartenenti ad una stessa famiglia tecnologica, in quanto si è ipotizzata una soglia massima di 20 minuti come accettabile in questa fase preliminare. La decisione di porre 20 minuti come soglia massima accettabile deriva dal fatto che, rispetto ai tempi impiegati nei cambi formato che avvengono nelle linee dell'azienda alcuni dei quali superano i 120/150 minuti, 20 minuti sono un tempo tutto sommato limitato e dunque accettabile, ciò non toglie che l'obiettivo futuro sarà quello di abbassare sempre di più questa soglia.

Da queste constatazioni deriva la scelta di suddividere la classe tecnologica in altre due sotto-classi tecnologiche definite: classi SMED. La prima classe SMED contiene i primi tre prodotti che presentano a questo punto un ciclo tecnologico simile, una velocità di produzione identica ed identiche azioni reciproche di cambio formato. Il termine SMED come abbiamo detto più volte, non si addice agli obiettivi del nostro progetto di snellimento dei cambi formato, tuttavia è una sigla semplice a cui fare riferimento, pertanto si è deciso di utilizzarla per nominare queste ulteriori suddivisioni.

Nell'esempio in figura, la famiglia tecnologica 163 è stata splittata in due classi SMED nominate 163N (Naturale) e 163F (Frizzante). La tabella finale che andremo a compilare, sempre con la stessa logica di inserimento di X ed M definita precedentemente, sarà nella seguente forma:

Tabella 5, Estensione della tabella precedente riguardante le analisi dei cambi formato da famiglia tecnologica a famiglia tecnologica, per linee di prodotti a gamma estesa

Famiglia tecnologica di partenza	Descrizione famiglia tecnologica di partenza	Famiglia tecnologica di arrivo	Descrizione famiglia tecnologica di arrivo	Cambio gusto	Cambio etichetta	Cambio avvolgitrice	Cambio tappatore	...
				30	10	90	35	
163F	Acqua 0.4L AFS 2019	163F	Acqua 0.4L AFS 2019		X			10
163F	Acqua 0.4L AFS 2019	163N	Acqua 0.4L AFS 2019	X	M			30
163F	Acqua 0.4L AFS 2019	234	Thè San Benedetto 0.5L 2016	X	M	X	M	90
...					

3.2.3 Conclusioni

Sia nel caso di una linea con una gamma prodotti limitata, che nel caso di una linea con gamma prodotti complessa, il risultato finale che otterremo dall'analisi della situazione corrente, sarà sempre una tabella che presenta nelle righe i cambi formato e nelle colonne le azioni di cambio formato associate alle rispettive tempistiche. La consapevolezza della situazione attuale, come vedremo nel prossimo capitolo, fungerà da punto di partenza per l'obiettivo successivo: la scelta del cambio formato o del macchinario che ha più senso analizzare tra tutti quelli esistenti.

4 LA SCELTA DEL CAMBIO FORMATO DA ANALIZZARE

Lo scopo di questo capitolo è, in primo luogo, discutere la scelta del/dei cambi formato che si vogliono analizzare e sui quali si andranno successivamente a mettere in pratica le azioni di miglioramento. In seguito, si delineeranno i principali aspetti da considerare per la costificazione del/dei cambi formato prescelti ed infine si descriverà il procedimento di monitoraggio e analisi di questo/i cambi formato, attraverso l'uso del video recording.

4.1 La scelta del/dei cambi formato da analizzare

Come accennato nelle conclusioni del capitolo precedente, il risultato dell'analisi della situazione corrente, ci ha permesso di ottenere una visione d'insieme dei cambi formato esistenti nella linea di produzione e delle azioni che è necessario attuare sui macchinari della linea per realizzare ogni specifico cambio.

La tabella finale che conseguirà dall'analisi As-Is, sia essa il risultato di un'indagine eseguita su linee a gamma limitata di prodotti, sia essa il risultato di un'indagine su linee a gamma estesa di prodotti, sarà certamente molto complessa: come si è visto, conterrà molte righe e molte colonne ognuna delle quali compilata con X ed M variabili.

Molte aziende potrebbero aver sviluppato tabelle o database simili a quelli descritti nel capitolo precedente, tuttavia la scelta successiva del/dei cambi formato da analizzare, spesso è eseguita frettolosamente, senza considerare le conseguenze che questa decisione può comportare. Un progetto di snellimento dei cambi formato impiega la maggior parte del tempo proprio nelle fasi di analisi che seguono alla scelta del/dei cambi formato, pertanto non è un'esagerazione affermare che una decisione sbagliata può compromettere l'esito del progetto.

4.1.1 Due approcci alla scelta del/dei cambi formato

Nella smania di procedere il prima possibile con le operazioni di riduzione delle tempistiche dei cambi formato, spesso le aziende decidono di analizzare quelli più complessi, cioè quelli che presentano il numero più elevato di attività da eseguire in tutti i macchinari della linea.

Sebbene questo primo approccio permetta di comprendere la complessità massima delle operazioni di cambio su quella linea, per contro potrebbe far perdere di vista le attività che sono invece svolte più frequentemente: può accadere che il team concentri i suoi sforzi migliorativi sulle attività di cambio più onerose in termini di tempo e sforzo, senza rendersi conto che quelle azioni sono svolte soltanto una volta all'anno ed è anche per questo che l'operatore potrebbe non essere in grado di realizzarle al meglio. Al contrario, alcune pratiche, nonostante siano più rapide, potrebbero essere eseguite ogni volta che un cambio formato è realizzato e pertanto potrebbero impattare di più nel miglioramento delle performance globali dei cambi formato della linea.

Da queste considerazioni emerge la necessità di un approccio più accurato riguardo la scelta del cambio formato e dei macchinari da analizzare, che descriveremo in questo capitolo.

Si noti inoltre che la tabella risultante dall'analisi della situazione corrente presenta una mancanza evidente: non viene considerata la frequenza di accadimento del singolo cambio formato. Infatti, sia che la linea sia a gamma limitata, che a gamma estesa, quasi certamente alcuni cambi formato tra quelli elencati, non sono mai stati realizzati e nemmeno verranno mai realizzati nella linea. Potrebbe capitare che alcuni prodotti non siano mai richiesti dal mercato sebbene la linea sia potenzialmente in grado di produrli.

L'obiettivo primario a questo punto è il calcolo del numero di volte in cui ogni singolo cambio formato è stato realizzato. Uno strumento utile a tale scopo è l'analisi ABC.

4.1.2 Analisi ABC delle frequenze dei cambi formato

Come affermato da Zatta (2018), l'analisi ABC detta anche analisi di Pareto, è una tecnica statistica a supporto di ogni processo decisionale, in cui si indaga il sottoinsieme di cause o di azioni che produce la percentuale più elevata di effetti. Questo strumento di analisi e sintesi consente di esaminare contesti e dati e di giungere a sintesi che permettono di trarre delle conclusioni⁶⁸. Ricordando che l'obiettivo SMART del nostro progetto è: "ridurre il tempo di cambio formato nella linea/macchinario x, dell'x% in x mesi", si è deciso di utilizzare l'analisi ABC andando ad indagare la frequenza di accadimento dei cambi formato, al fine di calcolare quale tra questi impatti di più sui tempi improduttivi della linea. È scontato dire che il/i cambi formato più frequenti, saranno quelli che, di conseguenza, bloccheranno la linea più frequentemente e che quindi una volta ridotti potrebbero apportare più benefici in termini di riduzione del tempo improduttivo della linea.

4.1.3 Impostazione e realizzazione dell'analisi ABC

Prima di realizzare l'analisi ABC è di fondamentale importanza comprendere su quali dati storici basarsi. Generalmente si può decidere di sfruttare i dati in un orizzonte temporale predefinito, estrapolando l'elenco di tutti i cambi formato avvenuti nei semestri o negli anni selezionati. Nel nostro progetto di miglioramento delle performance dei cambi formato si è deciso di considerare i cambi avvenuti nel corso dell'anno precedente: il 2019, ipotizzando che si sarebbero ripetuti in modo simile nell'anno in corso ed in quelli successivi. Questa è di certo un'ipotesi non banale, per questo motivo è indispensabile nel momento in cui si seleziona una linea di produzione in cui applicare un progetto di snellimento dei cambi formato, scegliere una linea in cui la variabilità dei prodotti esistenti sia limitata.

Come si può notare dalla seguente tabella, una volta che si è ottenuto l'elenco di tutti i cambi formato eseguiti nel periodo storico selezionato, tramite l'utilizzo di semplici funzioni presenti nella maggior parte dei fogli di calcolo, si può calcolare la frequenza di accadimento di ogni singolo cambio formato. Riordinando i risultati

⁶⁸ D. Zatta, 100 strumenti per il manager: La guida indispensabile - Dall'Analisi ABC allo Zero-Based Budgeting, Milano: Hoepli Editore S.p.A., 2018.

in ordine decrescente e rappresentandoli per immediatezza visiva in un istogramma delle frequenze (si veda il grafico seguente), si potranno osservare i risultati dell'analisi ABC: come affermato dal principio di Pareto, circa il 20% dei cambi formato effettuati nel periodo storico selezionato, costituiscono l'80% delle frequenze totali dei cambi avvenuti in quel periodo.

Tabella 6, Esempio di tabella che associa il cambio formato di partenza ed il cambio formato di arrivo ad una certa frequenza di accadimento

Famiglia tecnologica di partenza	Descrizione famiglia tecnologica di partenza	Famiglia tecnologica di arrivo	Descrizione famiglia tecnologica di arrivo	Codice Cambio Formato	Frequenza del cambio formato
I63N	Acqua 0.4L AFS 2019	I63F	Acqua 0.4L AFS 2019	I63N I63F	34
I28	Acqua 0.4L Elegance	44	Bibita 0.5L PET	I28F44	23
I38	Pepsi 0.6L PET	43P	Acqua 0.33L PET	I3843P	23
8F	...	73	...	8F73	20
73	...	44	...	7344	...
I23	...	I63N	...	I23I63N	...
I38	...	8N	...	I388N	...
I68	...	8F	...	I688F	...
I22S	...	I54	...	I22SI54	...
42	...	I68	...	42I68	...
I22	...	33S	...	I2233S	...
I24	...	I68L	...	I24I68L	...
I28N	...	I46	...	I28NI46	...
I46	...	43	...	I4643	...
I38	...	I38	...	I38I38	...
I68	...	I38	...	I68LI38	...
I67F	...	42	...	I67F42	...
I54	...	I22S	...	I54I22S	...
I62F	...	8F	...	I62F8F	...
I38	...	I68	...	I38I68	...
I46	...	I68	...	I46I68	...
I54	...	43S	...	I5443S	...
...

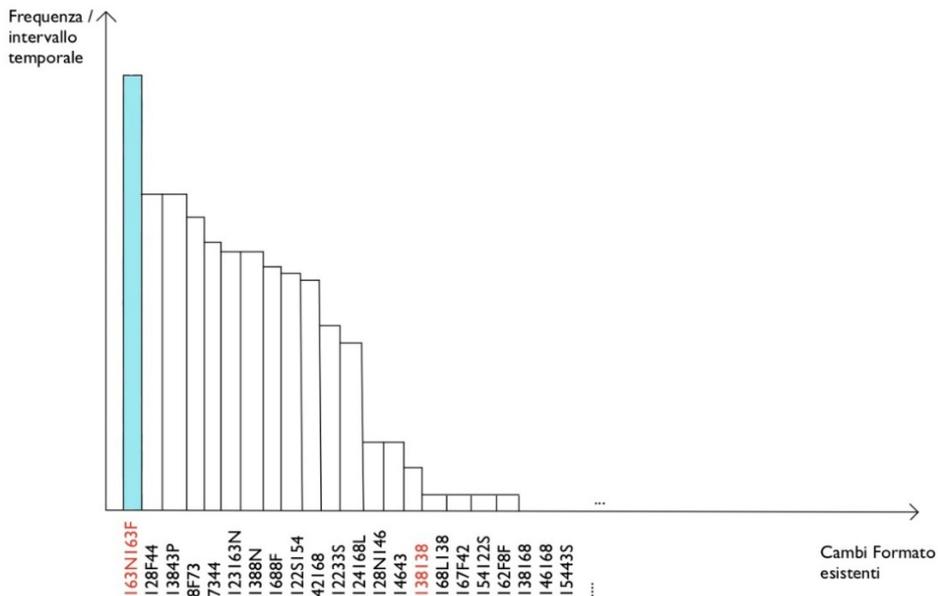


Figura 13, Diagramma delle frequenze di accadimento dei cambi formato in una linea di produzione

Come già accennato nel capitolo precedente, se la linea di produzione considerata presenta una gamma limitata di prodotti, la frequenza di accadimento dei cambi formato si calcola nel passaggio da singolo prodotto a singolo prodotto, se al contrario la linea presenta una gamma estesa di prodotti, il cambio formato che si considera è il passaggio da una famiglia tecnologica ad un'altra. Nella tabella e nel grafico precedenti, si è deciso di considerare il passaggio da una famiglia tecnologica ad un'altra.

L'analisi ABC ci permette di ottenere almeno due benefici: selezionare una lista di cambi formato rappresentativa (quelli che sono avvenuti almeno una volta nel periodo selezionato) e consapevolizzare i membri del team di progetto e gli operatori riguardo quali e quanti cambi formato sono stati eseguiti nella linea.

A questo punto un primo aspetto da notare riguarda il fatto che, la maggior parte dei prodotti che potenzialmente potrebbero essere realizzati dalla linea, in realtà non sono mai stati prodotti, di conseguenza anche la maggior parte dei cambi formato non sono mai stati realizzati.

Per questo motivo, una volta realizzata l'analisi ABC è sensato estrapolare dalla tabella ottenuta dall'analisi della situazione corrente, contenente tutti i cambi formato esistenti, solo la lista dei cambi formato che sono stati realizzati almeno una volta nel periodo considerato e continuare le successive analisi solo su questo sotto gruppo di prodotti.

Si ricorda che la tabella dell'analisi As-Is conteneva tutte le combinazioni di cambio formato potenzialmente eseguibili in una linea e, per ognuna di esse, associava una descrizione delle attività che era necessario svolgere per mezzo della compilazione di M e X (tempi mascherati e non-mascherati).

Se si fosse anticipata l'analisi ABC prima della analisi della situazione corrente, si sarebbe impiegato meno tempo nella compilazione delle X e delle M di tutte le attività relative ai cambi formato irrealizzabili o mai eseguiti. Questa alternativa è meno dispendiosa dal punto di vista temporale però non fornisce un'immagine complessiva della linea che si sta studiando compresa di tutti gli articoli che potenzialmente potrebbe realizzare. In ogni caso ove non ci sia possibilità

temporale di eseguire un'analisi completa della situazione corrente, questa alternativa può essere considerata come altrettanto valida.

In ogni caso l'aggiornamento annuale delle variazioni dei prodotti nel caso di una linea a gamma limitata, o delle famiglie tecnologiche e SMED nel caso di una linea a gamma estesa, è un requisito indispensabile.

Alla fine il risultato che otterremo sarà una lista dei cambi formato realizzati almeno una volta nel periodo storico selezionato, associata alla loro descrizione dettagliata, che andremo ad ordinare in ordine decrescente sulla base della frequenza. Da questo elenco sarà possibile proseguire con ulteriori analisi.

4.1.4 Analisi successive all'analisi ABC

Le analisi successive all'ABC partono dalla lista dei cambi formato che sono stati eseguiti almeno una volta nel periodo storico selezionato e si suddividono in due momenti: nel primo si esaminano i risultati ottenuti dall'analisi ABC, nel secondo si procede con il calcolo delle probabilità di accadimento delle attività che fungono da colli di bottiglia per i cambi formato, questo ci condurrà alla scelta del/dei cambi formato rappresentativi da analizzare.

Per prima cosa è necessario osservare quali siano i cambi formato che sono eseguiti più frequentemente nella linea, questo è utile per due motivi: avere un'idea dei prodotti o delle famiglie tecnologiche che si producono per la maggiore, conoscere l'andamento del grafico delle frequenze per osservare situazioni particolari. In effetti potrebbero accadere due situazioni limite: che siano stati realizzati pochissimi prodotti con altissima frequenza oppure che siano stati realizzati tantissimi prodotti ma tutti con una frequenza bassissima.

Lo step successivo consiste nell'indagare a partire dalla matrice contenente tutti i cambi formato, quale sia l'attività che funge da collo di bottiglia per la linea, ossia l'attività che impiega più tempo per essere eseguita. Dopo aver selezionato tutti i cambi formato sui quali quest'attività viene eseguita, si vanno a sommare le frequenze di accadimento di questi cambi formato. Questo è utile perché potrebbe capitare che le attività svolte sui cambi formato in assoluto più frequenti siano stati eseguiti tutto sommato un numero inferiore di volte rispetto ad altre attività svolte

in cambi formato in assoluto meno frequenti, ma che le cui frequenze sommate risultano essere più elevate. Nel nostro progetto, per esempio, l'attività che fungeva da collo di bottiglia per la linea era presente in quasi tutti i cambi formato eseguiti durante l'anno selezionato anche se non era eseguita nei cambi formato in assoluto più frequenti. Anche per questo motivo i cambi che presentavano quest'attività hanno avuto priorità di analisi rispetto ai cambi eseguiti in assoluto più frequentemente. Queste analisi relative alla ricerca dei colli di bottiglia e al calcolo della loro frequenza di accadimento, nel nostro progetto sono stati eseguiti manualmente ma con il supporto dei fogli di calcolo.

Una volta terminata quest'analisi, il risultato ottenuto sarà l'attività di cambio formato prioritaria da monitorare, accompagnata dalla sua frequenza di accadimento. L'attività di cambio formato con priorità maggiore sarà la prima ad essere monitorata, analizzata e migliorata, una volta risolto il collo di bottiglia prioritario se ne creerà un altro e quest'altro andrà a sua volta risolto e così via in una logica di miglioramento continuo.

Una volta determinata l'attività su cui agire, i cambi formato potenzialmente osservabili, saranno tutti quelli sui quali si esegue quell'attività. Si dovrà soltanto attendere l'esecuzione del cambio che incorpora quell'attività ed organizzarsi per monitorarlo il giorno in cui capiterà. Una volta monitorato il cambio, sarà improbabile riuscire a rimonitorare lo stesso medesimo pertanto, per evitare di congelare il progetto inutilmente, si consiglia di scegliere il monitoraggio di qualsiasi altro cambio che contenga quell'attività, infatti dall'osservazione di cambi formato diversi si potrebbero notare aspetti che prima erano passati inosservati.

4.2 Monitoraggio del cambio formato prescelto

L'approccio migliore per prendere coscienza del cambio formato che si è deciso di monitorare, consiste nella videoregistrazione delle operazioni abituali eseguite dagli operatori.

Il primo problema avviene nel momento del monitoraggio, in effetti ci vorrebbero tante videoregistrazioni quanto è il numero degli operatori. Nel nostro progetto per ogni turno di lavoro il personale attivo era costituito da 4 operatori e da 1 capo

impianto, ma era improponibile impegnare 5 risorse del team di miglioramento per effettuare 5 video contemporaneamente nelle 5 postazioni di lavoro. Di fronte a questi limiti è ragionevole dedicare la propria videoregistrazione solo alla postazione in cui viene effettivamente eseguita l'attività più onerosa temporalmente perché, di certo, sarà in questa postazione di lavoro che si andranno ad attuare le azioni di miglioramento prioritarie al fine di ridurre le tempistiche dei cambi formato.

Prima del video recording è utile organizzarsi con: una telecamera con piedistallo, un'altra telecamera o cellulare per eseguire delle foto specifiche ed un foglio ed una penna per segnalare le azioni di miglioramento che si osservano durante la registrazione.

Secondo la letteratura, durante il processo un membro del team dovrebbe prendere accuratamente nota di tutte le azioni eseguite dall'operatore. Per esempio l'azione di "rimozione delle controstelle" dovrebbe essere descritta in questo modo: - rimozione di 3 bulloni sulla controstella, - accantonamento dei 3 bulloni a lato della controstella, - rimozione della controstella alzandola ed appoggiandola sul carrello, - ... Un membro del team dovrebbe inoltre prendere nota del tempo impiegato in ogni singola azione eseguita dall'operatore con un cronometro, come suggerito da Henry (2013), un altro membro dovrebbe eseguire lo Spaghetti Chart⁶⁹ dei movimenti dell'operatore segnalando con colori diversi le differenti motivazioni dei suoi spostamenti: ricerca attrezzature, richiesta di supporto⁷⁰ Potrebbe essere necessario osservare due o più cambi formato per catturare al meglio ogni azione eseguita dall'operatore.

Prima di monitorare il cambio prescelto è estremamente importante mettere a conoscenza il personale delle linee riguardo ai fini del progetto, spiegando chiaramente che la videoregistrazione sarà osservata solo ai fini del miglioramento delle performance dei cambi formato e non per valutare il loro operato. Inoltre è indispensabile rispettare la privacy degli operatori evitando di filmare i loro volti e

⁶⁹ Lo Spaghetti Chart è un metodo di visualizzazione di rappresentazione dei dati che permette di visualizzare flussi all'interno di un sistema. (Fonte: https://en.wikipedia.org/wiki/Spaghetti_plot) In questo caso il flusso è il movimento dell'operatore all'interno della sua postazione di lavoro.

⁷⁰ J. R. Henry, *Achieving Lean Changeover Putting SMED to Work*, New York: CRC Press Taylor & Francis Group, p. 174, 2013.

fotografarli senza il loro permesso. Inoltre, è opportuno non interagire con l'operatore durante l'esecuzione delle attività di cambio formato, per non falsificare la procedura abituale con cui le operazioni sono svolte

Le proposte di miglioramento dovrebbero derivare anche dagli operatori, che dovrebbero sentirsi liberi di esprimersi. Sta anche all'esperienza del video recorder la capacità di leggere le richieste di miglioramento espresse più o meno direttamente dal personale delle linee.

Nella pratica non è indispensabile che un membro del team impieghi il suo tempo per cronometrare l'operatore, in quanto in ogni telecamera è già presente questo dato temporale.

4.3 Costificazione del cambio formato

Un aspetto indispensabile da considerare quando si decide di intraprendere un progetto di miglioramento delle performance di cambio formato è la costificazione.

Conoscere il costo del cambio formato nella situazione corrente infatti ci permetterà di valorizzare le azioni di miglioramento che andremo ad implementare e ci permetterà anche di calcolare il pay-back period⁷¹ dell'investimento che intendiamo attuare, indice tra l'altro molto apprezzato dal management. Nel seguito verranno descritti i principali costi attribuibili al cambio formato, nella pratica la difficoltà consiste nel ricercare le voci di costo all'interno della realtà aziendale e saperle adattare al proprio contesto produttivo.

4.4 La costificazione del cambio formato⁷²

Moltissime realtà produttive non sono a conoscenza dei costi associati ai cambi formato e per questo non riescono a giustificare di fronte al management eventuali

⁷¹ Il Pay Back Period è il numero di anni necessario per riprendere l'investimento attraverso flussi di cassa positivi (Fonte: [https://it.wikipedia.org/wiki/Valutazione_\(finanza\)](https://it.wikipedia.org/wiki/Valutazione_(finanza)))

⁷² Questo paragrafo è stato rielaborato dal libro di J. R. Henry, *Achieving Lean Changeover Putting SMED to Work*, New York: CRC Press Taylor & Francis Group, pp. 36-37, 2013.

investimenti richiesti nei progetti di miglioramento delle performance dei cambi formato.

Un aspetto fondamentale è pertanto quello di riuscire a costificare le risorse impiegate e/o perse durante le attività di cambio formato, in modo tale che, riducendo le tempistiche dei cambi formato e monetizzando il tempo guadagnato, si possano giustificare gli investimenti nelle azioni di miglioramento atte a ridurre questo tempo.

In questo paragrafo verranno definite le principali voci di costo necessarie alla costificazione di un cambio formato espresso in [€cambio]. È lecito esprimere questo costo su base annua [€anno], moltiplicandolo per il numero di volte in cui il cambio è stato eseguito in un anno. È interessante anche esplicitare il tempo impiegato nel cambio formato espresso in [minuti/cambio] su base annua [minuti/anno]. Per esempio se sono stati impiegati 10 minuti per realizzare un cambio, $10 \text{ [minuti/cambio]} \times 250 \text{ [cambi/anno]} \times 1/60 \text{ [ore/minuto]} = 41,66 \text{ [ore/anno]}$.

Conoscendo il costo del cambio formato, posso associare un saving economico dovuto alla riduzione del suo tempo [€cambio] che si può esprimere su base annua [€anno]. Per fare un esempio, sapendo che ad una riduzione di 10 minuti del cambio formato è associato un risparmio di 2000 [€cambio] e che il cambio è eseguito una volta al giorno per 250 [giorni/anno], saprei che il saving corrisponde a 500000 [€anno]. Dopo aver valutato questo risparmio, sarà possibile procedere con il calcolo del pay back-period dell'investimento.

Il costo del cambio formato è suddivisibile in due macro gruppi: costi tangibili e intangibili. I primi sono facilmente quantificabili, mentre i secondi sono difficilmente stimabili. In ogni caso, entrambi i costi dovrebbero essere considerati e adattati alla situazione produttiva della propria organizzazione.

Nel seguito sono menzionate le voci di costo più rilevanti per ogni macro gruppo.

4.4.1 Costi tangibili

I principali costi tangibili sono: costo di mancata produzione, costo delle scorte medie, costo del lavoro e costi per perdita di materiale e di prodotto.

Il costo di mancata produzione si calcola moltiplicando il margine di contribuzione del prodotto per il numero di prodotti eseguiti in un certo lasso temporale e considerando la velocità nominale della linea. Per esempio se il margine di contribuzione del prodotto è 1 [€/prodotto] e la velocità della linea è 200 [prodotti/min] allora perderei $200 \text{ [€/min]} \times 60 \text{ [min/h]} = 12000 \text{ [€/h]}$

Il costo delle scorte medie dipende dalla riduzione del tempo del cambio formato, infatti se riduco il questo tempo potrò eseguire i cambi formato più frequentemente. Per fare un esempio: un'azienda potrebbe decidere di produrre 200000 [prodotti/settimana] in un singolo lotto e porli a magazzino per un tempo medio di 5 giorni, a scorta media 100000 [prodotti/magazzino], se l'azienda però riesce a ridurre il tempo del cambio formato di un quinto rispetto al valore di partenza, allora potrebbe produrre 200000 [prodotti/settimana] in 5 lotti e porli a magazzino a 25000 [prodotti/magazzino] con una riduzione dei costi visibile dalla curva del modello EMQ (si veda capitolo 2, paragrafo 2.3.1).

Tra i costi tangibili è presente anche il costo del lavoro, calcolato come costo orario lordo del personale direttamente coinvolto nel cambio, addizionato anche del lavoro del personale esterno che opera nel cambio formato. Per esempio: potrei impiegare 2 operatori x 2 ore x 33 [€/ora] sommati ad 1 ispettore qualità x 0.25 ore x 35 [€/h].

Le perdite di materiale e di prodotto sono ulteriori costi tangibili e si calcolano sulla base del materiale sprecato o scartato sia durante il cambio, sia nelle prove e/o regolazioni sbagliate.

4.4.2 Costi intangibili

In un progetto di miglioramento delle performance dei cambi formato, i costi intangibili sono quei costi la cui riduzione è difficilmente quantificabile.

Infatti bisognerebbe quantificare i vantaggi ottenuti dal progetto di miglioramento dei cambi formato in termini di: incremento della rapidità della risposta al cliente,

incremento della varietà della gamma prodotti, diminuzione della varietà del processo, possibilità di lavorare più lentamente ed in modo ordinato, l'aumento della produttività del personale causato dalla riduzione dello stress nelle persone, nei macchinari e nei sistemi, l'incremento innovativo nei processi ed infine il know-how interno accumulato grazie al progetto.

4.5 Analisi del cambio formato monitorato

Dopo aver filmato il cambio formato, è opportuno scrutare le operazioni eseguite dall'operatore per prendere atto delle azioni di miglioramento che si potrebbero implementare.

Nella figura seguente sono identificate tutte le attività che un singolo operatore ha svolto in ordine temporale per portare a compimento un cambio formato monitorato nel nostro progetto. È consigliabile realizzare una mappa cartacea simile a quella dell'esempio, contenente tutte le attività eseguite nel processo associate ad una linea temporale e, solo in seguito, esaminare i possibili punti di miglioramento per ognuna delle attività identificate. Non è sempre detto che le azioni di miglioramento che impattano maggiormente sulla riduzione dei tempi dei cambi formato siano quelle con elevata priorità, infatti alcuni miglioramenti potrebbero impattare sui tempi di run-up riducendo il tempo improduttivo in modo più rilevante rispetto alle azioni di miglioramento che riducono solo il tempo del set-up. Altre attività svolte durante il cambio formato inoltre, potrebbero essere stressanti o pericolose per gli operatori e su queste sarebbe necessario agire tempestivamente anche se potrebbero non arrecare impatti rilevanti in termini temporali.

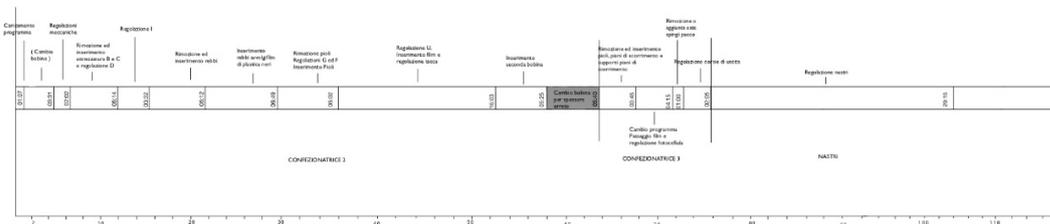


Figura 14, Esempio di mappa temporale contenente le attività svolte da un operatore durante il cambio formato

Dopo aver identificato le attività eseguite, con il supporto del membro del team incaricato di estendere la lista dettagliata delle azioni intraprese dall'operatore durante le operazioni di cambio formato, si possono discutere le azioni svolte dall'operatore al fine di trovare possibili miglioramenti.

A tal proposito, come si può osservare nell'esempio seguente, può essere utile una mappatura delle precedenze tra le attività eseguite dall'operatore, in modo tale da comprendere quali possano essere eseguite indipendentemente le une dalle altre. Più le attività sono indipendenti tra loro, più queste potrebbero essere potenzialmente svolte in parallelo cioè contemporaneamente, magari con l'aiuto di altri operatori che si siano liberati prima dalle loro attività di cambio.

A = verifica Materie Prime a bordo linea
B = accensione terminale
C = rimozione stelle
D = rimozione controstelle
...

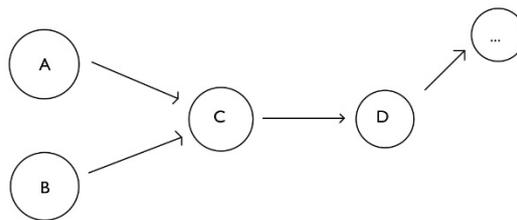


Figura 15, Esempio di diagramma delle precedenze tra attività svolte in un cambio formato

5 APPLICAZIONE DELLE AZIONI DI MIGLIORAMENTO

In questo capitolo che concluderà la sezione teorica del manuale, primariamente si andranno a descrivere le quattro azioni di miglioramento che, secondo la letteratura riguardante l'approccio ESEE, Eliminate, Simplify, Externalize e Execute cioè Eliminare, Semplificare, Esternalizzare ed Eseguire, si dovrebbero attuare al fine di migliorare le performance dei cambi formato. Il capitolo prosegue con alcune considerazioni di carattere generale relative all'approccio PDCA strumento utile da adottare per l'implementazione dei progetti di miglioramento. L'argomento conclusivo menziona l'innovativa filosofia nota come Agile Thinking che si integra adeguatamente anche con i nostri obiettivi.

5.1 Eliminare, semplificare, esternalizzare e standardizzare

Nel capitolo precedente si è descritto il video recording come metodo di monitoraggio delle attività degli operatori della linea durante il cambio formato prescelto. Dopo aver osservato con attenzione e aver schematizzato in una mappa temporale le diverse azioni individuate nel filmato, è opportuno a questo punto organizzare una riunione con il proprio team allo scopo di individuare i possibili punti di intervento sui quali applicare le azioni di miglioramento. È importante in questa fase includere gli operatori e i capi impianto direttamente coinvolti nel progetto, perché le azioni correttive più rilevanti deriveranno principalmente da coloro che ogni giorno lavorano a stretto contatto con i macchinari sui quali si eseguono le attività di cambio formato.

Pertanto, dopo essersi riuniti in una stanza attrezzata di video proiettore, il team può iniziare a scrutare il filmato, selezionandone i punti salienti e sottoponendo le attività osservate a quattro interrogativi: possono essere eliminate? possono essere semplificate? Possono essere esternalizzate? Possono essere eseguite?

L'approccio a cui si ispira questa sezione è quello denominato ESEE sigla che sta per Eliminate, Simplify, Externalize e Execute cioè Eliminare, Semplificare,

Esternalizzare ed Eseguire. Nel nostro progetto ci si è basati sulla stessa metodologia con l'eccezione dell'ultimo step: Execute cioè Eseguire che è stato sostituito con Standardize cioè Standardizzare. Nel seguito verrà descritto più dettagliatamente ognuno di questi aspetti.

5.1.1 Eliminare

L'eliminazione delle attività è il primo aspetto da considerare secondo l'approccio ESEE poiché la maggior parte delle operazioni eseguite durante un cambio formato potrebbero banalmente essere rimosse con qualche stratagemma. Il primo punto di discussione di fronte all'osservazione di un'attività di cambio è la possibilità che quest'attività venga totalmente eliminata. La rimozione di un'attività di cambio formato potrebbe essere ottenuta modificando il design del prodotto che, per fare un esempio riguardante una linea di imbottigliamento, potrebbe consistere nella progettazione di prodotti aventi lo stesso diametro, in modo tale da non dover eseguire operazioni di regolazione sui nastri trasportatori. A riguardo, anche il re-design dei macchinari o di alcune loro parti, può contribuire all'eliminazione di alcune attività di cambio.

Un altro aspetto potenzialmente eliminabile è la presenza di burocrazia in esubero durante le fasi di cambio formato, questo potrebbe valere anche per le ispezioni del personale di controllo qualità.

Anche la pianificazione della produzione potrebbe dare un contributo rilevante all'eliminazione delle attività di cambio formato, per fare un esempio relativo al settore di competenza, si potrebbe pianificare la produzione dell'acqua minerale prima dell'imbottigliamento del succo, perché in questo modo non sarebbe necessario effettuare lavaggi nelle condutture dei macchinari.

Altri aspetti da tenere in considerazione riguardano l'utilizzo di strumenti che permettono l'eliminazione di attività svolte con attrezzi di lavoro come chiavi, brugole etc. Sul mercato oggi esistono infatti miriadi di connettori veloci che possono sostituire bulloni, dadi e viti in qualsiasi circostanza e ambiente produttivo.

Questi sono solo alcuni spunti che si ritengono più rilevanti quando si considera l'eliminazione delle attività di cambio formato.

5.1.2 Semplificare

Quando le attività di cambio formato non si ritengono eliminabili, sicuramente possono essere perlomeno semplificabili. In questa fase sono estremamente illuminanti le idee proposte dagli operatori coinvolti nelle attività di cambio.

Le attività di pulizia per esempio si apprestano bene ad essere semplificate, infatti se una superficie deve essere pulita, è consigliato smussarla in modo che sia più regolare possibile, evitando la presenza di fessurazioni e/o di sporgenze. Anche i nastri trasportatori possono essere lavati con sistemi integrati formati da spazzole rotanti disposte a postazione fissa su punti equidistanti del nastro in modo tale che, durante la sua marcia il sistema auto-pulisca le linee produttive. Per il lavaggio delle macchine anche il CIP (Clean-In-Place) è un approccio semplificativo che permette di pulire il sistema senza spostarlo.

La ricerca materiali e attrezzature può essere semplificata con l'utilizzo di bacheche porta utensili e la sistemazione ordinata delle parti all'interno di appositi armadi.

Infine esistono alcuni strumenti e attrezzature che possono semplificare alcune operazioni routinarie di cambio formato, un esempio riguarda le chiavi dinamometriche: apparecchi che applicando una specifica coppia, permettendo di fissare o svitare componenti di serraggio differenti in modo rapido e senza la necessità di utilizzare strumenti diversi.

Anche in questa sezione si sono citati i principali aspetti da considerare quando si ritiene necessario semplificare un'attività di cambio formato, si ribadisce la non esaustività dell'elenco citato.

5.1.3 Esternalizzare

L'esternalizzazione è, per certi versi, il più grande contributo di Shingeo Shingo alla metodologia SMED. Esternalizzare significa convertire le attività eseguite durante il cambio formato da interne ad esterne, in altre parole questo significa poter eseguire alcune attività che prima erano realizzate mentre la linea era ferma, mentre la linea è in movimento quindi durante la produzione precedente o durante la produzione successiva. L'esternalizzazione è concettualmente differente rispetto

all'eliminazione e alla semplificazione delle attività in quanto non desidera modificare l'attività, ma soltanto traslarne la sua esecuzione in un altro momento, senza compromettere con essa la durata del cambio.

Alcune attività che si apprestano bene ad essere esternalizzate sono quelle relative all'approvvigionamento delle materie prime. Questo aspetto che potrebbe sembrare scontato consiste nella verifica dei materiali a bordo linea necessari alla produzione successiva, prima dell'avvio delle operazioni di ripartenza della produzione successiva.

La preparazione degli utensili, parti e attrezzature utili al cambio formato possono anch'esse essere organizzate prima dell'avvio delle attività di cambio formato tramite la loro sistemazione su carrelli, pannelli porta utensili, etc.

Alcuni apparecchi che necessitano un certo intervallo di avviamento, possono essere accesi in anticipo in modo tale da evitare il tempo di attesa dovuto al loro avviamento.

Tutti i componenti che al momento del cambio sono inutilizzabili perché roventi, congelati o elettrificati, dovrebbero essere duplicati in modo tale da evitare l'attesa per il loro utilizzo. Anche alcune attività di testing delle parti o dei componenti da inserire nei macchinari possono essere esternalizzate.

Infine si ricorda che, la maggior parte delle attività di pulizia si possono oltre che semplificare anche esternalizzare. Alcune aziende possiedono vere e proprie stanze addette al lavaggio dei componenti, nelle quali i pezzi appena rimossi dalle macchine e caricati su appositi contenitori, vengono lavati e asciugati per poi essere riposti in linea per essere utilizzati nel cambio formato successivo.

5.1.4 Eseguire diventa Standardizzare, da ESEE a ESES

Secondo l'approccio ESEE l'ultimo aspetto utile da considerare, riguarda la fase di Esecuzione che consiste nella riduzione della variabilità all'interno dei processi di cambio formato al fine di standardizzarne le attività e permetterne una replicazione quasi identica. Per questo motivo sarebbe più opportuno definire questa fase: Standardizzazione al posto che definirla Esecuzione anche se il contenuto

concettuale è il medesimo. Per questo motivo l'approccio ESEE verrà nel seguito nominato ESES.

Considerare questo aspetto significa chiedersi se le attività del cambio formato possono essere facilmente replicabili da tutti gli operatori o meno. Molto spesso nelle realtà organizzative, specialmente di grandi dimensioni, il turnover⁷³ del personale nelle linee di produzione è elevato ed il tempo impiegato per formare gli operatori può diventare un problema rilevante. Altre volte nelle aziende viene applicato il concetto di job-rotating⁷⁴ che nonostante gli ovvi benefici, non agevola di certo l'apprendimento delle attività di cambio formato da parte degli operatori. Se i processi sono standardizzati è invece più fattibile replicare sempre nello stesso modo e con lo stesso ordine le attività di cambio formato, diminuendo così la variabilità legata all'aspetto umano. Infatti, una certa attività una volta standardizzata, si ripeterà con la stessa procedura, con un'unica e chiara sequenza di azioni agevolmente identificabili. La variabilità non è però soltanto quella legata al lavoro degli operatori, ma anche quella relativa: ai materiali, al tempo atmosferico, alla stagione dell'anno, ai fornitori, etc.

Detto questo, alcuni aspetti che possono incentivare la standardizzare le attività dei cambi formato riguardano: il posizionamento univoco dei componenti e delle parti intercambiabili nella messa in opera del cambio, l'utilizzo di righe di demarcazione, scale numeriche e righelli incorporati direttamente nel luogo su cui è necessario effettuare la regolazione, l'uso di indicatori luminosi per il posizionamento dei componenti, di calibri, di dime, di indicatori elettronici e altre tipologie di misurazione.

5.2 Modifiche tecniche od organizzative

Nel paragrafo precedente all'interno delle quattro macro-aree da considerare per l'implementazione di azioni migliorative, si sono elencati alcuni esempi di

⁷³ Il ricambio del personale (o *turnover*) è il tasso di ricambio del personale ovvero il flusso di persone in ingresso e in uscita da un'azienda
(Fonte:https://it.wikipedia.org/wiki/Ricambio_del_personale)

⁷⁴ Concetto secondo cui gli operatori si spostano ("ruotano") su postazioni di lavoro differenti all'interno della stessa realtà aziendale

modifiche alle attività sui cambi formato. Queste attività, non sono solo suddivisibili nelle quattro aree definite dall'approccio ESES, ma possono anche essere suddivise in due gruppi differenti: modifiche tecniche e modifiche organizzative.

Le modifiche tecniche sono quelle che riguardano la trasformazione dei componenti, dei macchinari o di alcune parti di macchina al fine ad eliminare, semplificare o standardizzare il processo. Queste modifiche agiscono sul "come" le attività di cambio sono condotte.

Le modifiche organizzative sono quelle che riguardano il momento in cui le attività sono condotte piuttosto del come sono condotte e riguardano aspetti come: la riorganizzazione delle attività lavorative che per esempio potrebbero essere esternalizzate, riorganizzate con nuove risorse umane, riordinate con una nuova sequenza di attività da svolgere, etc.

Un elemento fondamentale che riguarda le modifiche organizzative è certamente il concetto di duplicazione. La duplicazione delle parti o componenti per il cambio formato o addirittura dei macchinari sui quali si svolgono le attività, di certo aiuta il processo di esternalizzazione. Per esempio se il macchinario che funge da collo di bottiglia della linea per le attività di cambio formato potesse essere duplicato, non sarebbe necessario bloccare la linea per le attività di cambio in quanto esse sarebbero totalmente esternalizzate durante il funzionamento dell'altro impianto in modo tale che, ad ogni cambio formato, basterebbe solo deviare i prodotti nell'altro macchinario già attrezzato per il prodotto successivo.

5.3 Implementazione e monitoraggio delle azioni di miglioramento pianificate: la fase esecutiva

Dopo aver analizzato le azioni di miglioramento sulla base dell'approccio ESES, è indispensabile per prima cosa esaminarle dal punto di vista economico e solo in seguito implementarle. L'unica eccezione riguarda le azioni migliorative che impattano sulla sicurezza perché ad esse è indispensabile applicare una contromisura correttiva il più rapidamente possibile anche se questa non migliora

la performance temporale e quindi economica del progetto. A parte qualche eccezione però, è corretto investire in attività di miglioramento che riducano il tempo effettivo del cambio formato e/o che facilitino le attività dell'operatore.

Si sono già viste nel capitolo precedente le voci di costo principali relative ai cambi formato, la riduzione del tempo del cambio incide principalmente su tre costi: costo della mancata produzione, costo delle scorte e costo della manodopera. Per questo, agendo sulle azioni migliorative che inducono una riduzione temporale, si potrà giustificare l'investimento sulla base del risparmio economico che queste apporranno ogni qualvolta il cambio formato verrà replicato. Per maggiori dettagli si faccia riferimento al capitolo 4, paragrafo 4.4.

Dopo aver implementato le azioni migliorative è di fondamentale importanza verificare le conseguenze che queste hanno causato sulle performance dei cambi formato. La fase di monitoraggio è molto istruttiva in quanto nella maggior parte dei progetti si verificano degli imprevisti che non conducono all'ottenimento di tutti gli esiti che si erano previsti inizialmente. Spesso accade che ci siano esuberi di denaro durante le implementazioni delle azioni migliorative, che la manodopera o i fornitori non siano puntuali nelle consegne dei materiali o delle attrezzature che si sono acquistate, che gli operatori non siano soddisfatti delle modifiche intraprese, etc.

A questo punto è necessario documentare ciò che è accaduto, quello che è stato portato a termine secondo le previsioni e quello che invece è stato modificato o rimosso oltre a ciò che non è stato soddisfacente per gli operatori e che quindi ha necessitato qualche modifica rispetto all'attività migliorativa pianificata.

Alla fine è obbligatorio eseguire una valutazione economica di ciò che sarà il ritorno economico dell'investimento non solo in termini tangibili cioè riferiti al tempo risparmiato in ogni cambio formato, ma anche in termini intangibili cioè relativi al miglioramento delle condizioni lavorative degli operatori.

Per eseguire il monitoraggio dei risultati si suggerisce il rifacimento di un'altra video registrazione nella quale sia eseguito lo stesso cambio formato filmato in fase di monitoraggio iniziale.

5.4 Standardizzare le soluzioni migliorative

Molto spesso le soluzioni migliorative implementate, riguardano modifiche organizzative che generalmente impattano in modo rilevante dal punto di vista economico. In linea teorica si presuppone un'accettazione da parte degli operatori delle nuove procedure di lavoro che spesso però non è veritiera nella pratica: gli operatori che da sempre sono avvezzi ad affrontare le attività di cambio formato seguendo un certo ordine, non accettano di modificare il loro modo di lavorare solo per l'esigenza economica di raggiungere una grande rapidità nell'esecuzione del cambio formato.

Per questo motivo l'aspetto formativo e di coinvolgimento degli operatori è essenziale per la buona riuscita di tutte le attività migliorative del progetto, in particolare di quelle organizzative.

Il coinvolgimento degli operatori e il loro suggerimento di idee implica una soddisfazione personale nel momento in cui le loro proposte diventano realtà.

L'aspetto formativo è necessario per assimilare le motivazioni di base che hanno condotto al cambiamento del metodo di lavoro e devono essere spiegate nel modo più trasparente possibile direttamente dai capi impianto o dagli operatori che hanno partecipato attivamente al progetto.

5.5 Approccio Lean volto all'implementazione dei progetti di snellimento dei cambi formato: il ciclo PDCA

In questo paragrafo si desiderano fornire delle indicazioni generiche riguardanti l'implementazione dei progetti di miglioramento delle performance dei cambi formato.

5.5.1 Il ciclo PDCA⁷⁵

Come abbiamo descritto nel paragrafo precedente, una volta monitorato il filmato riguardante le operazioni eseguite durante i cambi formato, si dovranno definire i punti di miglioramento sui quali intervenire con una delle quattro azioni sopra elencate. Questa fase può essere parte delle attività pianificate dallo strumento noto come PDCA sigla che sta per Plan, Do Check e Act cioè Pianificare, Fare, Controllare e Standardizzare.

Il ciclo PDCA è oggi giorno uno strumento indispensabile nelle attività di miglioramento ed è costituito da quattro fasi che compongono il problem solving:

- Plan: consiste nella definizione del problema e ipotizza possibili cause e soluzioni per risolverlo
- Do: consiste nell'implementazione di una soluzione
- Check: consiste nella valutazione dei risultati ottenuti basandosi sui parametri stabiliti nella fase di Plan
- Act: consiste nella standardizzazione della soluzione se i risultati ottenuti sono soddisfacenti, in caso contrario si ritorna alla fase di Plan

Thomas L.Jackson nel suo libro del 2006 “The Hoshin Kanri for the Lean Enterprise” ha aggiunto un ulteriore fase al ciclo PDCA trasformandolo nel ciclo SPDCA dove S sta per Scan cioè “Scannerizzazione”

- Scan: consiste nell'analisi del contesto volto a definire lo stato corrente

Nel nostro progetto si è adottato il ciclo SPDCA, nel quale: la fase di Scan riguarda l'analisi della situazione corrente e dalle relative conseguenze spiegate nel capitolo 3, paragrafo 3.2, mentre la fase di Plan comincia con la scelta del cambio formato da analizzare e termina con il monitoraggio e la seguente pianificazione delle attività di miglioramento da svolgere e con la loro giustificazione sulla base dei loro ritorni economici. La fase Do è occupata di attuare le attività di miglioramento pianificate nella fase di Plan. La fase di Check ha permesso di controllare i risultati

⁷⁵ Alcune parti di questa sezione sono state riprese dalla tesi di A. Gasparella, GLI STRUMENTI DI VISUAL MANAGEMENT NELLA RIPROGETTAZIONE DEI PROCESSI LEAN. IL CASO BARAUSSE., Università degli Studi di Padova, DTG: Tesi di Laurea Magistrale in ing. Gestionale, ANNO ACCADEMICO: 2018/2019, pp. 27, 31-32.

economici dovuti all'implementazione delle attività di miglioramento. Infine la fase di Act si è occupata di standardizzare le soluzioni migliorative con impatto positivo sulle performance dei cambi formato.

5.6 Agile Thinking

La filosofia Lean ha introdotto un approccio straordinario alla gestione delle imprese, inteso nel senso etimologico del termine: “fuori dall'ordinario”. Come dichiarato da Slack et al. (2013) le metodologie applicate, riducono gli sprechi e forniscono valore al cliente attraverso l'intera supply chain⁷⁶⁷⁷. Per certi versi, si potrebbe affermare che i suoi principi in quanto dettati dal buon senso, non possono avere una scadenza, pertanto sarebbe opportuno accoglierli quanto prima nella propria realtà produttiva. Allo stesso modo però bisogna essere consapevoli del fatto che, questo approccio, è stato concepito una cinquantina di anni fa e, come è logico, un'azienda innovativa che desidera rimanere competitiva sul mercato, non può basare tutta la propria strategia su un'ideologia peraltro sempre più diffusa ed implementata dalle organizzazioni. Infatti, quando il pensiero Lean fu sviluppato dalla Toyota, questa attese molti anni prima di diffonderla perché costituiva una core-competence per l'azienda, cioè una competenza difficile da imitare e competitiva che non poteva essere posseduta dalle altre aziende e che, per questo, concedeva alla Toyota il primato nel proprio settore di mercato.

Oggi giorno quindi, come suggerito da Slack et al. (2013), è opportuno implementare un approccio Lean nelle imprese, ma allo stesso tempo considerare l'esistenza di filosofie più recenti e per questo meno “operazionalizzate”, che potrebbero apportare innovazione e competitività⁷⁸.

Da tempo si riflette sugli avvenimenti storici succedutisi negli ultimi decenni, la crisi del 2008 e la conseguente fase di instabilità e la più recente pandemia, sono solo alcuni degli eventi che hanno rotto l'equilibrio delle imprese, abbattendone

⁷⁶ N. Slack, A. Brandon-Jones, R. Johnson, A. Betts, A. Vinelli, P. Romano e P. Danese, *Gestione Delle Operations e Dei Processi*, Milano-Torino: Pearson, p.379, 2013.

⁷⁷ La supply chain, in italiano sistema di distribuzione, è l'insieme delle persone, attività, organizzazioni, informazioni e risorse coinvolte nel fornire un prodotto o un servizio ad un cliente.

⁷⁸ Ibidem

alcune e facendone sorgere delle altre in un nuovo equilibrio. Questi episodi ci fanno riflettere sulle motivazioni alla base della sopravvivenza di certe organizzazioni rispetto ad altre. A riguardo, appare sempre più indispensabile l'esigenza di reattività, da parte delle imprese, ai cambiamenti esterni. Un esempio recente riguarda alcune aziende venete che, come spiega Carli (2020) nel "Sole 24 ore", hanno riadattato la loro produzione alle esigenze dell'emergenza sanitaria, modificando per fare un esempio, le linee improduttive in linee dedicate alla produzione di dispositivi medici di protezione individuale è il caso, per citarne alcuni, di Calzedonia, Prada, Geox, Gucci ed altri brand del settore tessile⁷⁹. Alcune aziende sono state in grado di agire tempestivamente, altre non sono state in grado di sfruttare le richieste repentine del mercato. Come spiegato da Slack et al. (2013), da ciò emerge che l'esigenza di reattività è un'abilità richiesta dal mercato attuale e già rilevata come essenziale dalla filosofia Agile che implica: reattività da un capo all'altro della catena di fornitura e l'eliminazione degli ostacoli presenti per una risposta rapida⁸⁰. Un'azienda Agile deve essere in grado di gestire VUCA: Volatilità del mercato, Incertezza (Uncertainty), Complessità e Ambiguità⁸¹ (Zatta 2018)

Come riportato da Zatta (2018), secondo lo studioso Kruse (2002), l'Agile non deve essere inevitabilmente un'alternativa alla Lean, ma può essere un potenziale strumento competitivo a disposizione delle imprese.

La reattività dell'impresa di fronte ai cambiamenti del mercato può essere incrementata anche tramite un progetto di miglioramento delle performance di cambio formato. Infatti uno strumento che aumenta la reattività è il cosiddetto Business Process Reengineering BPR cioè la riprogettazione dei processi aziendali al fine di rivedere i processi operativi che non soddisfano più le esigenze aziendali⁸².

⁷⁹ A. Carli, «Mascherine e respiratori, ecco le fabbriche che si riconvertono,» *Il Sole 24 Ore*, 24 Marzo 2020.

⁸⁰ N. Slack, A. Brandon-Jones, R. Johnson, A. Betts, A. Vinelli, P. Romano e P. Danese, *Gestione Delle Operations e Dei Processi*, Milano-Torino: Pearson, p.379, 2013.

⁸¹ D. Zatta, *100 strumenti per il manager: La guida indispensabile - Dall'Analisi ABC allo Zero-Based Budgeting*, Milano: Hoepli Editore S.p.A., p. 9, 2018.

⁸² *Ibidem*

Lo snellimento dei cambi formato può essere considerato un processo BPR perché modifica macchinari e procedure operative al fine di soddisfare l'obiettivo strategico dell'azienda: l'aumento di flessibilità. Infine, non dobbiamo pensare che la necessità di reattività sia indispensabile solo nelle situazioni di emergenza o crisi, tutt'altro, questa necessità è quotidiana: l'azienda dovrebbe adattarsi tutti i giorni ai cambiamenti del mercato. Anche da questo punto di vista il progetto di miglioramento delle performance di cambio formato, può essere visto sotto un'ottica combinata Lean e Agile: elimina gli sprechi riducendo i tempi improduttivi dei cambi formato, ma al contempo può pensare di modificare gli strumenti di lavoro tra cui i macchinari e le parti meccaniche in una prospettiva più ampia: con il fine di incentivare la reattività dell'impresa realizzando il più ampio spettro di prodotti che il mercato desidera nel momento in cui li desidera

6 ACQUA MINERALE SAN BENEDETTO

S.p.A.⁸³

Acqua Minerale San Benedetto S.p.A. è una multinazionale italiana con capitale interamente italiano, leader assoluta nel mercato nazionale del beverage analcolico⁸⁴ con una quota di mercato a volume del 15,4%⁸⁵

6.1 60 anni di storia

L'azienda fu fondata nel 1956 nei pressi di una falda acquifera nota fin dai tempi della Repubblica Veneta per le sue proprietà curative. Qui sorse il primo stabilimento produttivo del Gruppo, oggi controllato dalla Zoppas Finanziaria S.p.A.

L'azienda inizia ad imbottigliare e distribuire localmente acqua in bottiglie di vetro e cresce costantemente negli anni grazie alle opportune scelte imprenditoriali e sfruttando la fase di boom economico degli anni '60.

In meno di trent'anni, da piccolo produttore locale il Gruppo San Benedetto, grazie all'acquisizione di fonti e marchi, diventa dapprima una realtà presente in tutto il territorio italiano e successivamente si espande oltre i confini nazionali.

Questi risultati sono stati raggiunti grazie alla capacità, da parte del Gruppo, di perseguire ciò in cui credeva: il valore dell'innovazione e della ricerca, l'internazionalizzazione, la sostenibilità e la capacità di soddisfare le esigenze del cliente.

⁸³ Ove non diversamente indicato, per la stesura del presente Capitolo si è fatto riferimento principalmente al sito aziendale www.sanbenedetto.it

⁸⁴ Fonte GlobalData 2019, dati 2018

⁸⁵ R. Scagliarini, «Le bollicine? Italiane «Con San Benedetto ho sconfitto Atlanta»,» *Il Corriere della Sera - L'Economia*, 22 Agosto 2017.

6.1.1 Il valore dell'innovazione e della ricerca

A seguito della crescita avvenuta negli anni iniziali, l'azienda optò per la strategia detta "One way packaging" che si affiancava al vetro a rendere. Questo garantiva di raggiungere clienti lontani senza la necessità che questi rendessero le bottiglie vuote. Questa flessibilità portava ad una riduzione dei costi e a diminuire considerevolmente i problemi organizzativo logistici.

Nel 1984 Acqua Minerale San Benedetto è la prima azienda italiana a lanciare sul mercato i contenitori in PET⁸⁶ in diversi formati (1L, 1,5L e 2L) ottenendo così un vantaggio competitivo notevole che le permetterà di incrementare il suo business.

Nello stesso anno l'azienda comincia ad espandersi verso i mercati esteri firmando accordi di franchising con Cadbury Schweppes International e successivamente (1988) con Pepsi Co. International per la produzione e commercializzazione in Italia della gamma prodotti a marchio Pepsi, 7UP e Schweppes che tuttora prosegue.

Nel 1993 l'azienda realizza per prima in Italia un impianto di imbottigliamento aseptico⁸⁷ molto più performante rispetto a quelli dei competitors. Nello stesso periodo l'azienda brevetta anche un tappo oggi noto come "push and pull" che risulta essere un importante traguardo tecnologico vista la sua successiva diffusione.

Nel 2020 il Gruppo realizza il nuovo tappo Twist&Drink che grazie ad una linguetta che lo tiene legato al collo della bottiglia, evita la sua dispersione nell'ambiente anticipando quanto sarà previsto per legge fra qualche anno.

.

⁸⁶ Il PET, polietilene tereftalato, è un materiale plastico, sicuro, resistente e riciclabile al 100%, utilizzato nell'industria alimentare

⁸⁷ Un impianto aseptico è una tecnologia avanzata per il riempimento in PET di bevande sensibili alla contaminazione batteriologica. Tale impianto prevede delle fasi di sterilizzazione e il riempimento delle bottiglie in un ambiente protetto dagli agenti esterni.

6.1.2 L'internazionalizzazione

Mantenendo la focalizzazione sull'innovazione tecnologica il Gruppo ha deciso di avviare un progetto di internazionalizzazione.

Dalla metà degli anni novanta, l'azienda per preservare le risorse idriche della falda di Scorzè e per ridurre i tempi di attesa del cliente e il costo dei trasporti, decide di espandersi nel confine nazionale acquisendo nuove fonti. Nasce così nel 1995 lo stabilimento di Popoli (PE) e nel 1997 lo stabilimento di Donato (BI).

Negli stessi anni l'azienda avvia un programma di espansione anche all'estero. Nasce così in Spagna, a Valencia, un nuovo stabilimento che comincia ad imbottigliare acqua minerale. Segue a questo traguardo l'acquisto di una partecipazione del 49%⁸⁸ di uno stabilimento nella Repubblica Dominicana: Santa Clara C.P.A.

Nel 2001 il Gruppo acquisisce il 100% della società italiana Acqua di Nepi S.p.A. (VT) e grazie alla collaborazione con Danone nello stesso anno costituisce una joint venture⁸⁹ con la società polacca Polska Woda e con la società ungherese Magyarviz Kft. Nel 2010 Acqua Minerale San Benedetto diverrà l'unico azionista di entrambe le aziende.

Nel 2002 San Benedetto chiude un ABL cioè un contratto di conto-lavoro⁹⁰ per la produzione e il confezionamento di prodotti Coca-Cola per il mercato europeo.

Nel secondo decennio degli anni duemila il programma di espansione pianificato dall'azienda continua nel sud Italia con la creazione di un nuovo stabilimento a Viggianello (PZ), dove viene imbottigliata l'acqua minerale Fonte del Pollino, e prosegue con l'acquisizione della fonte Cutolo Rionero In Vulture S.r.l. (PZ).

⁸⁸ Acquisto di una parte delle azioni sociali di un'impresa al fine di acquisirne il diritto di spartizione degli Utili

⁸⁹ Accordo tra due o più imprese che decidono di entrare in un business dividendo rischi e Utili che ne deriveranno

⁹⁰ Un contratto di conto-lavoro è un accordo tra aziende in cui una cede il materiale per la lavorazione all'altra che esegue la lavorazione, riconsegnando il prodotto all'azienda di origine.

1.1.3 La sostenibilità

Dal 2009 il Gruppo riorienta l'intera attività industriale verso l'eco-sostenibilità sposando il valore, ad oggi divenuto essenziale, della tutela ambientale.

Dal 2012 nasce da quest'impegno il progetto EcoGreen: una gamma di bottiglie innovative dedicate a chi ama la natura e che rispettano l'ambiente perché realizzate con plastica rigenerata e con il 100% delle emissioni di CO₂ eq compensate⁹¹.

Nel 2016 Acqua Minerale San Benedetto S.p.A. e il Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare sottoscrivono un accordo volontario nell'ambito della tutela della sostenibilità ambientale.

Nello stesso anno il Gruppo realizza un impianto di trigenerazione che produce in modo combinato energia elettrica, riscaldamento e raffreddamento permettendo di risparmiare sui costi energetici del 15% l'anno e di diminuire le emissioni di CO₂ di circa 17300 tonnellate ogni anno.

Nel 2017 l'azienda realizza un polmone verde di 6000 alberi nel comune di Scorzè (VE) dove sorge l'headquarter del Gruppo.

Nel 2018 l'azienda sigla un accordo di collaborazione con il Ministero dell'Ambiente volta alla ricerca e alla promozione di iniziative comuni nell'ambito della sostenibilità ambientale.

1.1.4 La capacità di soddisfare le esigenze del cliente

Dal 1956 ad oggi l'azienda si è espansa in cento Paesi presenti nei cinque continenti grazie alla sua strategia di "Total Beverage Company" che si propone di presidiare tutti i comparti che compongono il mercato del beverage analcolico al fine di adattarsi al meglio alle esigenze del consumatore.

La sua strategia è basata sulla diversificazione, San Benedetto infatti opera con successo dalle acque minerali (San Benedetto, Antica Fonte della Salute, Acqua di

⁹¹ La CO₂ equivalente è una misura che esprime l'impatto sul riscaldamento globale di una certa quantità di gas serra rispetto alla stessa quantità di anidride carbonica (CO₂).
(Fonte https://it.wikipedia.org/wiki/CO2_equivalente)

Nepi, Guizza, Pura di Roccia e Cutolo Rionero Fonte Atella) a quelle addizionate (Aquavitamin e San Benedetto Ice Formula Zero), dalle bibite gassate (San Benedetto e Schweppes) al thè (San Benedetto e Guizza) e ai prodotti per bambini (San Benedetto Baby), dagli sport drink (Energade), alle acque toniche (Schweppes) fino alle bibite piatte a base di succo (Oasis e San Benedetto Succoso) e agli aperitivi (Ben's, Ginger Spritz e Schweppes).

6.2 La situazione attuale

San Benedetto è attualmente uno dei marchi più conosciuti a livello globale grazie al network internazionale che ha coltivato con successo negli anni. I suoi mercati di riferimento, oltre all'Europa occidentale (Austria, Germania, Svizzera, Francia e Regno Unito) e l'area dell'est europeo (Ungheria, Repubblica Ceca, Bulgaria e Romania) sono gli: USA, il Canada, Il Giappone, l'Australia, Israele e, nel sud est asiatico, Singapore, Malesia e Thailandia.

L'esportazione riguarda in primo luogo il prodotto acqua e in secondo luogo il thè di cui si esporta rispettivamente circa il 6% e il 7% dei volumi prodotti globalmente, per un fatturato di circa 43,8 milioni di euro, considerando che il fatturato totale nel 2018 è stato di 764 milioni di euro.

Il Gruppo ad oggi presenta 10 stabilimenti nel mondo di cui 6 in Italia, 1953 dipendenti per 4,49 miliardi di bottiglie prodotte ogni anno, secondo i dati del 2018.

Il Reputation Study 2020 ha decretato per il quinto anno consecutivo Acqua Minerale San Benedetto S.p.a come l'azienda con la più alta reputazione nel beverage analcolico in Italia.

«Questo importante riconoscimento – dichiara Enrico Zoppas, Presidente e Amministratore Delegato di Acqua Minerale San Benedetto S.p.A. - [...] premia la fiducia che i consumatori continuano a riporre in San Benedetto, nei nostri prodotti e soprattutto nei nostri valori, che rappresentano la vera base della nostra credibilità e reputazione. Continueremo ad investire nell'innovazione e nella sostenibilità ambientale, che sono ormai parte del nostro DNA aziendale».

6.3 Il contesto produttivo dell'headquarter del Gruppo San Benedetto

Il complesso produttivo Acqua Minerale San Benedetto S.p.A di Scorzè (VE), comprende 23 linee produttive divise in 4 aree: l'area vetro composta dalle linee 30,31,34 e 35, l'area soprannominata "mezzanino" composta dalle linee 57,63 e 64, l'area 1 detta anche area "bibite" composta dalle linee 39,42,43,46,50,60 e 61 e l'area definita "rio" composta dalle linee 51,52,53,54,55,56,58 e 66.

Nonostante le bottiglie prodotte nelle diverse linee siano totalmente diverse per materiale, volume e forma e le bevande contenute siano anch'esse differenti; il processo di imbottigliamento segue le medesime fasi ed è rappresentato nella seguente figura. Questo processo vale per tutte le linee di produzione del Gruppo, con l'eccezione delle linee vetro e lattine e della linea 42 che verrà descritta accuratamente nel capitolo seguente in quanto sarà la protagonista del nostro progetto di miglioramento delle performance dei cambi formato.

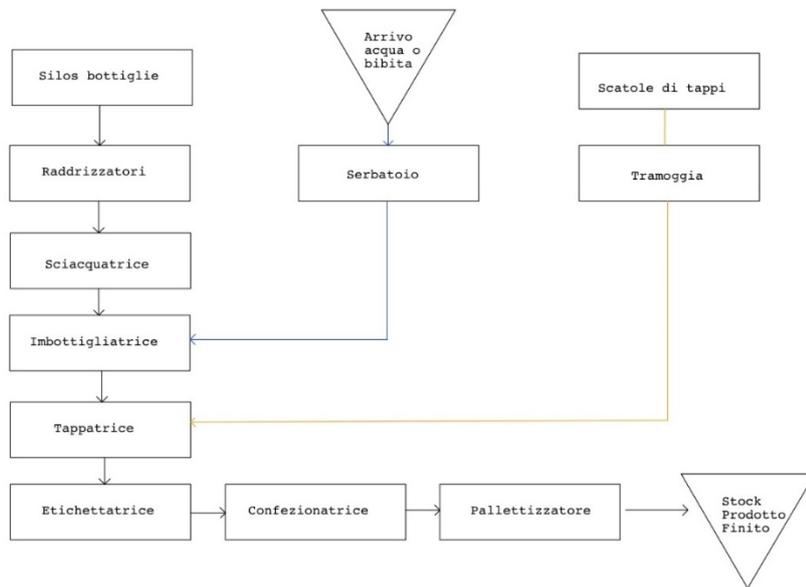


Figura 16, Schema riassuntivo processo di imbottigliamento in Acqua Minerale San Benedetto S.p.A.

Le bottiglie per prima cosa sono prelevate dai silos⁹² e sono convogliate nei raddrizzatori: macchinari che sfruttando la forza centrifuga raddrizzano le bottiglie ponendole con il collo verso l'alto. Nello step seguente le bottiglie vengono sciacquate e successivamente riempite dalla riempitrice o imbottigliatrice: un macchinario che inietta la bevanda preparata con anticipo in un serbatoio esterno, all'interno delle bottiglie. Nell'istante successivo al riempimento, la bottiglia viene tappata dal macchinario denominato per l'appunto tappatrice, viene asciugata e poi viene etichettata. La confezionatrice è invece il macchinario che fardella le bottiglie riempite, tappate ed etichettate, cioè pronte per la vendita, raggruppandole tra loro in formati diversi sulla base della richiesta del cliente. Il pallettizzatore infine impila le confezioni di bottiglie una sopra l'altra, le imballa e le convoglia su dei nastri trasportatori diretti al magazzino nel quale le bottiglie verranno stoccate.

Le linee dell'area vetro e l'unica linea che produce lattine (la linea 39), si differenziano dal processo descritto poc'anzi, solo per il fatto che le bottiglie/lattine non sono prelevate da un silos, ma sono fatte pervenire da dei pallet costituiti da confezioni di bottiglie di vetro a rendere o a perdere o lattine impilate una sopra l'altra, che vengono depallettizzate e convogliate con dei nastri trasportatori direttamente alla sciacquatrice, da cui poi inizierà lo stesso processo descritto precedentemente.

6.4 I progetti SMED realizzati in Acqua Minerale San Benedetto S.p.A.

Nel seguito si descriveranno i progetti di miglioramento dei cambi formato che sono stati realizzati in Acqua Minerale San Benedetto S.p.A. nel corso degli anni. Tali progetti verranno definiti "SMED" nonostante si sia già esplicitata l'incongruenza di questo termine rispetto al progetto descritto in questo manuale. (Si veda capitolo 1, paragrafo 1.4). La sigla SMED è quella che si utilizza universalmente per riferirsi

⁹² Magazzini cilindrici e caratterizzati da un'elevata altezza che contengono prodotti sfusi, in questo caso bottiglie in PET

ai miglioramenti riguardanti i cambi formato, pertanto si è deciso di sfruttare questa convenzione per maggiore chiarezza.

Il primo accenno al progetto SMED, nel Gruppo San Benedetto, sorge nel 2012 con la richiesta da parte di alcuni operatori di disporre di una procedura di cambio formato chiara ed univoca per facilitare la realizzazione dei cambi su alcuni macchinari particolarmente complessi presenti in alcune linee vetro e asettiche. Viene così realizzata una semplice check-list che, unendo le immagini delle operazioni da eseguire a delle didascalie esplicative, descrive le operazioni da effettuare su questi macchinari per ogni cambio formato.

Vista l'efficacia delle check-list implementate per questi macchinari, anche in altre aree aziendali iniziano ad essere richiesti degli aiuti concreti per la facilitazione delle operazioni di cambio. Per questo motivo e per i noti vantaggi che un progetto di snellimento dei cambi formato apporta a qualsiasi realtà aziendale (si veda capitolo 2), il progetto SMED vero e proprio in Acqua Minerale San Benedetto S.p.A. inizia ufficialmente qualche anno dopo: nel 2015 con l'apertura di alcuni cantieri di miglioramento.

Nel 2015 le due linee prescelte come precursori del progetto, furono la linea che produce lattine (la linea 39) e quella che produce bottiglie in vetro (la linea 31). Nella linea lattine, dopo un'attenta analisi dei macchinari presenti, si decise semplicemente di acquistare delle attrezzature generiche che facilitassero il lavoro degli operatori durante i cambi formato in tutti i macchinari. Nella linea vetro, si decise invece di puntare sul miglioramento di un macchinario specifico: la riempitrice. In questo macchinario, infatti, era necessario cambiare le "cannucce" ossia gli iniettori di bibita, in base al formato che si doveva realizzare. Quest'attività lenta e complessa doveva essere velocizzata e standardizzata, in quanto si era notato che, la variabilità nel serraggio delle cannucce, costituiva motivo di fermo impianto⁹³ durante la fase produttiva, in quanto gli iniettori si staccavano precipitando nelle bottiglie oppure non permettevano un riempimento corretto delle stesse. Anche in questo caso, per ovviare alla problematica, si decise di acquistare

⁹³ Blocco della produzione che può essere programmato, per esempio nel caso di manutenzione predittiva o non programmato se causato da un guasto agli impianti, dalla mancanza di personale, etc.

delle attrezzature ad hoc: avvitatori elettrici a batteria programmabili (in avvitamento e svitamento, rampe di velocità, numero di giri,...) e con coppia di serraggio dinamometrica, utili ad agevolare l'operatore in fase di serraggio in modo tale da ridurre non solo i tempi dei cambi cannuce, ma anche i tempi persi durante la produzione.

I cantieri di miglioramento delle performance dei cambi formato si sono poi fermati e sono ricominciati in modo più strutturato alla fine del 2018, nuovamente con la linea vetro e nel 2019 proseguendo con la linea lattine. Nel 2019 inizia anche un cantiere SMED sulla linea 42, da quel momento rimangono tutt'ora attivi tutti e tre i cantieri contemporaneamente.

Nella linea vetro, il progetto SMED è stato condotto da un tesista dell'Università di Padova che ha svolto un'analisi di tutti i punti potenziali di miglioramento, implementando numerose modifiche tecniche nei macchinari della linea.

Per quanto riguarda questa linea, nel 2020 è stato poi realizzato uno studio di fattibilità per l'implementazione di un potenziale magazzino verticale atto alla distribuzione dei componenti necessari ai cambi formato di tutte le linee che imbottigliano in vetro. Questo ha comportato dapprima un'analisi di tutti i pezzi esistenti in questa e nelle altre linee vetro, successivamente il calcolo degli spazi di ingombro di ognuno di questi pezzi, l'analisi della logica di utilizzo degli stessi ed infine il dimensionamento del magazzino verticale che ad oggi, è già stato installato ed è operativo da giugno 2020.

La linea che produce lattine, invece, nell'ottobre 2019 ha subito una modifica sostanziale riguardante l'alleggerimento di una serie di parti meccaniche presenti nell'aggraffatrice, cioè il macchinario che serra il tappo delle lattine con la parete cilindrica tubolare. Questi componenti pesantissimi, non solo allungavano le tempistiche dei cambi formato ma incidevano negativamente anche sull'ergonomia degli operatori nelle fasi di cambio.

Infine per quanto riguarda la linea 42, che come detto sarà quella sulla quale si svilupperà il nostro progetto, nel 2019 è cominciata un'analisi dettagliata dei pezzi utilizzati durante i cambi formato su due macchinari specifici: le confezionatrici, cioè quei macchinari che fardellano le bottiglie unendole in pacchetti di diversi

formati. Quest'analisi, come si può notare nella figura seguente, ha portato alla realizzazione di armadi apposti per il contenimento ordinato delle attrezzature e dei componenti per i cambi formato, dapprima posti alla rinfusa all'interno di armadi di recupero.



Figura 17, Condizione degli armadi porta utensili e attrezzature per cambio formato, prima e dopo il progetto di miglioramento in linea 4

7 INTRODUZIONE AL PROGETTO DI MIGLIORAMENTO DELLE PERFORMANCE DEI CAMBI FORMATO IN LINEA 42

L'obiettivo di questo capitolo è quello di definire il contesto produttivo e la complessità della linea sulla quale è stato realizzato il progetto di snellimento dei cambi formato. Infatti, nonostante l'elevato numero di variabili da considerare in una realtà organizzativa, l'importante è cercare di avere un'idea il più possibile chiara dell'ambiente in cui si lavora, perché la conoscenza del contesto permette di raggiungere più efficacemente gli obiettivi del progetto. Il capitolo si conclude analizzando le motivazioni strategiche che hanno condotto alla scelta di questa linea di produzione come protagonista del progetto, la creazione del team e la definizione dei suoi obiettivi.

7.1 La linea 42

La linea 42 è una delle 23 linee dello stabilimento San Benedetto di Scorzè, l'impianto imbottiglia in PET non solo il prodotto acqua, ma anche altri prodotti analcolici gassati a base sciroppo e succo che non necessitano un impianto asettico per essere realizzati.

Attualmente (aggiornamento al 15/06/2020) la linea produce 92 prodotti differenti che variano dall'acqua naturale o frizzante in formato 0.33L, 0.4L e 0.5L, alle bibite Schweppes in formato 0.25L, 0.33L, 0.5L e 0.6L, dalle bibite San Benedetto in formato 0.25L, 0.33L, 0.4L, 0.5L e 0.6L, alle bibite Pepsi e Seven Up da 0.33L e 0.5L, per finire con le bibite Mirinda e Slam da 0.5L.

L'impianto è composto da una serie di macchinari acquistati esternamente da fornitori italiani, ad eccezione dell'imbottigliatrice che è stata progettata

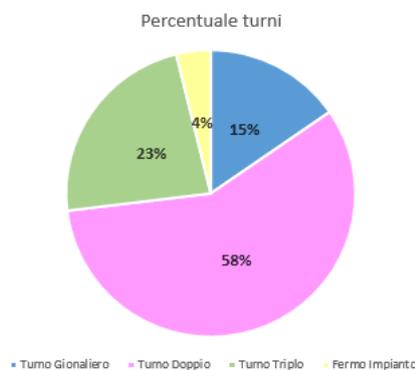
internamente dall'ufficio tecnico del Gruppo San Benedetto. Questo macchinario di ultima generazione è unico nel suo genere perché incorpora il soffiaggio delle bottiglie in PET, il riempimento e il loro tappaggio, adattandosi a tantissimi formati differenti. La linea 42 quindi si differenzia dalle altre linee che imbottigliano in PET perché non utilizza né i silos, né i raddrizzatori che invece, come abbiamo visto nel capitolo precedente, sono fondamentali in tutti gli altri impianti della stessa categoria.

Questa linea presenta la seguente sequenza di macchinari disposti su un layout serpentinato: soffiatrice, riempitrice e tappatrice, asciugatrice, etichettatrice, confezionatrice ed infine pallettizzatore.

7.2 L'organizzazione del personale nella linea 42

La linea 42 può lavorare su un turno, su due turni o su tre turni di lavoro. Il turno giornaliero comincia alle 7:30 e termina alle 16:30, il doppio turno comincia alle 6:00 e termina alle 14:00, poi riparte alle 14:00 e termina alle 22:00, infine il triplo turno aggiunge al doppio turno anche un turno notturno dalle 22:00 alle 6:00.

Come si può osservare dalla seguente tabella, la linea 42 durante il 2019 ha lavorato per 30 settimane in doppio turno, per 12 settimane in triplo turno, per 8 settimane in turno giornaliero ed è stata ferma per 2 settimane a causa della manutenzione predittiva. In appendice è possibile osservare il prospetto completo delle settimane di attività della linea durante l'anno 2019. (Si veda l'appendice 1)



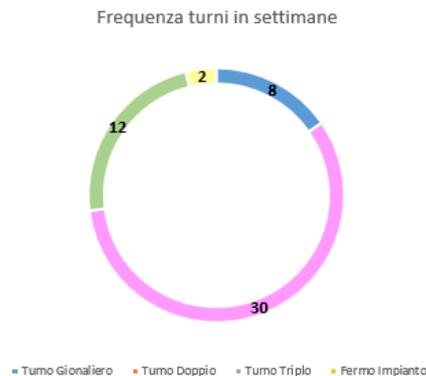


Figura 18, Turni di lavoro della linea 42 durante il 2019, frequenza assoluta e percentuale

In linea 42 una squadra produttiva è formata normalmente da cinque persone per ogni turno lavorativo: quattro operatori ed un capo impianto CI.

La differenza tra un operatore e un CI riguarda le competenze e la conoscenza della linea di produzione, infatti, mentre l'operatore ha una conoscenza dettagliata del solo macchinario su cui sta lavorando, il capo impianto è stato addestrato ad operare su tutti i macchinari della linea ed è stato formato per risolvere le problematiche che possono verificarsi in ogni stazione di lavoro. Il CI, inoltre, ha doti organizzative e di leadership, ha il compito di formare gli operatori sulle giuste procedure di lavoro e sulla risoluzione dei problemi nel modo più indipendente possibile.

Nello schema seguente è possibile notare la disposizione degli operatori e del CI sui macchinari della linea 42. Gli operatori, indicati in figura con un cerchietto di colore bianco, sono situati sulla soffiatrice, sull'etichettatrice e seccatrice, sulle confezionatrici 2 e 3 oppure sulla confezionatrice 1 ed infine sul pallettizzatore. L'operatore sul pallettizzatore è responsabile non solo di quello della linea 42, ma anche di quello della linea 50. Il capo impianto, indicato con un cerchietto di colore nero, è situato sulla riempitrice.



Figura 19, Rappresentazione schematica delle postazioni di lavoro della linea 42

7.3 Layout e macchinari della linea 42

L'analisi della disposizione e del funzionamento dei macchinari presenti nella linea in questione è fondamentale per avere una chiara visione del contesto in cui si andrà ad operare.

7.3.1 Il Layout dell'impianto 42

Come si può notare nella figura seguente, che rappresenta una visione aerea del layout dell'impianto, è presente un accentuato distanziamento tra i macchinari della linea. La distanza esistente tra la soffiatrice e la riempitrice-tappatrice è trascurabile perché questi macchinari fanno parte di un unico blocco macchina nominato imbottigliatrice. La distanza presente tra questo blocco macchina e l'asciugatrice è di circa 12 metri, la distanza tra l'asciugatrice e l'etichettatrice è nulla, la distanza tra l'etichettatrice e la confezionatrice 1 è di circa 50 metri, la distanza tra le due confezionatrici è di 5 metri, mentre la distanza tra l'etichettatrice e la confezionatrice 2 è sempre di circa 50 metri, infine la distanza tra la confezionatrice 2 e il pallettizzatore è di circa 120 metri.

Queste distanze non coincidono alla lunghezza dei nastri, ma sono state calcolate quantificando la lunghezza del percorso calpestabile eseguito dal personale delle

linee e dagli altri addetti in produzione.

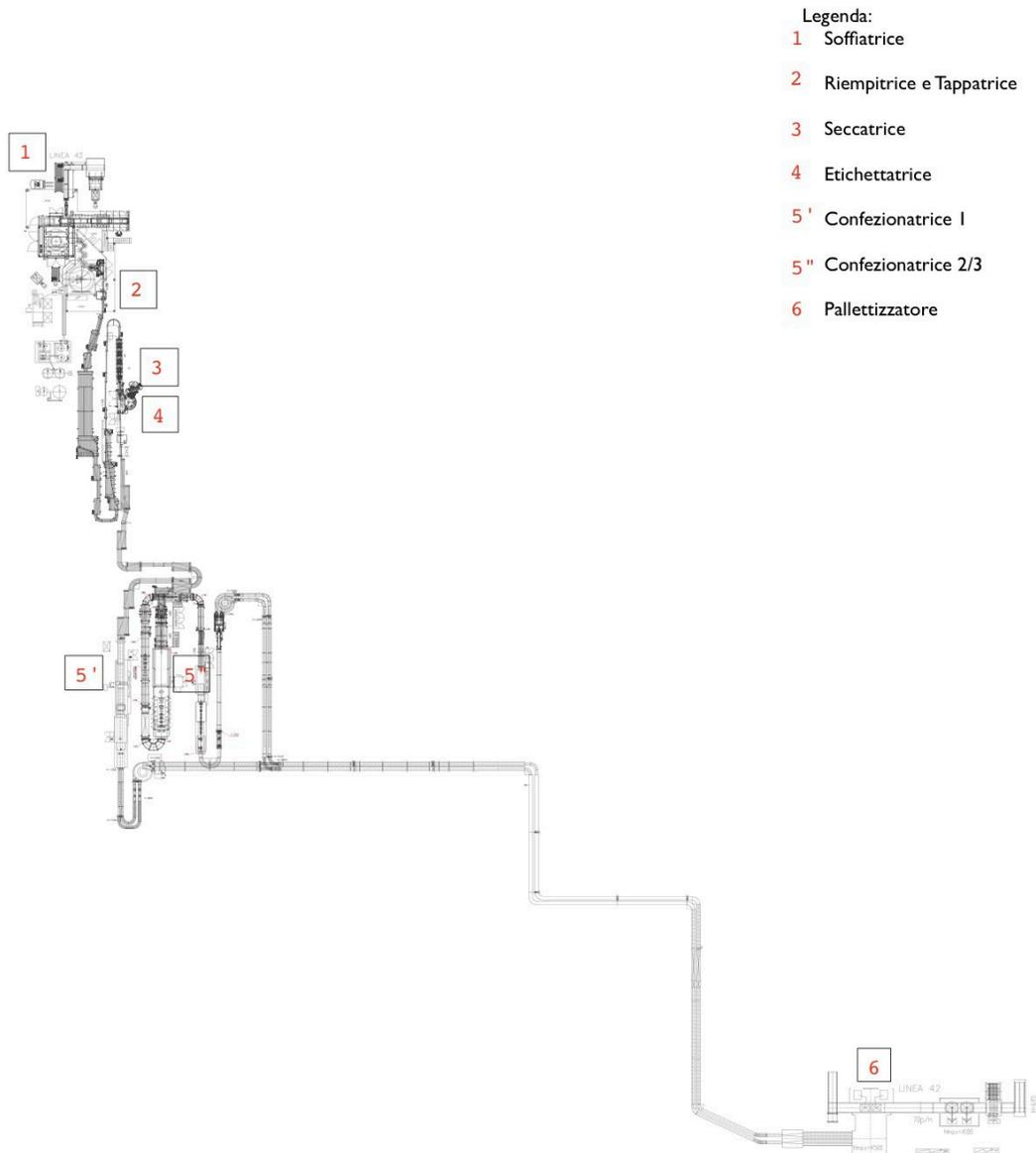


Figura 20, Layout della linea 42

Considerando che gli operatori della linea lavorano a postazione fissa nella zona adiacente alle macchine, il distanziamento tra le macchine implica un isolamento degli operatori a cui consegue una perdita di visibilità sul processo complessivo. Nonostante il prodotto da realizzare sia semplice e dunque sia facilmente ipotizzabile dagli operatori la lavorazione che sta a monte e a valle della loro stazione di lavoro, è comunque difficilmente osservabile la presenza di problematiche sulle altre postazioni, la quantità di lavoro svolto dagli altri operatori e nello specifico, nemmeno le operazioni di cambio formato necessarie sugli altri

macchinari. Questa conformazione di layout rende difficoltosa anche la comunicazione tra le diverse zone dell'impianto incentivando così uno spirito poco collaborativo tra gli operatori nello stesso turno di lavoro.

7.3.2 I macchinari dell'impianto 42

In questo paragrafo verranno descritti brevemente i macchinari presenti nell'impianto 42.

La soffiatrice è il macchinario che scalda e contemporaneamente inietta aria dentro a delle preforme di materiale plastico, allo scopo di creare la bottiglia finale. Le preforme sono provette di polipropilene situate all'interno di uno stampo avente il profilo del contenitore che si vuole realizzare e che, una volta soffiate, assumono la sagoma e il volume della bottiglia finale.



Figura 21, Fotografia rispettivamente della soffiatrice e della riempitrice della linea 42

La riempitrice è il macchinario che riempie le bottiglie appena soffiate con la giusta quantità di bibita, prelevandola da un serbatoio esterno. Questo macchinario carica le bottiglie appena soffiate ponendole con il collo verso l'alto su una piattaforma rotativa sulla quale sono presenti delle "cannucce", cioè degli iniettori di bibita comandati elettronicamente per prelevare la giusta quantità di bevanda dal serbatoio e iniettarla ad alta pressione all'interno delle bottiglie. Appena sono state riempite,

le bottiglie sono tappate da un macchinario: la tappatrice, che preleva i tappi di plastica da un magazzino simile ad un silos e li avvita e blocca sul collo della bottiglia. Quest'operazione deve essere eseguita nell'istante successivo al riempimento della bottiglia in modo tale da non permettere l'entrata di agenti inquinanti. Il processo di soffiaggio, riempimento e tappaggio sono eseguiti all'interno del complesso macchina denominato imbottigliatrice, il quale è isolato dall'ambiente esterno per mezzo di pareti stagnanti al fine di scongiurare l'entrata agenti inquinanti.

Il Gruppo San Benedetto è un'azienda appartenente al settore alimentare e per questo è sottoposta a frequenti controlli che certificano la tutela della salute del consumatore. A tal proposito viene rigorosamente rispettato il protocollo HACCP Hazard Analysis and Critical Control Points, che regola la presenza di punti di analisi e controllo della qualità del prodotto lungo la catena produttiva. Per questo motivo all'uscita della riempitrice è presente il primo punto di controllo qualità del prodotto: ogni singola bottiglia deve essere riempita e tappata in modo corretto rispettando alcuni canoni dimensionali prestabiliti, inoltre viene esaminata la gasatura e l'idoneità microbiologica della bibita con analisi di laboratorio. Se le bottiglie non rispettano le norme igienico-alimentari viene bloccata la produzione e vengono scartate tutte le bottiglie prodotte fino a quel momento, per questo motivo è necessario che le analisi siano eseguite il più velocemente possibile, per minimizzare lo scarto delle bottiglie prodotte.

Successivamente le bottiglie si dirigono attraverso dei nastri trasportatori che fungono da buffer inter-operazionali⁹⁴, verso la seccatrice o asciugatrice: un macchinario composto da phon industriali che asciugano le bottiglie eliminandone i residui liquidi che si sono depositati durante le operazioni di riempimento.

⁹⁴ Un buffer inter-operazionale è un sistema di accumulo dei prodotti realizzati in linea tra una stazione di lavoro e la successiva. Nel nostro contesto il buffer è costituito dai nastri trasportatori che permettono alle stazioni di lavoro di essere disaccoppiate le une dalle altre in modo tale da evitare che il blocco di una di queste costringa la fermata di tutta la linea. (Fonte: <http://tesi.cab.unipd.it/44611/1/Tesi.pdf>)



Figura 22, Fotografia dell'asciugatrice della linea 42

Una volta che la bottiglia è stata asciugata, è pronta per essere etichettata dal macchinario denominato per l'appunto: etichettatrice che, attraverso una pedana rotante sulla quale poggiano le bottiglie, srotola attorno ad esse una bobina di etichette e le fissa alla plastica con una colla apposita.

All'uscita dall'etichettatrice è presente il secondo punto di controllo qualità del prodotto, nel quale ogni singola bottiglia viene sottoposta ad un'esaminazione riguardante la posizione dell'etichetta, la sua integrità e leggibilità. Se la bottiglia rispetta tutti i canoni prestabiliti viene codificata cioè le viene stampato il numero del lotto di produzione e la data di scadenza, altrimenti la bottiglia viene scartata.



Figura 23, Fotografia dell'etichettatrice della linea 42

Le bottiglie proseguono il loro tragitto sui nastri trasportatori fino ad arrivare alla confezionatrice 1 oppure alle confezionatrici 2-3. Queste, come verrà spiegato nel paragrafo successivo, imballano le bottiglie in diversi formati per poi essere caricate successivamente sul pallettizzatore con un certo criterio.

Si noti che tutti i macchinari della linea sono disposti in serie, cioè uno di seguito all'altro, ad eccezione di una biforcazione della linea localizzata proprio sulle confezionatrici che risultano essere disposte in parallelo: la confezionatrice 1 è posta in parallelo alla confezionatrice 2/3 di modo che, durante la produzione, verrà utilizzato solo uno dei due impianti mentre l'altro rimarrà inutilizzato.

Dopo che le bottiglie sono state fardellate dalle confezionatrici, cioè unite tra loro a formare pacchettini di bottiglie, i fardelli saranno trasportati fino al pallettizzatore dove verranno caricate secondo diverse logiche di minimizzazione degli spazi, imballate e quindi pronte per essere stoccate in magazzino o caricate sui container o camion diretti al magazzino del cliente.

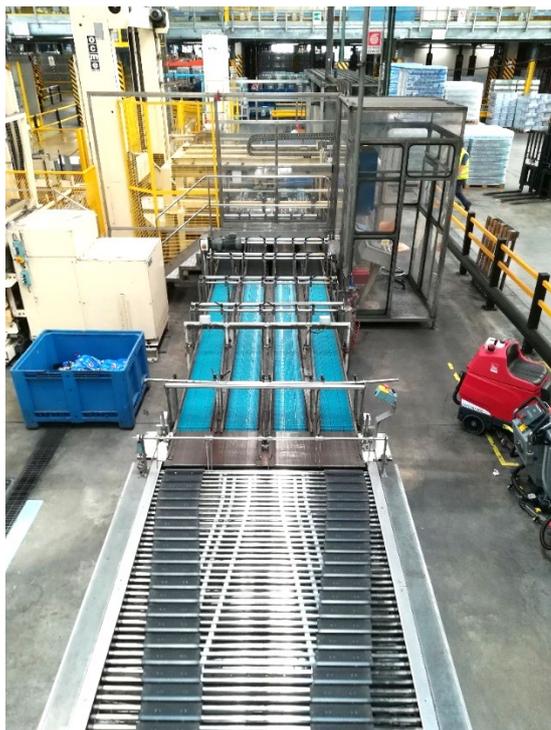


Figura 24, Fotografia del pallettizzatore della linea 42

7.4 Cosa sono le confezionatrici

Le confezionatrici meritano una descrizione più approfondita perché saranno proprio questi macchinari ad essere i protagonisti delle azioni correttive nel nostro progetto di miglioramento delle performance dei cambi formato per la linea 42.

Le confezionatrici nella linea 42 sono 2: il macchinario 1 ed i macchinari 2 e 3 che sono considerati come un blocco unico. La confezionatrice 1 fardella le bottiglie solo nel formato F12: le bottiglie sfuse sono confezionate insieme in 2 righe da 6 bottiglie ed escono fuori in una pista unica.

La confezionatrice 2 fardella le bottiglie in tre formati differenti: F24, F6X4 e F4X6. Nel formato F24 le bottiglie sfuse sono confezionate in 4 righe da 6 bottiglie ed escono fuori in una pista unica, nel formato F6X4 le bottiglie sfuse sono confezionate in 6 pacchettini da 4 bottiglie l'uno ed escono fuori in 3 piste indipendenti, nel formato F4X6 le bottiglie sfuse sono confezionate in 4 pacchettini da 6 bottiglie ordinate su 2 righe, ognuna contenente 3 bottiglie, che escono fuori in 2 piste indipendenti.

Per il formato F24 la confezionatrice 3 non deve realizzare alcuna operazione, pertanto, una volta che le bottiglie sono state imballate dalla confezionatrice 2, il fardello si dirige direttamente al pallettizzatore. Per i formati F6x4 e F4X6 invece è necessario un re-imballaggio dei pacchettini, eseguito dalla confezionatrice 3 che li unisce tra loro. In particolare, nel formato F6X4 vengono fardellati insieme i 6 pacchettini da 4 bottiglie, mentre nel formato F4X6 vengono fardellati i 4 pacchettini da 6 bottiglie. In ogni caso, il pallettizzatore riceve sempre un unico imballo composto da un totale di 24 bottiglie unite in pacchettini differenti in base alle richieste del cliente. Una volta imballati e/o re-imballati, i fardelli sono pronti per essere pallettizzati. La seguente figura riassume i formati di confezionamento appena descritti.

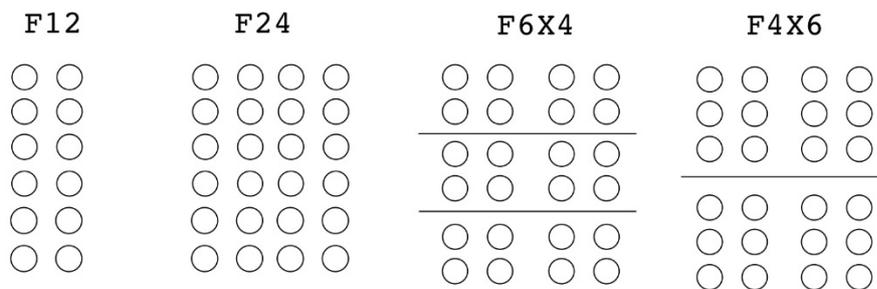


Figura 25, Schema dei possibili formati di confezionamento della confezionatrice 2

Fino al 2017 la linea possedeva soltanto la confezionatrice 1: un macchinario storico acquistato negli anni Settanta, ma tutt'ora discretamente funzionante. La seconda e la terza confezionatrice invece sono state acquistate solo nel 2017 allo scopo di rendere più flessibile la linea incrementando il range di formati da essa realizzabili. In effetti, la confezionatrice 1 può imballare le bottiglie solo nel formato F12 limitando così la varietà produttiva della linea, per questo motivo si è deciso di acquistare un macchinario più flessibile che realizzasse una grande varietà di imballaggi, in modo tale anche da poter sfruttare al massimo le potenzialità di tutti gli altri macchinari della linea che di fatto potevano produrre un vastissimo range di prodotti diversi.

Come vedremo, la confezionatrice 1 presenta un tempo teorico di cambio formato di 30 minuti, mentre la confezionatrice 2-3 di 150 minuti. La differenza temporale tra i cambi formato dei due impianti è causata dalla maggiore flessibilità delle

confezionatrici 2-3, rispetto a quella della confezionatrice 1. In effetti, le confezionatrici 2-3 durante il cambio formato necessitano il cambio di numerosi pezzi meccanici, componenti e parti per adattarsi alle diverse geometrie e dimensioni delle bottiglie e per realizzare tutti gli imballaggi che abbiamo descritto poc'anzi.

Di seguito è riportato uno schema aereo e una foto delle confezionatrici 2-3. Come si può notare, le confezionatrici 2-3 possono essere suddivise in tre macro aree: denominate in gergo “forno 2”, “forno 3” e “nastri”. La zona “nastri” è costituita dai nastri trasportatori che uniscono la zona “forno 2” alla zona “forno 3”. Le zone “forno 2” e “forno 3” sono formate entrambe da un'area di ingresso, da un'area costituita dai forni ed infine da un'area di uscita. Nell'area di ingresso della zona denominata “forno 2”, le bottiglie sono prima suddivise nel formato richiesto dal cliente: F24, F6X4, F4X6 e sono poi imballate con una pellicola in materiale plastico posta attorno ai fardelli appena suddivisi. Le confezioni si dirigono poi verso l'area dei forni nella quale alcuni dispositivi di riscaldamento sciogliono la pellicola termoidurente adattandola alle geometrie delle bottiglie. Nell'area di uscita alcuni phon industriali raffreddano la pellicola indurendola attorno alle geometrie della bottiglia, permettendo così l'unione delle bottiglie in fardelli.

I fardelli si spostano lungo la zona “nastri” fino a giungere alla macro area denominata “forno 3”. Qui, nella zona di ingresso, i fardelli che giungono dall'area di uscita della confezionatrice 2 nei formati F6X4 e F4X6 vengono re-imballati tra loro in modo tale da formare un pacchetto unico più grande e più facilmente trasportabile e pallettizzabile. Come detto poc'anzi, se il formato in ingresso è l'F6X4, il pacco in uscita dal “forno 3” sarà composto da 6 pacchettini da 4 bottiglie unite insieme in un pacco unico, se il formato in ingresso è l'F4X6, il pacco in uscita sarà composto da 4 pacchettini da 6 bottiglie l'uno, uniti insieme in un pacco unico. Se il formato di partenza è F24 non ha senso re-imballare il pacco essendo già adeguato al trasporto e caricamento sul pallet.

L'unione dei pacchettini in un unico pacco che avviene nell'area dei forni della confezionatrice 3, si svolge seguendo la stessa logica dell'area forni della confezionatrice 2: i pacchettini in ingresso si dispongono l'uno aderente all'altro

per formare un pacco unico, una pellicola di plastica trasparente termoindurente avvolge completamente il pacco, lo fa passare all'interno dell'area forno, dove è presente un dispositivo riscaldante il quale scioglie il film termoindurente e lo adatta alle geometrie dei pacchetti. Nell'area di uscita il pacco viene raffreddato da phon industriali ed è pronto per dirigersi verso il pallettizzatore.

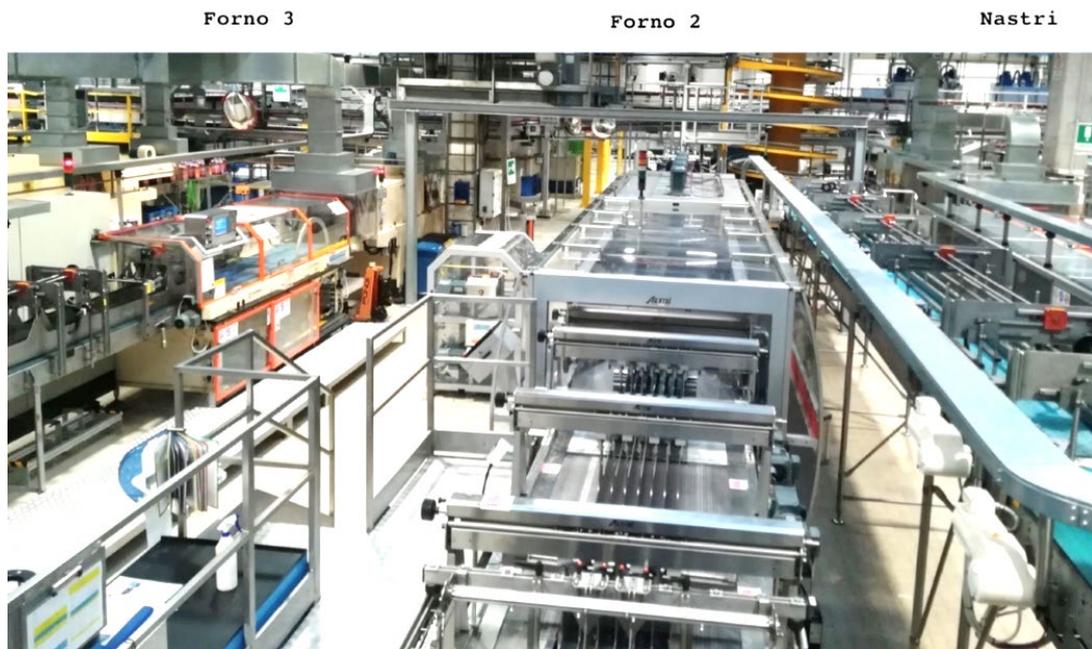


Figura 26, Fotografia delle confezionatrici 2-3 con dettaglio delle 3 zone: zona "nastri, zona "forno 2" e zona "forno 3"

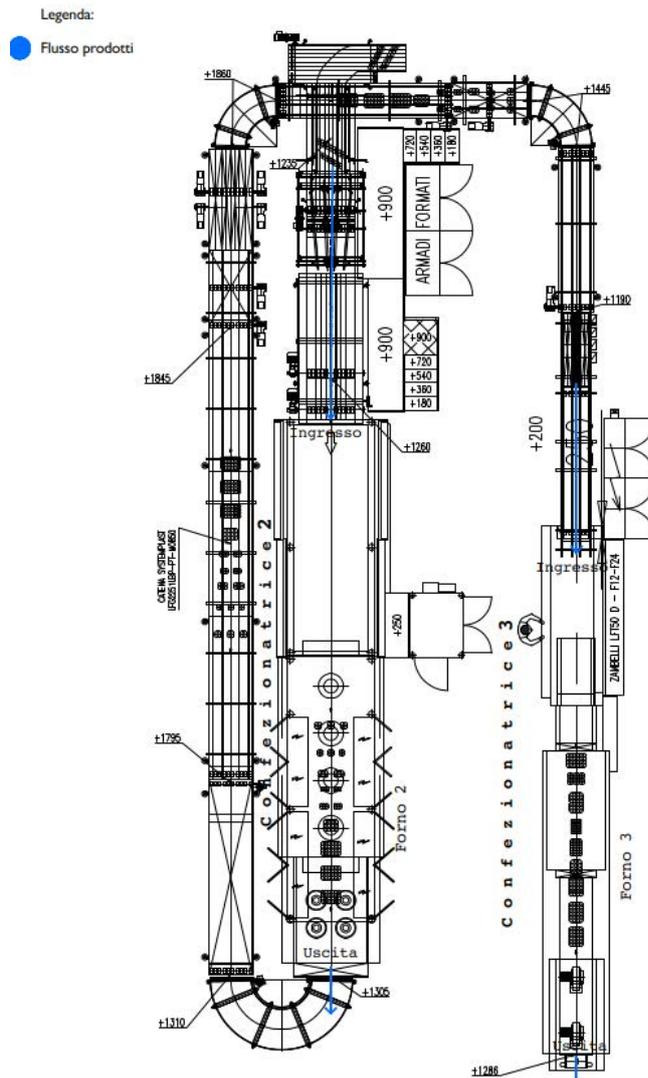


Figura 27, Layout delle confezionatrici 2-3 della linea 42

7.5 Il cantiere di miglioramento eseguito in L42

Come accennato nel capitolo precedente, nel 2019 è stato realizzato un cantiere kaizen nelle confezionatrici 2 e 3 della linea 42, volto all'individuazione dei potenziali punti di miglioramento. La principale problematica che si individuò fu la completa assenza di una logica di riordino delle attrezzature e dei componenti che si utilizzavano durante il cambio formato, pertanto il team di miglioramento decise di esaminare sistematicamente tutti i componenti e le parti necessarie durante il cambio e sulla base della loro dimensione e numerosità, decise di acquistare un

armadio a cassettoni dove riporre tutti i componenti. I pezzi erano stati poi etichettati e codificati con un codice alfanumerico utile alla loro identificazione e nel terminale della macchina furono caricati i codici dei componenti dei cambi formati esistenti, in modo tale da agevolarne la loro ricerca all'interno degli armadi.

7.6 La scelta strategica

Effettuare un progetto di miglioramento delle performance di cambio formato utilizzando risorse interne o esterne (agenzie) è un impegno economico per qualsiasi organizzazione. Il management del Gruppo San Benedetto ha deciso di realizzare i progetti SMED internamente, cioè sfruttando le risorse interne all'organizzazione. Questa scelta è stata dettata dalla similarità delle linee presenti all'interno dello stabilimento di Scorzè e dall'idea del management di snellire tutti i cambi formato delle 23 linee situate nello stabilimento, partendo da quelle con priorità maggiore.

È dunque logico decidere di formare alcune risorse interne in modo tale da poter contare sulla loro disponibilità ogni qualvolta riparta un nuovo progetto di miglioramento dei cambi formato in una nuova linea, mantenendo e sviluppando il know-how internamente.

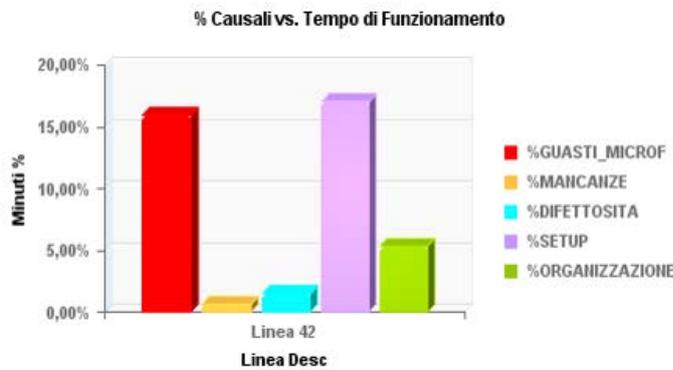
Per quanto riguarda la prioritizzazione delle linee su cui attuare il progetto, il management ha deciso di considerare quelle in cui l'OEE⁹⁵ è compromesso notevolmente dai tempi di fermo impianto dovuti al cambio formato.

I tempi di cambio formato incidono notevolmente sulle linee nelle quali è possibile produrre una vasta gamma di prodotti differenti, infatti queste linee si prestano bene ad essere sfruttate per la realizzazione di piccoli lotti di prodotti tra i quali però sarà necessario eseguire un cambio formato.

⁹⁵ L'Overall Equipment Effectiveness (OEE) è la misura di efficacia totale di un impianto. È un indice espresso in punti percentuali che riassume tre concetti molto importanti dal punto di vista della produzione manifatturiera: la disponibilità, l'efficienza ed il tasso di qualità di un impianto.

La disponibilità è la frazione del tempo in cui l'impianto è effettivamente disponibile. L'efficienza rappresenta la velocità con cui l'impianto sta lavorando come frazione rispetto a quella nominale. Il tasso di qualità indica la percentuale di pezzi in specifica, rispetto al totale prodotto. (Fonte: https://it.wikipedia.org/wiki/Overall_Equipment_Effectiveness)

Come si può osservare nella seguente figura, i dati relativi alla linea 42 dimostrano un OEE relativo all'anno 2019 che si aggira attorno al 61,8% su un obiettivo del 66%. I tempi di cambio formato (set-up) si aggirano attorno al 16% e compromettono notevolmente l'efficienza della linea.



Eff. Meccanica	OEE	Obiettivo_ Linea 2020	N° ore delle schede	Resa Bott./ora
80,3%	61,8%	66%	4.028	23.550

Figura 28, Analisi dell'OEE e delle cause di fermo impianto della linea 42 nel 2019

Una volta scelta la linea sulla quale agire, un altro aspetto estremamente importante e con impatto diretto sui risultati del progetto, riguarda la necessità di definire un orizzonte temporale sul quale andare ad effettuare le analisi dei dati riguardanti la situazione corrente.

Nel nostro progetto si è deciso di considerare come anno rappresentativo per le analisi l'anno 2019, anno nel quale il contesto economico-sociale e meteorologico italiano è da considerarsi equiparabile al quinquennio precedente. L'aspetto meteorologico è fondamentale nel settore del beverage infatti, se la stagione estiva è caratterizzata da temperature elevate il consumo di bevande, come facilmente intuibile, cresce di alcuni punti percentuali. Di certo l'anno 2020 non potrebbe essere considerato per possibili analisi riguardanti progetti di miglioramento dei cambi formato in quanto le vendite non sarebbero in linea con gli anni in cui l'azienda operava in situazione di normalità.

7.7 Definizione degli obiettivi e creazione del team di progetto

In Acqua Minerale San Benedetto S.p.A. il team dedicato ai progetti di miglioramento delle performance dei cambi formato è composto da alcuni membri fissi e da alcuni membri variabili. Oggi sono attivi due progetti di miglioramento delle performance dei cambi formato contemporaneamente su due linee diverse e per ogni progetto il team è formato da alcuni attori comuni ed altri variabili. I membri fissi del team sono: il capo progetto che dirige il progetto di miglioramento in entrambe le linee di produzione, il KPO Kaizen Promotion Officer⁹⁶, il capo dei tecnici delle linee, ed un ingegnere gestionale che funge da team leader.

Nello specifico, nel team di progetto per il miglioramento delle performance dei cambi formato della linea 42, è risultata necessaria la presenza aggiuntiva di alcuni membri: il tecnico della linea 42 e due capi impianto.

Durante le prime riunioni di creazione del team si è discussa la necessità di definire un obiettivo sfidante e probabilmente raggiungibile per quanto concerne la linea sulla quale effettuare il progetto. Tale obiettivo è stato definito in questi termini:

“Dimezzare il tempo dei cambi formato nella linea 42 entro 6 mesi”.

⁹⁶ Il KPO è la persona addetta all'attuazione del cambiamento all'interno dell'organizzazione, colui che supporta la diffusione della cultura del miglioramento continuo

8 ANALISI DELLA SITUAZIONE CORRENTE NEL PROGETTO DI MIGLIORAMENTO DELLA LINEA 42

In questo capitolo si andranno a descrivere le analisi che sono state eseguite nelle prime fasi del progetto di miglioramento della linea 42 e che sono finalizzate all'ottenimento di una chiara visione d'insieme delle attività di cambio formato esistenti. Si presenteranno in ordine: l'analisi della situazione corrente, l'analisi ABC e l'analisi dei colli di bottiglia della linea. Infine si aggiungeranno ulteriori informazioni utili a fornire una visione più dettagliata dell'ambiente produttivo in questione, che sono state ottenute dal dialogo con gli operatori e con i capi impianto delle linee. Tutto questo condurrà alla scelta del cambio formato da monitorare.

8.1 Analisi della situazione corrente

L'analisi della situazione corrente ha come obiettivo la comprensione del contesto produttivo in cui si svolge il progetto della linea 42, al fine di generare dei dati rappresentativi sui quali basare delle previsioni e delle stime a sostegno degli investimenti che si andranno ad effettuare.

Molti progetti di snellimento dei cambi formato partono immediatamente con la fase di video registrazione del processo, allo scopo di scovare il prima possibile i punti di miglioramento su cui agire. Questo approccio non essendo sistematico, potrebbe non arrecare alcun miglioramento alle performance temporali del progetto. Il team potrebbe per esempio, ispezionare un cambio formato qualsiasi, focalizzandosi su un macchinario qualsiasi anche se questo non è un collo di bottiglia per la linea e attivare di conseguenza azioni migliorative che non avranno ritorni economici quantificabili in quanto non riducono le performance temporali del cambio formato esaminato.

Per questo motivo il primo obiettivo che si vuole raggiungere tramite l'analisi della situazione corrente è la scelta del cambio formato da monitorare. Le successive

analisi riguarderanno la trasformazione dei dati aziendali in informazioni utili al raggiungimento di questo scopo.

8.1.1 Ispezioni sul campo

A partire dalla prima settimana di avviamento del progetto, il team, che è stato presentato dal capo area come squadra finalizzata al miglioramento delle performance dei cambi formato, si è recato in linea quotidianamente per prendere atto del contesto produttivo corrente e per conoscere gli operatori e i macchinari.

Il primo aspetto che si è notato è stato il grado di dissociazione che gli operatori vivevano nel contesto produttivo. Infatti, per motivi di sicurezza igienico-sanitaria e per non compromettere le facoltà fisiche degli operatori, ad ogni lavoratore è stato fornito un kit composto da una tuta da lavoro anti-infortunistica, una cuffietta per il contenimento dei capelli, dei tappi auricolari e, nel periodo in cui si è svolto il progetto, tutti erano obbligati anche all'uso della mascherina chirurgica. L'insieme dei dispositivi di sicurezza risultavano un impedimento alla comunicazione e al dialogo ed erano motivo di isolamento del personale all'interno della propria postazione di lavoro.

Per comprendere appieno il loro stato, si è deciso di scendere in linea con gli stessi dispositivi di sicurezza utilizzati dagli operatori.

8.1.2 Generazione della matrice dei cambi formato

Nei giorni di ispezione alle linee, si è fin da subito auto-eletto un capo impianto più desideroso degli altri di apportare modifiche migliorative durante le attività di cambio formato. Per questo motivo si è deciso di sceglierlo a sostegno della creazione della tabella matriciale contenente tutte le combinazioni di cambio formato esistenti nella linea 42.

Per la compilazione della tabella si è andati a realizzare un'estrazione nel software gestionale SAP⁹⁷ di tutti i codici-prodotto (92) associati alla linea 42, a cui si è accostata automaticamente la loro descrizione e la famiglia tecnologica di appartenenza.

Nel capitolo 3, paragrafo 3.2.1, si era affermato che, nel caso in cui una linea avesse un ammontare di codici-prodotto superiore a 30, le combinazioni possibili di cambio formato nel passaggio da singolo prodotto a singolo prodotto sarebbero state troppo numerose, pertanto si sarebbero dovuti aggregare prodotti con caratteristiche simili, all'interno di famiglie o classi tecnologiche. Per la linea 42 essendo presenti 92 codici-prodotto, è risultata necessaria la generazione di famiglie tecnologiche che clusterizzassero i prodotti sulla base di caratteristiche geometriche, di contenuto o di velocità di produzione in linea.

Generalmente la linea 42 può produrre ad una velocità nominale di 43000 [pezzi/ora] e la maggior parte dei prodotti possono raggiungere questa velocità, altri prodotti invece sono realizzati meno velocemente sull'ordine dei 37000 [pezzi/ora] - 32000 [pezzi/ora].

Nella tabella seguente, possiamo notare un estratto di codici prodotto attivi e non attivi rilevati da SAP, accompagnati dal codice identificativo (colonna B), dalla descrizione del prodotto (colonna C), dalla famiglia tecnologica a cui il prodotto appartiene (colonna D), dalla descrizione della famiglia o classe tecnologica (colonna E) e dal loro stato di attivo o di fuori produzione (colonna F)

⁹⁷ L'acronimo SAP significa "*Systeme, Anwendungen, Produkte in der Datenverarbeitung*" cioè "Sistemi, Applicazioni e Prodotti nell'elaborazione dati". È un software gestionale prodotto dalla SAP SE una multinazionale europea, una delle principali aziende al mondo nel settore degli ERP e in generale nelle soluzioni informatiche per le imprese.
(Fonte:[https://it.wikipedia.org/wiki/SAP_\(azienda\)#:~:text=L'acronimo%20SAP%20significa%20%22Systeme,nell'elaborazione%20dati%22](https://it.wikipedia.org/wiki/SAP_(azienda)#:~:text=L'acronimo%20SAP%20significa%20%22Systeme,nell'elaborazione%20dati%22)).

Tabella 7 Estratto di alcuni prodotti attivi e non-attivi nella linea 42

	A	B	C	D	E	F	G
1	Linea	CODICE	Descrizione	Classe prodotto	Descrizione	STATUS	SOSTITUITO
94	42	1121	ARANCIATA ZERO 0,25L SB 6X4 CLAV.17	168	BIBITE GAS 0,25L CLAVETTA	FUORI PROD.	1125
95	42	1122	LIMONE ZERO 0,25L SB 6X4 CLAV.17	168	BIBITE GAS 0,25L CLAVETTA		
96	42	1123	POMPELMO ZERO 0,25L SB 6X4 CLAV.17	168	BIBITE GAS 0,25L CLAVETTA		
97	42	1124	GINGER ZERO 0,25L SB 6X4 CLAV.17	168	BIBITE GAS 0,25L CLAVETTA		
98	42	1125	ALLEGRA ZERO 0,25L SB 6X4 CLAV.18	168	BIBITE GAS 0,25L CLAVETTA		
99	42	1181	CLEMENTINA 0,40L SB 2X6 1° SPREM.14/2	123	BIBITE GAS SUCCO 0,40L PET		
148	42	1182	LIMONE 0,40L SB 2X6 1° SPREM.14/2	123	BIBITE GAS SUCCO 0,40L PET		
149	42	1183	CHINOTTO 0,40L SB 2X6 CON INFUSO 14/2	123	BIBITE GAS LIMPIDE 0,40L PET		
150	42	1184	GASSOSA 0,40 SB 2X6	123	BIBITE GAS LIMPIDE 0,40L PET		
176	42	1218	CHINOTTO SB 0,25L PET 6X4	33		FUORI PROD.	
177	42	1219	GASSOSA SB 0,25L PET 6X4	33		FUORI PROD.	
178	42	1220	BEN-GOLA SB 0,25L PET 6X4	33		FUORI PROD.	
179	42	1221	ARANCIATA 0,25L SB PET 6X4-10	33		FUORI PROD.	
180	42	1222	LIMONE 0,25L SB PET 6X4-10	33		FUORI PROD.	
239	42	1223	POMPELMO 0,25L SB PET 6X4-10	33		FUORI PROD.	
240	42	1326	ACQ.FR.-0,5L PET SB F24-2010	10	ACQUA 0,500 FRIZ.PET-F24	FUORI PROD.	
242	42	1505	LIMONE ZERO 0,33L SB VEND.6X4 2015	43		FUORI PROD.	
243	42	1506	ARANCIATA ZERO 0,33L SB VEND.6X4 2015	43		FUORI PROD.	
640	42	1520	ARANCIATA 0,33L SB VEND.6X4-2015-QUADRIFACCIALE	43	BIBITE GAS 0,33L PET VENDING	FUORI PROD.	1564
641	42	1521	POMPELMO 0,33L SB VEND. 6X4-10	43	BIBITE GAS 0,33L PET VENDING	FUORI PROD.	
642	42	1523	CHINOTTO 0,33L SB VEND. 6X4-08	43	BIBITE GAS 0,33L PET VENDING	FUORI PROD.	
643	42	1564	ALLEGRA 0,33L SB VENDING 6X4-18	43	BIBITE GAS 0,33L PET VENDING	FUORI PROD.	1699
644	42	1619	ARANCIATA ZERO 0,40L SB 6X4 SLIM-17	122		FUORI PROD.	
645	42	1619	ARANCIATA ZERO 0,40L SB 6X4 SLIM-17	122	BIBITE GAS SUCCO 0,40L PET	FUORI PROD.	1647
646	42	1620	LIMONE ZERO 0,40L SB 6X4 SLIM-17	122	BIBITE GAS SUCCO 0,40L PET	FUORI PROD.	
690	42	1647	ALLEGRA ZERO 0,40L SB 6X4 SLIM-18	122	BIBITE GAS SUCCO 0,40L PET	FUORI PROD.	
691	42	1653	ALLEGRA ZERO 0,40L SB F24 VEND. 19	122	BIBITE GAS LIMPIDE 0,40L VEND. (F24)		
692	42	1654	LIMONE ZERO 0,40L SB F24 VEND. 19	122	BIBITE GAS LIMPIDE 0,40L VEND. (F24)		
693	42	1655	PESCA ZERO 0,40L SB F24 VEND. 19	122	BIBITE GAS LIMPIDE 0,40L VEND. (F24)		
694	42	1656	FRUTTI ROSSI ZERO 0,40L SB F24 VEND. 19	122	BIBITE GAS LIMPIDE 0,40L VEND. (F24)		
695	42	1699	ALLEGRA SB 0,33 L VENDING - F24 SFUSO	43	BIBITE GAS 0,33L PET VENDING		
696	42	1730	ACQUA NATURALE 0,25L FB PET 6X4-2016	?		FUORI PROD.	
697	42	1731	ACQUA FRIZZANTE 0,25L FB PET 6X4-2016	?		FUORI PROD.	
698	42	1738	ACQUA NATURALE 0,40L FB 2X6 ELEGANCE-16	128		FUORI PROD.	
699	42	1739	ACQUA FRIZZANTE 0,40L FB 2X6 ELEGANCE-16	128		FUORI PROD.	

Si è deciso di non considerare i codici prodotto fuori produzione, ma solo quelli attualmente attivi. Con l'aiuto del capo impianto si è cominciata ad elaborare quindi la tabella matriciale contenente tutti i possibili cambi formato esistenti tra le classi o famiglie tecnologiche dei prodotti della linea 42.

Per prima cosa, si è realizzato un elenco di tutte le possibili attività di cambio formato che si possono effettuare nell'impianto in questione. Si noti che, la maggior parte di queste attività sono associate a dei macchinari essendo azioni che si svolgono direttamente sui macchinari. Le azioni di cambio formato presenti, sono elencate nel seguito in ordine casuale e sono state associate al tempo stimato per la loro realizzazione e al macchinario in cui sono condotte (sottolineato nell'elenco). Questi dati numerici sono stati definiti sulla base dell'esperienza del capo impianto che lavora nella linea 42 da una decina d'anni.

La sigla CF sta per Cambio Formato e sarà utilizzata ripetutamente in tutta la trattazione. La terminologia che si utilizzerà nella prossima lista di attività potrebbe non essere meccanicamente corretta, ma si è deciso di documentare quello che gli operatori e i capi impianto della linea utilizzano per nominare nella pratica le attività di cambio formato.

Risciacquo fine gusto: 15 minuti. Si tratta di un lavaggio delle condutture della riempitrice che viene effettuato ogni qualvolta in un cambio formato sia necessaria la modifica del gusto di una bibita, non viene eseguito se la bibita di partenza è l'acqua.

Cambio etichetta: 10 minuti. Si tratta del cambio che sostituisce le bobine contenenti le etichette del vecchio prodotto con quelle contenenti le etichette per il nuovo prodotto, questo cambio si attua sull'etichettatrice.

Cambio gusto: 30 minuti. Si tratta di un processo che avviene in due serbatoi esterni collegati alla riempitrice allo scopo di sostituire la bibita prodotta nel lotto precedente con quella che si andrà a produrre nel lotto successivo.

CF etichettatrice standard: 90 minuti. Si tratta di un insieme di operazioni volte alla preparazione dell'etichettatrice standard, il macchinario che pone le etichette tramite incollaggio a caldo.

CF etichettatrice con aggregati autoadesivi a freddo: 120 minuti. Si tratta di un insieme di operazioni volte alla preparazione dell'etichettatrice autoadesiva, il macchinario che pone le etichette tramite incollaggio a freddo.

CF gusci soffiatrice: 45 minuti. Si tratta della sostituzione degli stampi che, all'interno della soffiatrice, generano le bottiglie finali a partire dalle preforme.

CF soffiatrice: 90 minuti. Si tratta di un insieme di operazioni volte alla preparazione della soffiatrice per la produzione del prodotto successivo, ma che non coinvolge il cambio dei gusci o stampi.

Cambio preforma: 15 minuti. Si tratta del cambio delle preforme per la soffiatura delle bottiglie di plastica all'interno della soffiatrice.

CF tappatore baionette: 20 minuti. Si tratta del cambio delle baionette nella tappatrice. Le baionette sono dei dispositivi meccanici che avvitano il tappo sul collo della bottiglia.

CF tappatore: 30 minuti. Si tratta di un insieme di operazioni volte alla preparazione della tappatrice e della riempitrice, ma che non necessitano il cambio delle baionette nella tappatrice.

CF avvolgitrice 1: 30 minuti. L'avvolgitrice è un altro nome utilizzato per intendere la confezionatrice. Si tratta di un insieme di operazioni volte alla preparazione della confezionatrice 1 per la produzione del prodotto successivo.

CF avvolgitrice 2-3: 150 minuti. Si tratta di un insieme di operazioni volte alla preparazione delle confezionatrici 2-3 per la produzione del prodotto successivo.

CF pallettizzatore: 15 minuti. Si tratta di un insieme di operazioni volte alla preparazione del pallettizzatore, per la produzione del prodotto successivo.

CIP (Clean-In-Place): 45 minuti. Si tratta di un lavaggio aggiuntivo da effettuare nella riempitrice che viene richiesto da alcuni clienti e comporta una sterilizzazione delle tubature interne del macchinario per scongiurare la presenza di bevande precedenti. Si effettua solo quando è richiesta la produzione da parte di questi clienti particolari.

Risciacqui pre-partenza: 60 minuti. In alcuni casi la riempitrice necessita dei lavaggi aggiuntivi che si effettuano solo se successivamente si devono produrre prodotti particolari.

Invaso: 30 minuti. Si tratta di un lavaggio aggiuntivo che viene preparato su dei serbatoi esterni e che viene effettuato non soltanto sulla riempitrice, ma anche su altri macchinari della linea che debbano essere puliti.

COP (Clean-Out of-Place) disinfettante: 40 minuti e COP detergente: 45 minuti. Questi due lavaggi riguardano la sterilizzazione dell'assetto esteriore della riempitrice e si effettuano ogni qualvolta viene realizzato un cambio formato che comprende le due attività elencate precedentemente: CF tappatore baionette e CF tappatore. Durante queste due attività infatti è necessaria l'entrata dell'operatore all'interno del blocco macchina detto imbottigliatrice (spiegato nel cap. 7, paragrafo 7.3.2) e la conseguente contaminazione umana delle parti.

Prelievo e controllo: 15 minuti. Operazione di analisi qualitativa e quantitativa della bottiglia prodotta, da effettuare sulla riempitrice solo per la produzione di alcuni prodotti particolari.

L'elenco delle 19 attività di cambio formato sono state inserite nella prima riga della tabella matriciale, associando ad esse la durata stimata per ogni attività. Si veda, per maggior chiarezza la tabella fornita a fine paragrafo.

La matrice deve essere poi compilata nelle righe, inserendo tutte le combinazioni di cambio formato cioè i passaggi da una famiglia tecnologica ad un'altra, realizzabili nella linea 42.

I 92 codici-prodotto esistenti erano già stati estratti da SAP con l'associazione alle famiglie tecnologiche ed in particolare, i prodotti erano clusterizzati in 17 classi differenti. Durante la compilazione della matrice però ci si è accorti che queste famiglie non erano sufficienti a descrivere accuratamente la complessità dei cambi formato presenti nella linea 42 in quanto alcune caratteristiche comuni tra i prodotti appartenenti alla stessa classe tecnologica, rendevano necessarie ulteriori clusterizzazioni. Per questo motivo, alcune famiglie tecnologiche sono state suddivise nelle cosiddette classe SMED, già descritte nel capitolo 3, paragrafo 3.2.2.1.

Nella seguente tabella Excel è presente un elenco di alcuni prodotti della linea 42 di cui si può osservare il codice prodotto (colonna C), la descrizione del prodotto (colonna D), la famiglia SMED (colonna E) e la famiglia tecnologica di partenza (Colonna F).

Tabella 8 Suddivisione di alcuni prodotti della linea 42 in classi SMED

	A	B	C	D	E	F
1	Famiglie smed		codice p	descrizione prodotto	famiglia smed	famiglia tecnologica
2	8N		1830	ACQUA NAT.0,33L FB VEND. F24 19	8N	8
3			6455	STILL M.W.0,33L FB PET F24 ICC FP 2020	8N	8
4			6730	STILL M.W.0,33L FB F24 IT/GB/F/NZ/SGP/	8N	8
5			6732	STILL M.W.0,33 FB VEND.F24 HU/CZ/BG/RL	8N	8
6	8F		1876	ACQUA FRIZZANTE 0,33L FB F24 VEND.1	8F	8
7			6731	SPARK M.W.0,33L FB F24 IT/GB/F-NZ-SGI	8F	8
8			6733	SPARK M.W.0,33 FB F24 VEN.HU/CZ/BG/F	8F	8
9	33L		8760	TONICA SCHW 0,25L 6X4 PET 09	33L	33
10	33S		8761	LIMONE SCHW 0,25L 6X4 PET 09	33S	33
11	42		4942	SEVEN UP 0,33L VENDING 6X4 2012	42	42
12	43		1871	POMPELMO 0,33L SB VEND.F24 2019	43	43
13			1699	ALLEGRA 0,33L SB VENDING F24 19	43	43
14	43C		1872	CHINOTTO 0,33L SB VEND. F24 2019	43C	43
15	43P		5930	PEPSI REGULAR 0,33L VENDING 6X4 2012	43P	43
16	43SCHW		8229	AGRUMI 0,33L SCHW VEND.F24 2019	43SCHW	43
17			8230	LIMONE 0,33L SCHW VEND.F24 2019	43SCHW	43
18			8231	SCHW. GUSTO AR.033L VEND.F24 2019	43SCHW	43
19		44	3246	COLA BLUES 0,5L WILD 2013	44	44
20			3302	COLA 0,5L F12 SPINNER 18	44	44
21	44L		8744	TONICA SCHWEPPES 0,5LT PET 05	44L	44
22	44M		5821	MIRINDA 0,5L F12 TEMPO FP 20	44M	44
23			5824	MIRINDA 0,5L F12 TEMPO PASSOVER 20	44M	44
24	44SU		3303	ARANCIATA 0,5L F12 SPINNER 2018	44SU	44
25			7537	ORANGE 0,5L SB F12 EXPORT 2015	44SU	44
26			7541	ORANGE 0,5L SB F12 SLO/HR 2015	44SU	44
27			7542	GRAPEFRUIT 0,5L SB F12 SLO/SRB2015	44SU	44
28			8745	LIMONE SCHWEPPES 0,5LT PET 05	44SU	44
29	44S		4802	SEVEN UP 0,5LT PET 05	44S	44
30	44SS		5820	ARANCIATA SLAM 0,5 LT PET 05.	44SS	44
31	44UP		4803	7UP 0,5L F12 TEMPO FP 20	44UP	44
32			4804	7UP FREE 0,5L F12 TEMPO FP 20	44UP	44

Si noti che le famiglie SMED sono composte da un codice alfanumerico che contiene il numero della famiglia tecnologica di partenza ed una lettera con un significato convenzionale.

Non è indispensabile definire le motivazioni che ci hanno condotto alla creazione di ogni classe SMED per l'impianto 42, potrebbe però essere utile un esempio al fine di comprendere bene la logica alla base di queste suddivisioni.

Consideriamo quindi i prodotti appartenenti alla famiglia tecnologica 8, che sono tutti simili per contenuto, volume e velocità di produzione. I prodotti infatti sono tutti: acque minerali (naturali o frizzanti), con formato 0.33L e sono prodotti a velocità nominale 43000 [pz/ora]. In questo caso, il cambio formato da ognuno dei prodotti appartenenti alla classe tecnologica 8 a tutti i prodotti delle altre classi, comporta le stesse attività; un problema sorge invece nel caso in cui si voglia realizzare un passaggio di produzione tra i prodotti interni alla stessa classe tecnologica in quanto si possono presentare 4 situazioni differenti:

- Cambio da prodotto acqua naturale a prodotto acqua naturale (per esempio: dal codice 6455 a 6732)
- Cambio da prodotto acqua frizzante a prodotto acqua frizzante (per esempio dal codice 6731 al 1876)

- Cambio da prodotto acqua naturale a prodotto acqua frizzante (per esempio dal codice 1830 al 6731)
- Cambio da prodotto acqua frizzante a prodotto acqua naturale (per esempio dal codice 6733 al 1830)

Nei primi due casi l'unica attività che verrà effettuata durante il cambio formato, sarà un cambio etichetta che, come abbiamo visto nella tabella precedente, ha una durata di 10 minuti. Negli ultimi due casi invece, l'attività da effettuare non sarà solo un cambio etichetta ma anche un cambio gusto che comporta una durata complessiva del cambio di 30 minuti (poiché il cambio etichetta in questo caso risulterà mascherato dal cambio gusto). Nella teoria si è detto che una famiglia tecnologica composta da prodotti il cui cambio reciproco presenta una variazione fino a 20 minuti è considerata accettabile, pertanto se nella famiglia tecnologica 8 fossero stati presenti solo prodotti contenenti acqua minerale naturale, non sarebbe stato necessario eseguire una suddivisione della famiglia tecnologica in classi SMED, ma dal momento in cui la famiglia 8 contiene prodotti acqua minerale naturale e frizzante, il cui cambio formato reciproco supera i 20 minuti, è opportuno eseguire un'ulteriore suddivisione della famiglia tecnologica in questo caso in due classi SMED: 8N naturale ed 8F frizzante.

A questo punto, si inseriranno nella tabella matriciale, tutte le combinazioni di cambio formato ossia tutti i passaggi da ogni singola famiglia SMED ad ogni singola famiglia SMED e dove non siano state create, lasciando la classe tecnologica di partenza.

Successivamente, armandosi di pazienza, l'operatore con l'aiuto di un membro del team compilerà per ogni combinazione esistente, la lista delle attività di cambio formato svolte, inserendo una X se le attività non sono mascherate da altre attività, cioè se imputano il loro tempo direttamente sul tempo totale del cambio, oppure viceversa con una M se le attività sono mascherate da altre attività.

Nell'ultima colonna della matrice è calcolato il tempo totale impiegato in ogni cambio formato.

La seguente tabella è la matrice dei cambi formato che si è ottenuta dalle elaborazioni descritte in questo paragrafo. In termini numerici presenta 1156

combinazioni di cambio formato realizzabili nella linea in questione, dimostrando la sua complessità e flessibilità in termini di varietà di prodotti potenzialmente realizzabili. Dai dati si è subito notato che questa linea è quella sulla quale vengono realizzati più prodotti in assoluto rispetto a tutti gli altri impianti del Gruppo.

8.1.3 Considerazioni sulla matrice dei cambi formato

La realizzazione della matrice per il nostro progetto ha impiegato un mese di lavoro saltuario per una media di 4 ore al giorno per 3 giorni a settimana. Si consiglia di non effettuare gli inserimenti nella matrice per troppe ore continuative in quanto la stanchezza può compromettere la correttezza dei dati inseriti. La tabella potenzialmente contiene moltissime informazioni utili, per contro è talmente complessa e dettagliata che risulta difficile fare delle considerazioni generali sulla miriade di dati presenti.

Una delle informazioni che possiamo ricavare dalla matrice è il collo di bottiglia della linea che, nel nostro progetto, risulta essere l'attività di cambio formato sulle confezionatrici (avvolgitrici) 2-3. È possibile anche farsi un'idea delle tempistiche che le attività di cambio formato impiegano nella linea in questione e delle attività che risultano essere generalmente mascherate da altre attività più onerose dal punto di vista temporale.

Arrivati a questo punto, l'approccio che non si suggerisce di implementare ma che è utilizzato nella stragrande maggioranza dei casi, consiste nell'andare a monitorare il cambio formato più lungo tra quelli presenti nella matrice. Questo cambio rappresenta la massima complessità possibile affrontata dagli operatori della linea, ma potrebbe verificarsi una volta all'anno e quindi un'azione migliorativa su di esso potrebbe non essere impattante come un'azione migliorativa applicata su un cambio formato che avviene più frequentemente.

Come si è detto nel capitolo 4, paragrafo 4.1.1, la matrice non presenta un dato estremamente importante: la frequenza di accadimento di ogni singola combinazione di cambio formato: dato che risulta essenziale al fine delle nostre analisi.

A questo punto è opportuno realizzare un'analisi ABC, spiegata nel capitolo 4, paragrafo 4.1.2.

8.2 Analisi ABC

Per calcolare le frequenze di esecuzione di ogni combinazioni di cambio formato elencata nella matrice, è prima di tutto necessario scegliere un orizzonte temporale sul quale estrarre i dati produttivi riguardanti la linea in questione. Nel nostro progetto l'orizzonte temporale prescelto è stato: l'anno 2019. Si è quindi estratto dal software gestionale SAP la produzione avvenuta dall'1 gennaio 2019 al 31 dicembre 2019 nella linea 42.

Come si può notare dalla seguente tabella, che riprende una parte dei dati estrapolati da SAP, la produzione dell'anno 2019 che nella linea 42 è partita il 3 gennaio, vede un elenco dei prodotti realizzati (colonna B) in una certa data (colonna A) e associati alla famiglia SMED (colonna C). Il cambio formato sarà il passaggio dal prodotto precedente al prodotto successivo per cui, attraverso la funzione CONCATENA di Excel, si è deciso di concatenare la classe SMED del prodotto precedente con la classe SMED del prodotto successivo, andando così ad ottenere una serie numerica (colonna H) che sta ad indicare uno specifico cambio formato.

Alcuni prodotti presenti nell'estrazione della produzione del 2019, come si può vedere nelle righe 11,12, 13 e 14 della tabella seguente, risultavano però fuori produzione nell'anno corrente, per questo si è deciso di non considerarli nelle successive analisi.

Tabella 10 Estratto di alcuni prodotti eseguiti nel 2019 nella linea 42, associati al codice identificativo del cambio formato

	A	B	C	D	E	F	G	H
1								FUNZIONE CONCATENA
2	Data	Codice Prod	Nome Prodotto	Famiglia Smed	Famiglia Tec	Note	Note	Cambi Formato Eff
3	03/01/2019	8218	CEDRATA_0,60L_F12_SCHWEPPEES_2014	154	154			154154
4	03/01/2019	8214	TONICA_0,60L_F12_SCHWEPPEES_2014	154	154			154124
5	03/01/2019	8219	LIMONE_ZERO_0,60L_F12_SCHWEPPEES_2015	124	124			124154
6	04/01/2019	8224	TONICA_ZERO_0,60L_F12_SCHWEPPEES_2015	154	154			154124
7	04/01/2019	8223	AGRUMI_0,60L_F12_SCHWEPPEES_2015	124	124			124124
8	04/01/2019	8215	LIMONE_0,60L_F12_SCHWEPPEES_2014	124	124			124167N
9	07/01/2019	1806	ACQUA_NATURALE_0,25L_FB_6X4_CLAV.17	167N	167			167N167F
10	07/01/2019	1807	ACQUA_FRIZZANTE_0,25L_FB_6X4_CLAV.17	167F	167			
11	07/01/2019	6340	SPARK.M.W.0,5L_FB_4X6_FAR_EAST_HP_FP_	Fuori Prod				
12	07/01/2019	6340	SPARK.M.W.0,5L_FB_4X6_FAR_EAST_HP_FP_	Fuori Prod				
13	07/01/2019	6227	CARBONAT.M.W.0,5L_FB_CANADA_4X6_HP_FP_	Fuori Prod				
14	07/01/2019	6680	CARBONATED_A.W.0,5L_FB_USA_4x6_HP_FP_	Fuori Prod				
15	08/01/2019	5903	PEPSL_MAX_ZERO_0,5L_F12_AXL_SPAGNA_17	138	138			138138
16	08/01/2019	5302	PEPSL_MAX_0,5L_F12_AXL_2016	138	138			138138
17	08/01/2019	5901	PEPSLTWIST_0,5LT_PET_AXL_2016	138	138			138138
18	08/01/2019	5900	PEPSLREGULAR_0,5LT_PET_F12_AXL_2016	138	138			13873
19	09/01/2019	5910	PEPSLREGULAR_0,5LT_PET_6X4_AXL_2016	73	73			7344

Dal punto di vista numerico nel 2019 sono stati realizzati 785 cambi formato dunque, considerando che la linea ha lavorato per 50 settimane, si veda appendice 1, per 6 giorni a settimana, risultano esserci stati 2,61 cambi al giorno. Questo significa che in media si sono verificati almeno due cambi formato al giorno.

Se però consideriamo solo i cambi effettuati sui prodotti attualmente attivi, i cambi formato totali avvenuti nel 2019 sono invece 591. È importante tenere a memoria questo numero perché ritornerà nelle successive analisi.

Dopo aver ordinato i 1156 cambi formato potenzialmente eseguibili nella linea 42, in ordine decrescente sulla base della frequenza di accadimento nell'anno 2019, si è ottenuto il grafico obiettivo dell'analisi ABC. Questo, come descritto nel capitolo 4, paragrafo 4.1.3, rappresenta nell'asse delle ascisse tutti i possibili cambi formato realizzabili nella linea 42 (1156) e nell'asse delle ordinate la frequenza con cui sono stati eseguiti durante il 2019. Tale grafico non era supportato da Excel, ma è stato elaborato con il software statistico Minitab'19, riproduce un istogramma incomprensibile in quanto la numerosità dei cambi formato della linea 42 è troppo elevata per essere visualizzata in uno spazio così ristretto.

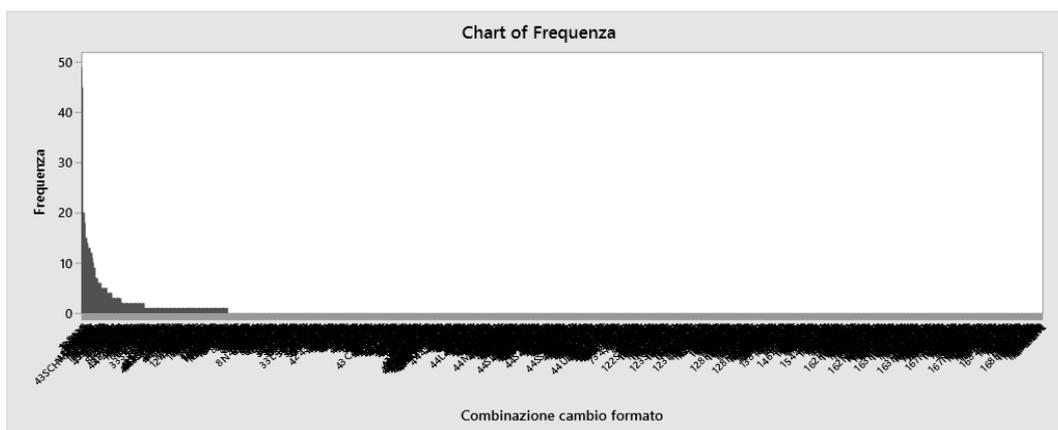


Figure 29, Grafico risultante dall'Analisi ABC di tutti i 1156 prodotti realizzabili nella linea 42, associati alle frequenze di accadimento del 2019

Quello che si può osservare però è la presenza di tantissime combinazioni di cambi formato che non sono mai stati realizzati, la cui frequenza di accadimento è pari a zero. In effetti, considerando l'anno 2019, il numero dei cambi formato che si sono realizzati è: 591, ma le tipologie dei cambi formato realizzati sono solo 176. In altre parole nel 2019 sono stati realizzati 176 cambi formato differenti sul totale di 1156

potenziali, i quali sono stati ripetuti durante l'anno in modo tale che la somma delle loro frequenze di accadimento sia pari a 591. Per esempio il cambio formato da classe SMED 138 a classe SMED 73 si è ripetuto 10 volte nel 2019, per cui il cambio formato in sé viene contato una volta sulle 176 tipologie di cambi formato esistenti, ma 10 volte sui 591 cambi formato realizzati l'anno precedente.

Siccome non ha senso considerare i cambi formato che non si sono mai verificati nel 2019, nel seguito della trattazione ci concentreremo solo sui 176 che costituiscono l'asse delle ascisse del grafico seguente.

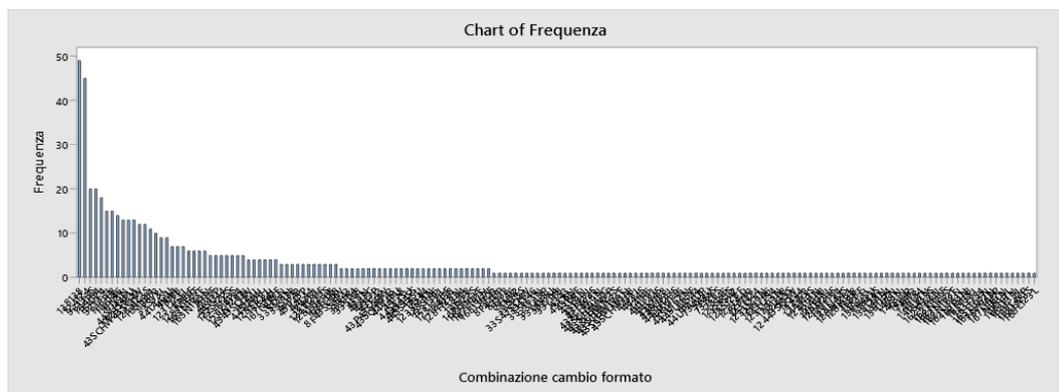


Figura 30, Grafico risultante dall'Analisi ABC dei soli 176 prodotti realizzati nella linea 42 nel 2019, associati alle frequenze di accadimento del 2019

A causa dell'incomprensibilità anche del presente grafico, si è deciso di fornire alcuni dati tabellari relativi ai cambi formato che sono stati eseguiti almeno 9 volte durante l'anno selezionato.

Tabella 11 Estratto dei cambi formato realizzabili nella linea 42 associati alle loro frequenze di accadimento in ordine decrescente

Combinazione cam	Frequenza	Frequenza relativa	Frequenza Percentuale
138138	49	0,082910321	8,291
124124	45	0,076142132	7,6142
33L33S	20	0,033840948	3,3841
154154	20	0,033840948	3,3841
154124	18	0,030456853	3,0457 25%
33L33L	15	0,025380711	2,5381
168168	15	0,025380711	2,5381
146146	14	0,023688663	2,3689
8N8N	13	0,021996616	2,1997
44SU44SU	13	0,021996616	2,1997
123S123L	13	0,021996616	2,1997
43SCHW43SCHW	12	0,020304569	2,0305
123S123S	12	0,020304569	2,0305
168168L	11	0,018612521	1,8613
13873	10	0,016920474	1,692
33S33L	9	0,015228426	1,5228
44L44SU	9	0,015228426	1,5228 50%

I primi due cambi formato 138138 e 124124, presentano una frequenza di realizzazione molto più elevata rispetto a tutti gli altri. Per questo motivo è indispensabile andare ad indagare meglio queste due situazioni.

La classe tecnologica 138 contiene 11 prodotti a marchio Pepsi Regular e Pepsi Max, detto questo, unendo il dato dell'analisi ABC con i dati contenuti nella matrice dei cambi formato alla combinazione 138138, l'informazione che possiamo intuire riguarda il fatto che, nella linea 42, il cambio formato più frequente realizza come attività un cambio etichetta e un cambio gusto per passare da una bottiglia all'altra di Pepsi.

La classe tecnologica 124 contiene 5 prodotti Schweppes con gusti differenti, pertanto anche qui le attività di cambio formato da effettuare sono banali cambi etichetta e cambi gusto.

Da un'osservazione dei dati contenuti nella tabella precedente si può notare che la maggior parte dei cambi formato risultano essere passaggi di prodotto interni alla stessa classe tecnologica. Questo è molto sensato perché la programmazione della produzione, con l'obiettivo di minimizzare i tempi improduttivi legati al cambio formato, preferirà pianificare la realizzazione consecutiva di prodotti che non necessitino attività di cambio lunghe. Il cambio etichetta e il cambio gusto com'è logico, sono le due attività più rapide da realizzare e sono anche le più frequenti, essendo queste fondamentali per la realizzazione di bottiglie di prodotti diversi.

Da questi risultati si rileva l'importanza di un'azione di miglioramento sul cambio gusto che, essendo temporalmente più lungo del cambio etichetta, funge da collo di bottiglia in tutti i processi in cui sono presenti solo queste due attività.

Il nostro progetto però ha deciso di non puntare sul miglioramento delle attività di cambio gusto in quanto già un altro team aziendale era stato composto allo scopo di ridurre le tempistiche in quest'attività. Per questo motivo si sono protratte le analisi al fine di ricavare un'altra attività su cui agire.

8.3 Analisi dei colli di bottiglia della linea

Nel paragrafo precedente si è detto che i cambi formato tra prodotti interni alla stessa classe tecnologica sono i più frequenti. Da questo ne è conseguito che i cambi formato composti dalle attività di cambio gusto e cambio etichetta saranno i più frequenti. È necessario però quantificare quanto spesso un intervento di riduzione dei tempi in queste due attività possa apportare beneficio economico. Infatti il beneficio economico sorge solo quando le altre attività svolte nel cambio sono più rapide, se invece le due attività citate sono mascherate da altre attività più lunghe, la loro riduzione temporale non apporterà alcun vantaggio temporale.

Il seguente grafico che si basa sull'analisi delle attività eseguite sulle 176 differenti tipologie di cambi formato, eseguiti 591 volte nel 2019, mostra che: per 284 volte sono stati eseguiti cambi formato in cui le uniche attività necessarie erano il cambio gusto e il cambio etichetta e dunque nelle quali il collo di bottiglia era il cambio gusto, per 95 volte il collo di bottiglia dei cambi formato è risultato essere la confezionatrice 2-3, per 54 volte i cambi non hanno richiesto nessuna attività, per 45 volte il collo di bottiglia è risultato essere la soffiatrice, per 11 volte il collo di bottiglia è risultato essere l'etichettatrice con aggregati autoadesivi e per 102 volte il collo di bottiglia risultavano essere i lavaggi o i risciacqui eseguiti sulle macchine.

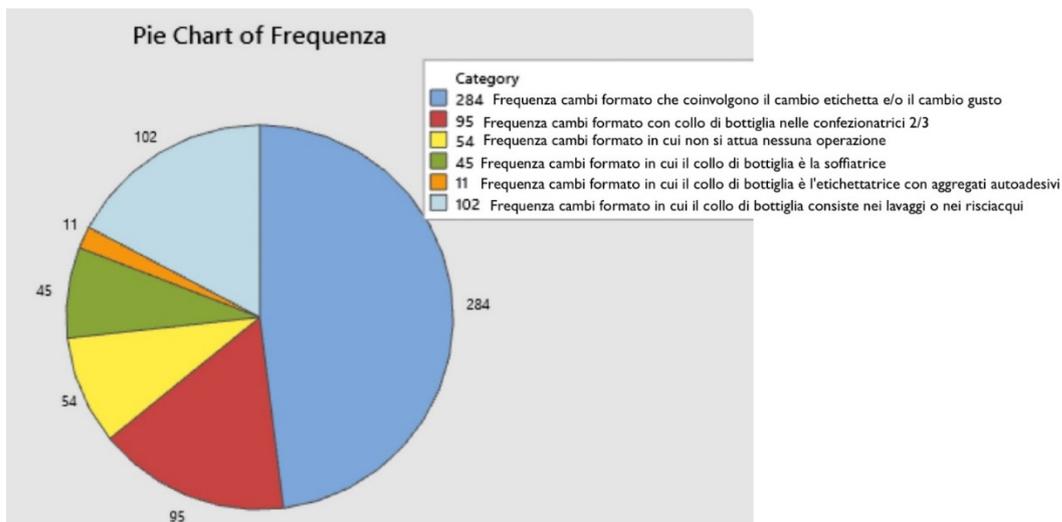


Figura 31, Grafico a torta che contiene le frequenze di accadimento dei colli di bottiglia della linea 42, avvenuti nel 2019

Da quest'analisi relativa ai colli di bottiglia della linea, che è stata eseguita manualmente osservando tutte le 176 voci dell'elenco riguardante le tipologie dei cambi formato avvenuti nel 2019, si è dedotta una classifica sulle priorità di azione di possibili progetti di miglioramento delle performance dei cambi formato.

La classifica riguardante le priorità di azione si basa sui dati ricavati dall'analisi dei colli di bottiglia riportata nel grafico a torta precedente e sull'ipotesi che i tempi di cambio formato potranno essere dimezzati dopo gli interventi migliorativi.

Da ciò ne deriva che nei 284 cambi il cui collo di bottiglia è il cambio gusto della durata di 30 minuti, moltiplicando 284 per 15 minuti che corrispondono al tempo riducibile si ottengono 4260 minuti risparmiati. Considerando i 95 cambi aventi come collo di bottiglia le confezionatrici 2-3 il cui cambio dura 150 minuti, con la stessa logica si otterrebbe una riduzione di 7125 minuti. Sui 45 cambi il cui collo di bottiglia nella soffiatrice ha una durata di 90 minuti, il vantaggio temporale sarebbe di 2025 minuti. Sugli 11 cambi aventi come collo di bottiglia l'etichettatrice con aggregati autoadesivi della durata di 120 minuti, la riduzione temporale sarebbe di 660 minuti. Infine se si considerano gli ultimi 102 cambi supponendo che si verifichi sempre il lavaggio più lungo che ha la durata di 45 minuti, in ogni caso la riduzione temporale massima sarebbe di 2295 minuti.

Queste semplici supposizioni ci danno una prima idea del macchinario sul quale agire, in realtà però come vedremo nel seguito, la situazione sarà ben più complessa

in quanto nonostante il collo di bottiglia possa essere dettato da un certo macchinario, il saving temporale massimo dipende anche dalla durata dei cambi degli altri macchinari presenti in quel cambio formato. Per fare un esempio, potrebbe essere che le confezionatrici 2-3 dettino il tempo totale del cambio formato sul quale sono utilizzate (150 minuti), ma che contemporaneamente nel processo si utilizzi anche l'etichettatrice con aggregati autoadesivi che presenta un tempo di cambio di 120 minuti, pertanto la riduzione massima possibile sarebbe la differenza tra uno e l'altro collo di bottiglia (30 minuti) non più i 75 stimati dalle analisi appena citate.

In ogni caso questa classifica ci fornisce un'idea dei macchinari prioritari su cui agire: al primo posto si è vista necessaria un'azione sul miglioramento delle confezionatrici 2-3 e al secondo posto sul cambio gusto sul quale però un team specializzato era già stato composto.

La classifica delle priorità di azione prosegue con un possibile progetto riguardante il problema dei lavaggi alle macchine, ma che per contro può essere realizzato a causa dei contratti che il Gruppo ha stipulato con le aziende clienti, la classifica termina con la soffiatrice.

Il collo di bottiglia su cui ha senso agire riguarda pertanto le confezionatrici 2-3-. I cambi formato da monitorare saranno tutti quelli nei quali le avvolgitrici in questione sono attive.

Il nostro progetto di miglioramento delle performance dei cambi formato per questi motivi si concentrerà sulle confezionatrici 2-3, le quali apporteranno un beneficio economico su 73 tipologie di cambi formato su un totale di 176, cioè sul 42%⁹⁸ delle tipologie di cambio esistenti e su 95 cambi formato su un totale di 591, cioè sul 16%⁹⁹ dei cambi formato eseguiti l'anno precedente e che si stima essere ripetuto in modo simile anche nell'anno 2020.

⁹⁸ Il 42% è stato calcolato in questo modo: $73/176*100 = 41,47\%$

⁹⁹ Il 16% è stato calcolato in questo modo: $95/591*100 = 16,07\%$

8.4 La scelta del cambio formato da monitorare

Dalle analisi descritte precedentemente, si è visto che il team di miglioramento, dovrà monitorare i cambi formato nei quali siano attive le confezionatrici 2-3. Pertanto prima di realizzare il filmato è necessario: procurarsi le opportune attrezzature (si veda capitolo 4, paragrafo 4.2), informare gli operatori e i capi impianto riguardo al giorno e all'orario in cui si effettueranno le riprese e fornire adeguate spiegazioni quando richieste.

Prima di filmare è necessario dialogare con i capi impianto al fine di comprendere al meglio le diverse tipologie di cambio formato che presentano il collo di bottiglia nel macchinario prescelto. Quello che si è scoperto durante il nostro progetto di miglioramento è stata infatti la presenza di due scenari diversi riguardanti i cambi formato aventi come collo di bottiglia la confezionatrice 2-3.

Il primo scenario, che si può osservare nel primo grafico a sinistra, rappresenta la situazione più favorevole che si possa verificare per la riduzione dei tempi dei cambi formato contenenti le confezionatrici 2-3: la presenza di un margine di miglioramento temporale elevatissimo che si otterrebbe riducendo il tempo impiegato nelle due confezionatrici. Il secondo scenario, osservabile nel secondo grafico, presenta invece la situazione peggiore che si possa verificare, quella in cui il margine di miglioramento temporale massimo ottenibile, sia dato dalla differenza tra il tempo impiegato dalle confezionatrici 2-3 e il macchinario che impiega più tempo dopo le confezionatrici ossia l'etichettatrice con aggregati autoadesivi.

A causa delle richieste dei clienti nel periodo nel quale si è svolto il progetto, si è monitorato un cambio appartenente allo scenario migliore, ma i risultati globali del progetto in termini economici e temporali come si vedrà nel seguito verranno ponderati alla probabilità di trovare uno o l'altro scenario.

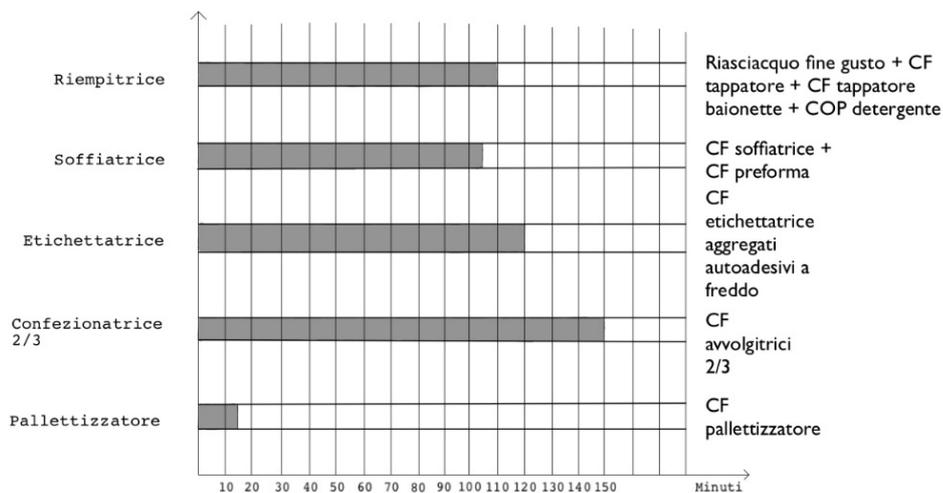
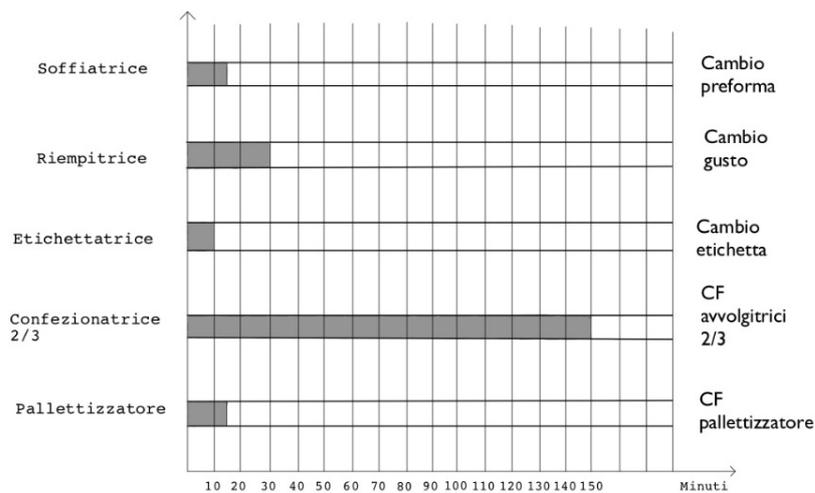


Figura 12, Scenario migliore e scenario peggiore nel nostro progetto di miglioramento delle performance dei cambi format

8.5 Probabilità di accadimento dello scenario migliore e peggiore

Per capire il vantaggio economico che il team potrà ottenere nel progetto di miglioramento delle performance dei cambi formato è di fondamentale importanza il calcolo delle probabilità di accadimento dei due scenari citati nel paragrafo precedente. Per questo motivo è stato indispensabile analizzare i cambi formato avvenuti nel 2019, si sono selezionate tutte le 73 tipologie di cambio formato aventi come collo di bottiglia le confezionatrici 2-3 e manualmente si è andati a verificare

la presenza dell'etichettatrice con aggregati autoadesivi: l'attività che segue le confezionatrici 2-3 per durata, nei cambi formato selezionati.

Dalle analisi si è scoperto che: lo scenario migliore è avvenuto in 55 cambi formato su 95, cioè nel 58% dei casi; lo scenario peggiore nel restante 42%, cioè in 40 cambi formato sui 95 totali avvenuti l'anno scorso.

I risultati economici che si andranno ad ottenere nei successivi capitoli dovranno quindi essere ponderati su questi due valori.

9 IL MONITORAGGIO E LA COSTIFICAZIONE DEL CAMBIO FORMATO PRESCELTO

Questo capitolo ha lo scopo di descrivere il processo di monitoraggio del cambio formato scelto in seguito alle considerazioni presenti nel capitolo precedente. Verranno descritte le analisi che è necessario effettuare per identificare la presenza di punti di miglioramento sui quali agire. Infine si descriverà accuratamente il processo di costificazione del cambio formato noto che, sulla base di esso, il management giustificherà l'approvazione di tutti gli investimenti riguardanti le azioni migliorative che si desiderano implementare.

9.1 Il monitoraggio del cambio formato prescelto

Il cambio formato prescelto per il monitoraggio è avvenuto il 18 giugno 2020, è cominciato alle ore 05:55, durante il turno mattutino. La squadra a disposizione era al completo e formata da 4 operatori ed 1 capo impianto CI, disposti come definito nel capitolo 7, paragrafo 7.2.

Il cambio formato consisteva nel passaggio dal prodotto Limone 0.33L Schweppes Vending F24 2019 ad una pista, codice 8230, classe SMED 43SCHW; al prodotto Pepsi Regular 0.33L Vending 6x4 2012 a tre piste, codice 5930, classe SMED 43P.

In questo cambio formato vi è il passaggio tra due prodotti appartenenti alla stessa classe tecnologica in quanto presentano similitudini di contenuto, di volume e di velocità di produzione. Sono entrambe bibite gassate, con formato 0.33L e con velocità produttiva nominale 43000 [pezzi/ora] ciononostante il cambio formato da una pista a tre piste è composto da innumerevoli attività da eseguire nella confezionatrice 2/3. Dalla tabella matriciale contenente tutti i cambi formato esistenti, descritta nel capitolo 8, paragrafo 8.1.2, si possono identificare le attività che è necessario svolgere in questo cambio: risciacquo fine gusto, cambio etichetta, cambio gusto, cambio preforma, cambio formato avvolgitrice 2-3, cambio

pallettizzatore. il tempo totale imputato sulla base dell'esperienza del capo impianto, al cambio formato monitorato, è di 150 minuti attribuibili tutti al collo di bottiglia in questione che è appunto la confezionatrice 2-3.

Il lavoro è stato svolto da un operatore che opera nella linea da una decina d'anni e con una dettagliata conoscenza delle confezionatrici 2-3.

Il monitoraggio è stato eseguito solo da un membro del team perché ritenuto in grado di seguire da solo le operazioni del singolo operatore. Tra le altre cose il video maker ha cercato di non interagire con l'operatore durante il suo lavoro per non compromettere l'autenticità del suo operato.

Il cambio è terminato alle 07:36 del mattino, pertanto il tempo di set-up è durato 1 ora e 41 minuti cioè 101 minuti ed è stato seguito da un tempo di ripartenza o di run-up di 1 ora.

Nel nostro progetto si è deciso che il tempo di run up termina quando si è raggiunta una produttività nominale della linea uguale o maggiore all'85% per un quarto d'ora. Questo significa che se la linea procede a 43000 [pezzi/ora], quando la velocità della linea raggiunge l'85% del valore nominale cioè una produttività di 36550 [pezzi/ora] il periodo di run-up è terminato e con esso anche il tempo del cambio formato. Si è deciso di non considerare la fase di run-down, in quanto avviene in una quindicina di minuti cioè il tempo necessario a bloccare la riempitrice e svuotare la linea dai prodotti del lotto precedente, durante questo tempo le attività di cambio formato sui macchinari liberati può già cominciare.

Le attività svolte dall'operatore durante il periodo di set-up sono esposte nella mappa temporale della pagina seguente che è stata generata in seguito alla visione ripetuta del filmato. L'asse delle ascisse presenta una barra temporale in cui un'unità di misura risulta essere pari a due minuti.

La visione del filmato è stata effettuata dapprima individualmente ed in seguito si è svolta in aula alla presenza del team, dei capi impianto e dell'operatore che aveva eseguito quel cambio formato il 18 giugno 2020. Durante la riunione si sono riviste le operazioni problematiche, commentandone possibili modalità di miglioramento con focus non solo al tempo, ma anche alla facilitazione del lavoro degli operatori. Si sono anche presentati dei risultati dedotti dall'analisi individuale del filmato: lo

Spaghetti chart e la costificazione del cambio formato, che andremo a descrivere nei prossimi paragrafi. In questo modo si è redatta una lista di possibili attività di miglioramento sulle quali ragionare per avviare possibili azioni correttive, se queste sono fattibili economicamente. La llinea temporale nella pagina seguente contiene la lista delle attività svolte associando ad ognuna di esse la singola durata.

9.1.1 Lo Spaghetti Chart

È un grafico utile alla rappresentazione dei flussi interni ad un'organizzazione, in questo caso i flussi sono gli spostamenti dell'operatore all'interno della postazione di lavoro delle due confezionatrici durante le attività di cambio. Per realizzare tale grafico che è stato aggiunto in appendice 2 e 3, si è utilizzata la video registrazione realizzata il 18 giugno 2020 andando a rappresentare con delle linee spezzate i movimenti effettuati dall'operatore distinguendoli con due colori differenti: arancione se l'operatore si spostava trasportando con sé un'attrezzatura, giallo se l'operatore si spostava senza alcuna attrezzatura. Come si può notare dalle due mappe presenti in appendice, le movimentazioni sono concentrate in traiettorie ben distinguibili e di colore arancione, che partono dagli armadi che contengono i pezzi per i cambi formato e sono dirette verso le due confezionatrici.

I tragitti sono di certo approssimativi, ma forniscono uno spunto di riflessione. Si è ritenuto adeguato al fine di risolvere questa problematica, l'ipotesi di un carrellino porta utensili da caricare e da portare in prossimità delle confezionatrici al fine di ridurre le percorrenze degli operatori.

Si era infatti calcolato dalla visione del filmato una percorrenza a causa della ricerca attrezzatura e componenti di 350 [metri/cambio formato] per un totale di circa 5 minuti persi.

9.1.2 L'analisi delle precedenze

Le attività filmate durante il cambio del 18 giugno 2020 e poi mappate temporalmente, sono state esaminate con l'aiuto del capo impianto che ci aveva aiutato con la realizzazione della tabella matriciale, al fine di comprendere i legami tra le singole attività svolte ed in modo da definire le dipendenze presenti tra le diverse operazioni, si veda il capitolo 3, paragrafo 3.2.2.1, per una descrizione più accurata. Per comprendere al meglio il grado di interdipendenza si è deciso di realizzare la mappatura delle attività presente nell'appendice 4, nella quale i cerchi rappresentano le attività svolte, mentre le frecce che collegano le attività indicano in base al loro verso, quale attività precedente (origine della freccia) deve essere realizzata per poter eseguire quella successiva (culmine della freccia). Per effettuare

quanto detto si sono dovute scomporre le attività identificate nella mappatura temporale rappresentata nel paragrafo precedente in micro attività, presenti nella seguente tabella.

Tabella 12 Elenco delle micro-attività relative al cambio formato prescelto per il monitoraggio

Forno 2	
<input type="checkbox"/>	A Verifica presenza materie prime a bordo linea <i>(da fare durante la produzione precedente)</i>
<input type="checkbox"/>	B Verifica delle attrezzature necessarie nel terminale-macchina e preparazione carrello <i>(da fare durante la produzione precedente)</i>
<input type="checkbox"/>	C Cambio bobina: prima inserimento spessore e poi bobina <i>(da fare durante C alla fine della produzione precedente)</i>
<input type="checkbox"/>	D Caricamento programma forno 2 nel terminale-macchina
<input type="checkbox"/>	E Verifica delle "regolazioni forno" nel terminale-macchina ed esecuzione delle regolazioni: A, B, C, D, E, F e G
<input type="checkbox"/>	F Rimozione dei due rebbi spintore, dell'attrezzatura C (- Sparti pacco) e dell'attrezzatura B (- Lamiera uscita catenelle)
<input type="checkbox"/>	G Nel terminale-macchina accedere alla scheda "pioli", disattivare il freno motore e rimuovere i pioli
<input type="checkbox"/>	H Verifica delle "regolazioni meccaniche" nel terminale-macchina ed esecuzione delle regolazioni: G ed F.
<input type="checkbox"/>	I Inserimento pioli: nel terminale-macchina accedere alla scheda "pioli" e verificarne il numero, ri-disattivare il freno motore prima di procedere con l'inserimento dei pioli
<input type="checkbox"/>	J Inserire l'attrezzatura B (- lamiera uscita catenelle), successivamente l'attrezzatura C (- Sparti pacco) ed infine eseguire la regolazione meccanica D
<input type="checkbox"/>	K Verificare il numero dei rebbi nel terminale-macchina ed inserirli utilizzando il controllo manuale del motore presente nel menù "manina"
<input type="checkbox"/>	L Verifica delle "regolazioni meccaniche" nel terminale-macchina ed esecuzione delle regolazioni A, B e C
<input type="checkbox"/>	M Verifica del numero dei rebbi avvolgibili neri nel terminale macchina e loro successivo inserimento, utilizzando il controllo manuale del motore presente nel menù "manina"
<input type="checkbox"/>	N Verifica delle "regolazioni meccaniche" nel terminale-macchina ed esecuzione delle regolazioni I ed U
<input type="checkbox"/>	O Cambio del film e successiva regolazione della fotocellula leqqi tacca <i>(attenzione all'incollaggio del film)</i>
<input type="checkbox"/>	P Accensione confezionatrice 2
<input type="checkbox"/>	Q Verifica delle "regolazioni meccaniche" nel terminale-macchina ed esecuzione delle regolazioni G, L e poi M ed N
<input type="checkbox"/>	R Verifica delle "regolazioni meccaniche" nel terminale-macchina ed esecuzione delle regolazioni D, OI, P, P1, Q, R ed S
Nastri	
<input type="checkbox"/>	1 Regolazione nastri e sensori
Forno 3	
<input type="checkbox"/>	I Preparazione carrello per confezionatrice 3 <i>(da fare durante la produzione precedente)</i>
<input type="checkbox"/>	II Cambio bobina: prima inserimento spessore e poi bobina <i>(da fare alla fine della produzione precedente)</i>
<input type="checkbox"/>	III Rimozione pioli, aste e agganci aste e loro sostituzione in base al formato
<input type="checkbox"/>	IV Regolazione corsie uscita confezionatrice <i>(Utilizzare la cima)</i>
<input type="checkbox"/>	V Cambio programma nel terminale macchina, passaggio del film e regolazione della fotocellula leqqi tacca
<input type="checkbox"/>	VI Inserimento chiavetta salita film
<input type="checkbox"/>	VII Rimozione o agguanta delle aste spingi pacco
<input type="checkbox"/>	VIII Accensione confezionatrice 3

Si noti che le micro-attività sono state suddivise, come d'altronde anche la mappa temporale, in tre macro aree di azione del cambio formato: l'area della confezionatrice 2, l'area della confezionatrice 3 e l'area nastri. Questo aspetto è da tenere a memoria perché costituirà motivo di organizzazione delle attività degli operatori.

Il diagramma delle precedenze che si è ottenuto è presente in appendice 4 e dalla sua osservazione presenta una moltitudine di attività che si possono effettuare in parallelo cioè senza legami di dipendenza con le altre operazioni. Questo è un vantaggio in quanto potenzialmente sarebbe possibile porre un altro operatore a svolgere le attività prive di legame.

9.1.3 Ulteriori analisi

Un'ulteriore analisi che si è deciso di svolgere è quella relativa alla produttività della linea durante le fasi del cambio formato in esame, rappresentata nel seguente grafico che pone nell'asse delle ascisse l'unità temporale e nell'asse delle ordinate il numero di prodotti realizzati. Le tre diverse fasi che compongono il cambio formato: la fase di run-down, di set-up e di run-up, sono definite nella zona sottostante al grafico. Nella fase di set-up la produttività è pari a zero ed in quel

frangente temporale della durata approssimata di circa due ore, i prodotti che si sarebbero potuti realizzare sarebbero stati: $9137 \text{ [pezzi per quarto d'ora]} * 8 \text{ [quarti d'ora]} = 73096 \text{ [pezzi]}$. Il valore 9137 deriva dalla velocità nominale della linea: $43000 \text{ [pezzi/ora]} * 85\% \text{ [efficienza linea media accettabile per il prodotto da realizzare]} / 4 \text{ [quarti d'ora/ora]} = 9137 \text{ [pz/quarto d'ora]}$. La linea ogni volta che realizza un cambio formato perde una produzione di circa 73000 prodotti oltre ad impegnare gli operatori in attività estremamente non a valore.

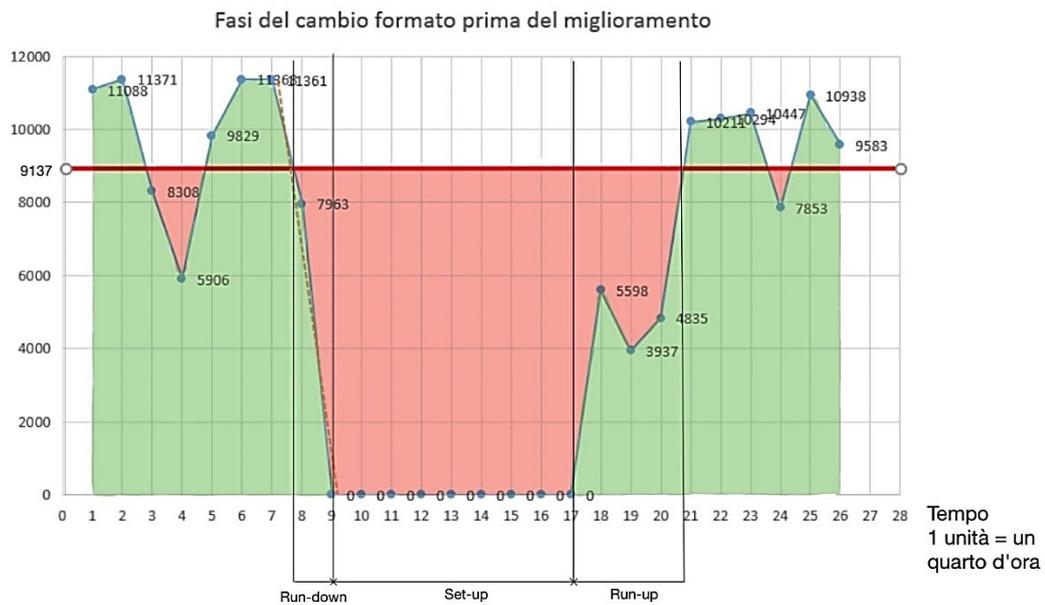


Figura 34, Grafico relativo alla produttività del cambio formato prima del miglioramento

9.2 La costificazione dei cambi formato con collo di bottiglia nelle confezionatrici 2-3

Avere un'idea del costo del cambio formato monitorato è indispensabile per avere un ordine di grandezza su cui basare gli investimenti in miglioramento che si desiderano effettuare.

Nel capitolo 4, paragrafi 4.4.1 e 4.4.2, si sono già delineate le principali voci di costo tangibili e intangibili da considerare nella costificazione. Per agevolarne il calcolo si è deciso di sviluppare un semplice programmino Excel il quale, inserendo alcuni valori numerici all'interno di alcune caselle-input (bianche) ed utilizzando semplici funzioni matematiche, permette la valutazione rapida del costo di un

cambio formato restituito automaticamente nelle caselle-risultato (grigie). Si veda l'appendice 8.

Il calcolatore considera i seguenti costi tangibili: costo del personale utilizzato direttamente o indirettamente durante il cambio formato, costo del materiale e delle attrezzature perse durante le operazioni del cambio formato, costo dei lavaggi effettuati, costo dell'energia impiegata nel cambio. Non viene considerato il costo della mancata produzione cioè la somma dei margini di retribuzione ottenuti dai prodotti che sarebbero stati realizzati se l'impianto non fosse stato fermo a causa del cambio formato. Questo trova la sua giustificazione nel fatto che il Gruppo San Benedetto non ha mai generato una mancata vendita, infatti, le produzioni urgenti che non possono essere realizzate nelle linee ferme a causa dei cambi formato e i cui prodotti non sono presenti a magazzino, vengono realizzate su altre linee produttive, bloccando produzioni meno urgenti o attingendo per queste dal magazzino automatico.

9.2.1 Costo del personale impiegato nel cambio formato

Il calcolatore richiede l'inserimento nelle caselle-input: del numero di operatori coinvolti nel cambio formato, della durata del set-up che è stata stimata in 1 ora e 40 minuti, del numero degli operatori indirettamente coinvolti nel cambio formato, che nella linea 42 non sono presenti in quanto l'esecuzione delle analisi di laboratorio sono svolte direttamente dagli operatori e dai capi impianto durante il turno di lavoro. Poi viene richiesto il tempo in ripartenza, stimato sulla base dell'esperienza intorno ad 1 ora e 30 minuti, nei quali i 5 operatori coinvolti sono considerati sotto-utilizzati poiché in quel frangente, l'efficienza della linea è molto più bassa rispetto al valore nominale. Infine si richiede il valore di efficienza media della linea in ripartenza per i cambi formato appartenenti alla stessa categoria, che si aggira attorno al 40%.

Da questi dati ne deriva che il costo del personale impiegato nelle operazioni di cambio formato costa all'incirca 500 euro.

9.2.2 Il costo dei lavaggi e dei materiali persi è trascurabile

I lavaggi non sono presenti nella quasi totalità dei cambi formato che utilizzano le confezionatrici 2-3, pertanto il valore degli stessi sarà per semplicità posto pari a zero al fine di avere un'idea generica del costo del cambio formato.

Per quanto riguarda invece il costo dei materiali persi durante le operazioni di cambio, si è deciso di non considerare: l'ammortamento degli impianti poiché questo, ad eccezione delle confezionatrici 2-3, è pari a zero essendo i macchinari dell'impianto molto vecchi. Anche il costo dei materiali persi durante il set-up è trascurabile in quanto sarà presente una perdita trascurabile: del film protettivo, del nastro adesivo o dell'usura riguardante alcuni semplici utensili. L'unico costo consistente, associato alle perdite di materiale, è quello dovuto alle fasi di avviamento della linea, in quanto durante queste fasi, la prima parte della produzione dovrà essere eliminata perché annacquata dai risciacqui pre-partenza. La perdita di bibita in avviamento linea è dovuta alla riempitrice e consiste all'incirca in 100 litri di bibita persa, che avvalorata al suo costo incide per una quindicina di euro per ogni cambio formato a cui andrebbero aggiunti i costi di depurazione della bibita persa che viene condotta al depuratore. Questa perdita però non essendo molto consistente economicamente e non essendo legata al fattore temporale, in quanto a prescindere della durata del cambio questo valore rimarrà fisso e costante, si è deciso di non considerarla.

9.2.3 Il costo dell'energia

Rimane quindi il costo dell'energia impiegata durante il cambio formato, che si è riusciti a calcolare grazie all'utilizzo di un software aziendale capace, tra le altre cose, di rappresentare i dati energetici relativi alle linee presenti in azienda in un grafico specifico. Da questo grafico, presente nel seguito, nel quale si sono rappresentati i valori energetici con ispezioni minuto dopo minuto, si può notare che l'accensione del forno delle confezionatrici 2-3 avvenuto al termine del cambio formato, ha causato un aumento dell'energia utilizzata dalla linea, essendo questo macchinario il più dispendioso energeticamente tra gli impianti della linea 42. Costificando l'energia media durante il set-up e quella media durante la fase di ripartenza si è ottenuto un costo medio dell'energia elettrica durante il cambio formato che si aggira intorno ad una trentina di euro.

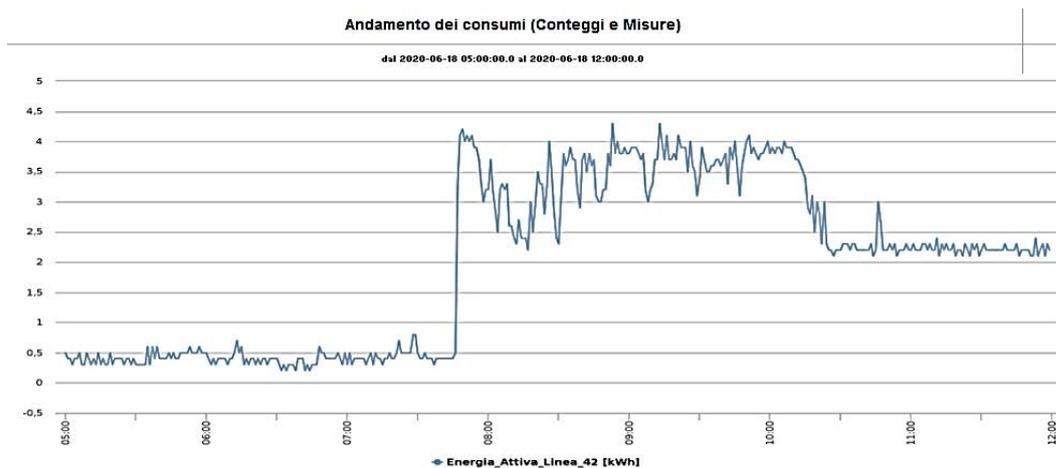


Figura 35, Grafico relativo al consumo energetico durante le fasi del cambio formato

Siccome il dato energetico è legato al fattore temporale in quanto la durata del set-up e del run-up incidono sul suo valore, si è deciso di considerare il costo energetico.

La stima del costo del cambio formato che comprende il costo del personale e il costo energetico è di circa 526 euro. Questo valore è in difetto di molte voci che, come si è detto in precedenza, non abbiamo considerato ciononostante, ci fornisce un'idea realistica di minimo del costo attribuito ad ogni cambio formato con collo di bottiglia nelle confezionatrici 2-3. Sappiamo che nel 2019 i cambi sulla confezionatrice 2-3 sono stati 95 pertanto $526 \text{ [€]} * 95 \text{ [cambi formato nel 2019 sulle confezionatrici 2-3]} = 49970 \text{ [€]}$ che rappresentano una stima in difetto del denaro perso nelle operazioni di cambio formato aventi come collo di bottiglia le confezionatrici 2-3 nel 2019.

9.3 Definizione dei punti di miglioramento su cui agire

Durante la riunione effettuata il 30 giugno 2020 con i membri del team di progetto, con gli operatori e con i capi impianto, oltre alla presa visione delle analisi sopra citate, si sono definite le azioni migliorative da applicare nelle confezionatrici 2-3. Ben presto però ci si è accorti di avere di fronte un ampio spettro di possibili interventi migliorativi, alcuni poco costosi, altri sostanziosi. Al fine di avere una chiara visione del Pay-Back period e del ritorno economico che questi esborsi avrebbero avuto, si è deciso di elaborare un ulteriore programmino su Excel che,

del team. Le azioni correttive confermate da idee fattibili economicamente sono state listate nel poster presente in appendice 5 a cui sono state associate: un orizzonte temporale nel quale avviare le azioni di miglioramento e un responsabile del progetto.

Nel prossimo capitolo si andranno a descrivere le modifiche tecniche ed organizzative che si sono effettuate in questo progetto di miglioramento delle performance di cambio formato.

10 GLI INTERVENTI MIGLIORATIVI APPLICATI AL PROGETTO DELLA LINEA 42

In questo penultimo capitolo si descriveranno tutti gli interventi migliorativi introdotti sulle confezionatrici 2-3 della linea 42, menzionando le motivazioni che hanno condotto alle azioni correttive ed i risultati temporali ed economici che si sono ottenuti. I risultati economici globali del progetto saranno invece descritti accuratamente nell'ultimo capitolo.

10.1 Mappa degli interventi migliorativi

Durante il mese di luglio 2020 sono state effettuate delle modifiche tecniche ed organizzative alle confezionatrici 2-3 dell'impianto 42.

La mappa che segue riassume la posizione sulla quale sono stati realizzati gli interventi, dividendoli in due colori: verde se sono state eseguite delle modifiche tecniche, giallo se sono state eseguite delle modifiche organizzative. Sono stati effettuati anche altri interventi aggiuntivi che non sono però allocabili ad una posizione specifica sulla mappa.

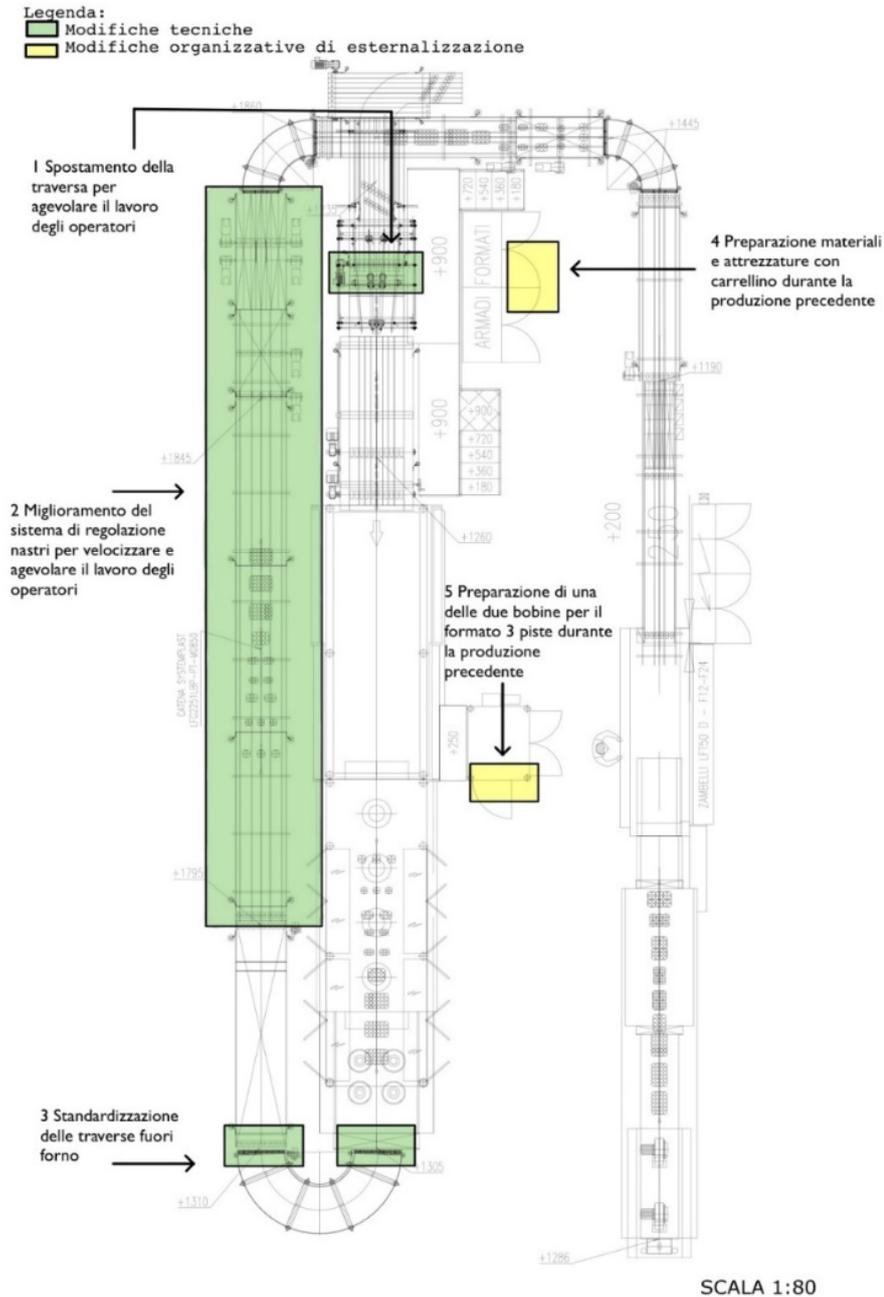


Figura 37, Mappa di posizionamento degli interventi migliorativi applicati nel progetto

Dopo l'esecuzione di questi interventi tecnici ed organizzativi, si è monitorato il cambio formato in data 18 luglio 2020 per verificarne gli effetti sulle performance temporali ed economiche. Questo cambio sarà descritto nel dettaglio nel prossimo capitolo, mentre i risultati ottenuti dopo l'implementazione delle azioni

migliorative confermati dal monitoraggio, saranno definiti alla fine di ognuno dei paragrafi che compongono questo capitolo.

10.2 Le modifiche tecniche

Gli interventi che hanno modificato tecnicamente le confezionatrici 2-3 verranno descritti in questo paragrafo e sono sorti dalle idee del team di miglioramento e/o dalle soluzioni proposte dagli operatori della linea sulla base del monitoraggio e dell'analisi del filmato del 18 giugno 2020.

10.2.1 Spostamento della traversa

Gli operatori sulle confezionatrici 2-3 si lamentavano della presenza di una traversa ossia di un elemento a forma di trave che fungeva da punto di regolazione durante i cambi formato nella zona di ingresso alla confezionatrice 2.

Dopo qualche osservazione ci si è accorti che la traversa era posizionata sul punto di disgiunzione tra due sponde di diversa geometria, necessarie all'entrata ordinata delle bottiglie verso la confezionatrice 2. Durante la marcia dell'impianto capitava che le bottiglie si incastrassero nella disgiunzione tra le due sponde, creando un blocco della macchina. In queste circostanze la traversa rendeva estremamente difficoltosa la rimozione delle bottiglie incastrate. Il team ha deciso quindi di spostare la traversa 20 cm dopo la disgiunzione, in modo tale da non impedire all'operatore la presa delle bottiglie incastrate, riducendo così il tempo improduttivo durante la marcia dell'impianto.

Tale modifica, che si può osservare nelle immagini che seguono, apporta sicuramente un beneficio tangibile legato alla riduzione del tempo improduttivo dell'impianto, ma anche un beneficio intangibile legato alla facilitazione del lavoro degli operatori. Non essendo però strettamente legato alle operazioni di cambio formato, non sarà inserito tra i risultati economici del progetto di miglioramento.



Figura 38, Fotografia dell'intervento migliorativo che consiste nello spostamento della traversa

10.2.2 Miglioramento del sistema di regolazione dei nastri trasportatori

Dalla mappa presentata nel capitolo precedente riguardante le attività effettuate durante il cambio formato monitorato il 18 giugno 2020 appare chiaro che, l'attività più dispendiosa temporalmente consiste nella regolazione dei nastri trasportatori che congiungono la confezionatrice 2 alla confezionatrice 3 la cui durata era di circa trenta minuti.

I nastri trasportano le bottiglie da una confezionatrice all'altra e lungo la loro estensione sono formati da quattro sponde di plastica disposte come nella figura seguente.

Le giunzioni tra una sponda e la sua consecutiva devono essere regolate attraverso un sistema che prevede la rotazione di un ingranaggio legato ad una rondella girevole mediante la quale è possibile spostare le due spondine laterali (1 e 4) contemporaneamente e con un sistema identico e parallelo movimentare le due spondine interne (2 e 3) contemporaneamente, si veda la figura seguente.



Figura 39, Fotografia riguardante i nastri trasportatori dell'impianto 42

Poiché il sistema presentava tante giunzioni, gli operatori erano obbligati a regolarle una per una, in base al diametro delle confezioni da realizzare nello specifico lotto di produzione. Per questo si è deciso di diminuire la numerosità delle giunzioni da 5 a 3, accentrando con un sistema studiato ad hoc le rondelle in queste 3 stazioni di regolazione.

Nella seguente figura sono segnalati in rosso i nuovi punti di regolazione ed in verde quelli che erano presenti nel passato.



Figura 40, Fotografia relativa all'intervento migliorativo che consiste nel nuovo sistema di regolazione dei nastri trasportatori

Queste regolazioni non solo hanno ridotto il tempo impiegato in questa operazione, ma hanno anche facilitato il lavoro del personale di linea. Prima dell'implementazione di questo sistema infatti, l'operatore era costretto a muoversi da un punto all'altro delle 5 stazioni di regolazione perché anche la differenza di un solo centimetro tra una e l'altra sponda le deformava e rendeva necessario il loro riposizionamento. Avendo solo 3 punti di regolazione adesso le sponde sono meno deformate rispetto a prima e dunque si lesionano meno, inoltre l'operatore le deve riposizionare un numero inferiore di volte.

A seguito di questo intervento, il beneficio temporale rilevato dalle osservazioni sui cambi formato successivi risulta essere pari a 5 minuti e corrisponde ad un

risparmio economico di 14,12 [€/cambio formato], con un PayBack Period di 303 giorni ed un ritorno economico dopo un anno di circa 177 [€].

Questo investimento è stato il più dispendioso dell'intero progetto poiché ha comportato un esborso di 1150 [€]. Tale cifra inoltre è risultata essere a posteriori una spesa errata in quanto la ditta esterna che ha condotto il lavoro poteva essere rimpiazzata da alcuni tecnici meccanici interni al Gruppo che avrebbero eseguito lo stesso lavoro durante il loro tempo libero a costo zero.

Questo feedback negativo sarà tenuto però in considerazione nelle future modifiche tecniche per i progetti di miglioramento dei cambi formato.

10.2.3 Standardizzazione delle traverse fuori forno

All'uscita della confezionatrice 2, ci si era accorti della presenza di due traverse costituite da un palo girevole sul quale montavano quattro perni che venivano distanziati sulla base della dimensione delle confezioni di bottiglie uscenti dal forno 2, si veda la prima immagine tra le due seguenti. Ogni qualvolta fosse presente una deformazione delle confezioni in uscita dal forno, queste spostavano uno dei quattro perni bloccando istantaneamente il sistema, in modo tale che l'operatore potesse scartare queste confezioni che non si erano fardellate bene. Prima dell'intervento del team di progetto, la regolazione veniva effettuata ad occhio ed essendo quasi sempre errata, causava blocchi dell'impianto durante la fase di run-up.

Per questo motivo si è deciso di implementare un sistema di regolazione visual, si veda la seconda immagine della figura seguente, il quale è costituito da una tabella che riporta la posizione dei quattro perni da distanziare, sulla base del formato da realizzare. La posizione dei perni è identificata da cinque colori presenti sulla tabella e sulla traversa che devono essere fatti coincidere.

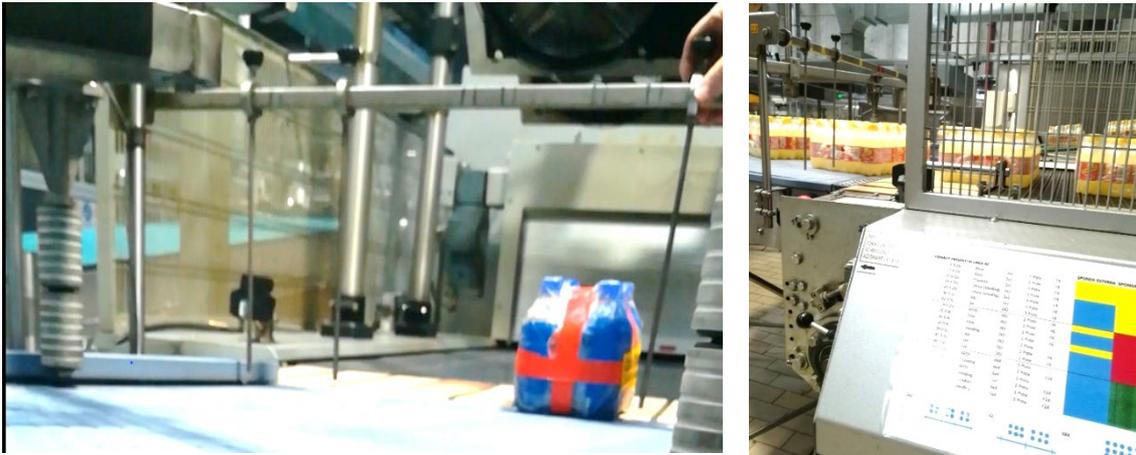


Figura 41, Fotografia relativa alle traverse fuori forno, prima degli interventi migliorativi

Questo intervento ha permesso di ridurre il tempo di run-up dell'impianto in questione, facilitando al contempo il lavoro degli operatori.

A seguito dell'intervento, il beneficio temporale che si è ottenuto è stimato di 2 minuti in fase di ripartenza che corrisponde ad un risparmio economico di 6,10 [€/cambio formato], con un Pay-Back Period di 0 giorni in quanto l'operazione è stata eseguita a costo zero ed un ritorno economico dopo un anno di 568,60 [€].

10.3 Le modifiche organizzative

Durante il mese di luglio sono state delineate anche delle modifiche organizzative poi implementate nelle confezionatrici 2-3 qualche tempo dopo. Queste saranno suddivise nella trattazione in: interventi di esternalizzazione delle attività, interventi di standardizzazione ed interventi di riorganizzazione della squadra di lavoro

10.3.1 Interventi di esternalizzazione delle attività: il carrellino porta utensili

Dal monitoraggio del cambio formato del 18 giugno 2020 e dalla sua analisi per mezzo dello Spaghetti Chart, ci si è resi conto della quantità di spostamenti inutili eseguiti dall'operatore delle confezionatrici 2-3 durante la preparazione e la ricerca dei componenti e delle attrezzature per l'esecuzione del cambio formato. Queste operazioni si effettuavano alla fine della produzione del lotto precedente, ma non

avendo a disposizione nessun contenitore atto all'appoggio dei componenti, la prassi era quella di andare a prenderne uno per volta dall'armadio dove erano situati e poi di riporre nell'armadio quelli non più necessari uno per volta. Per questo motivo si è deciso di acquistare un carrellino (nell'immagine seguente) dimensionato accuratamente per l'appoggio sul primo piano di tutti i componenti necessari al lotto da produrre e per l'appoggio nel piano sottostante di tutti i componenti utilizzati nel lotto precedente e non più necessari.



Figura 42, Fotografia del carrello porta componenti ed attrezzature utilizzato nell'impianto 42

Per facilitare ancora di più l'operazione, si è pensato di creare anche una "lista della spesa" da attaccare al carrellino, sulla quale è presente l'elenco di tutte le attrezzature e i componenti da caricare in base al formato da produrre.

Infine si è ritenuto ragionevole esternalizzare quest'attività di preparazione del carrello durante la produzione del lotto precedente e non più alla fine del lotto precedente, in modo tale da ridurre il tempo di set-up. In effetti, l'operatore che lavora sulle due confezionatrici, non deve eseguire particolari operazioni durante la marcia dell'impianto, pertanto avendo tempo libero a disposizione, può impiegarlo nella preparazione del carrellino per il cambio formato, senza avere vincoli temporali.

A seguito dell'implementazione del carrellino porta componenti ed attrezzature, il beneficio temporale calcolato è di 4 minuti e 30 secondi in fase di set-up, che corrisponde ad un risparmio economico di 11,97 [€/cambio formato] con un Pay-Back Period di 39 giorni ed un ritorno economico dopo un anno di 999,05 [€]. L'esborso per il carrellino è stato di 127 [€].

10.3.2 Interventi di esternalizzazione delle attività: la preparazione delle bobine

Sulle confezionatrici 2-3 sono presenti quattro bobine da cambiare ogni qualvolta ci sia un cambio formato, due per ogni macchinario. Le bobine sono formate da un sostegno cilindrico sul quale è arrotolato il film protettivo in plastica termoindurente che, una volta scaldato sopra le bottiglie, le fardella in confezioni. Durante la produzione è utilizzata solo una delle due bobine, mentre la seconda deve essere già caricata sul macchinario in modo tale che quando la prima sia terminata si possa subito utilizzare la seconda evitando un fermo impianto.



Figura 43, Fotografia di uno dei due sistemi di cambio bobine dell'impianto 42

La preparazione di due delle quattro bobine che sono ferme durante la produzione del prodotto precedente, può essere esternalizzata nelle fasi finali della produzione precedente, in modo tale da utilizzare il tempo di set-up, solo per la preparazione delle altre due bobine che erano in esercizio e che pertanto non potevano essere cambiate.

Questa soluzione, possibile dal momento in cui come abbiamo visto gli operatori hanno tempo libero durante la produzione del lotto precedente, comporta una riduzione del tempo di set-up e un alleggerimento del carico di lavoro da effettuare durante il cambio formato.

A seguito dell'intervento di miglioramento implementato, si è notato un beneficio temporale di 3 minuti e 30 secondi in fase di set-up, che corrisponde ad un vantaggio economico di 9,90 [€/cambio formato], con un Pay-Back period di 0 giorni ed un ritorno economico dopo un anno di 395,50 [€].

10.3.3 Interventi di standardizzazione: creazione della Check-list e della procedura

Dal monitoraggio di alcuni cambi formato avvenuti nel mese di giugno e aventi come collo di bottiglia le confezionatrici 2-3, si è notata la variabilità con cui il personale delle confezionatrici 2-3 esegue le operazioni. In effetti, come abbiamo visto nel capitolo precedente, dall'analisi delle precedenze, la maggior parte delle attività che sono eseguite durante il cambio formato delle confezionatrici 2-3, sono indipendenti le une dalle altre, per questo motivo gli operatori possono decidere da quale attività cominciare e possono proseguire con l'attività che sono soliti effettuare senza alcun vincolo particolare.

Un problema che si è riscontrato con questo sistema è la dimenticanza nell'esecuzione di alcune attività. Per questo motivo si è deciso di standardizzare in una procedura ufficiale, le operazioni di cambio da effettuare nelle due confezionatrici. Questa scaletta di attività è stata realizzata in due versioni: la prima è una check-list comoda ed intuitiva che permette all'operatore di segnare le attività che ha svolto e di ricordare quelle che deve ancora effettuare, la seconda consiste in un manuale da tenere in linea che descrive dettagliatamente le attività da eseguire

durante i cambi formato con l'associazione di foto e altri particolari. Un estratto dei due documenti è presente in appendice 6 ed 7.

L'obiettivo che si stima di ottenere con l'introduzione di queste due procedure, consiste in una riduzione della variabilità nel processo di realizzazione del cambio formato che permetta per lo meno di evitare dimenticanze con conseguente riduzione del tempo di run-up, una facilitazione del lavoro degli operatori interinali che lavorano sugli impianti soltanto nel periodo estivo nel quale la produzione delle bibite raggiunge il picco massimo, e l'anticipazione di alcune operazioni che se eseguite alla fine del processo possono allungarne la durata inutilmente. Riguardo quest'ultimo aspetto, un esempio riguarda l'attività di accensione dei forni che non andrebbe effettuata, come si era rilevato nel filmato del 18 giugno 2020, alla fine del cambio formato, ma deve essere anticipata almeno 25 minuti prima per evitare l'attesa inutile del suo riscaldamento.

La check-list e la procedura non è stata imposta dal team, ma è stata delineata dal team e poi migliorata e confermata da tutti gli operatori delle confezionatrici 2-3.

10.3.4 La riorganizzazione della squadra di lavoro

Nonostante l'implementazione di tutte queste modifiche tecniche ed organizzative, l'obiettivo SMART del progetto "dimezzare il tempo del cambio formato della linea 42 in 6 mesi" era ancora lontano. Pertanto si è deciso di agire sulla riorganizzazione della squadra di lavoro, che nel nostro progetto consiste nello spostamento degli operatori sotto utilizzati presso altre postazioni di lavoro.

Nel capitolo 8, paragrafo 8.4 infatti abbiamo definito la presenza di due possibili scenari riguardanti i cambi formato aventi come collo di bottiglia le confezionatrici 2-3, che sono riproposti nelle due immagini che seguono.

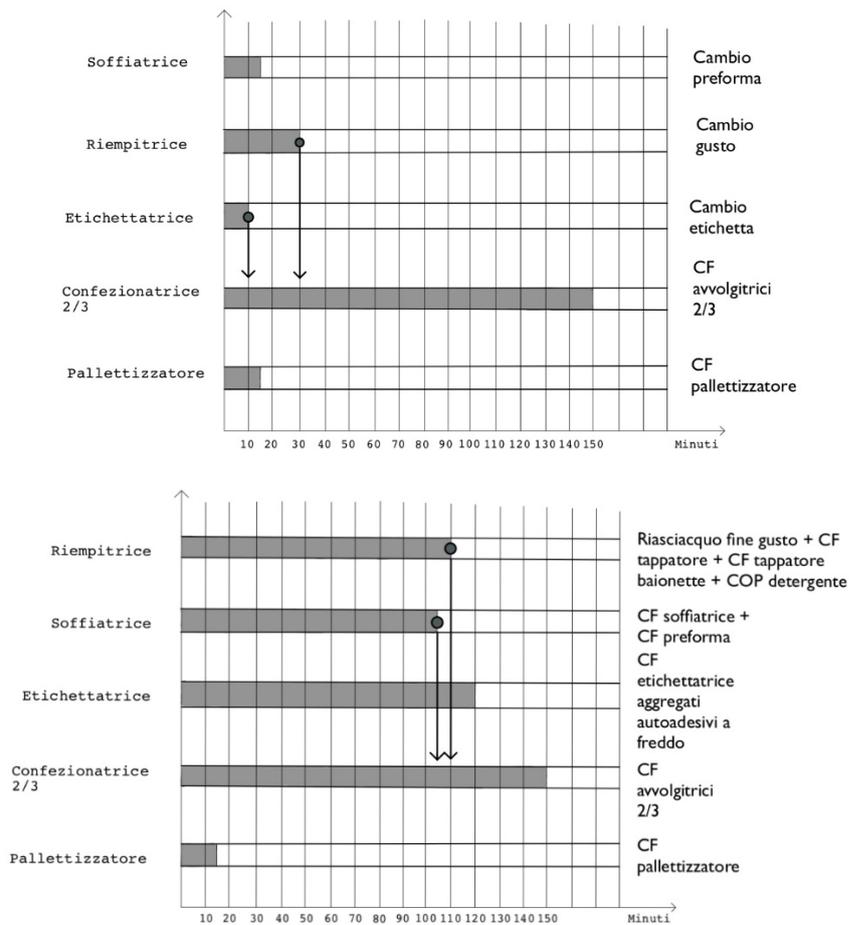


Figura 44, Grafico riguardante il carico di lavoro associato ad ogni postazione di lavoro dell'impianto 41 nei due differenti scenari: favorevole (foto in alto), non favorevole (foto in basso)

Nel primo scenario è subito evidente la presenza di stazioni di lavoro scariche di attività, i cui operatori risultano sotto utilizzati rispetto alla postazione il cui macchinario funge da collo di bottiglia. Quest'analisi ci ha permesso di riorganizzare il lavoro del personale di linea spostando le risorse libere dalla loro postazione a quella più saturata di lavoro.

Come si può osservare dalle due immagini precedenti, nel primo scenario si sono spostati gli operatori dell'etichettatrice e il capo impianto della riempitrice, nelle confezionatrici 2-3. Una volta che questi tre operatori sono giunti alle confezionatrici 2-3 però è necessario pensare ad un modo per organizzare il loro lavoro in questa postazione. A riguardo si è sfruttata la naturale suddivisione della stazione di lavoro nelle tre sottoparti: nastri trasportatori, confezionatrice 2 e confezionatrice 3. Pertanto i tre operatori si distribuiranno ad eseguire le attività

nelle tre sottoparti di cui è composta la postazione collo di bottiglia, con notevoli vantaggi di riduzione del tempo di set-up e di alleggerimento del carico di lavoro e la creazione di spirito di squadra.

Nel secondo scenario invece tutte le stazioni di lavoro sono molto più sature, per cui si attingeranno le due risorse necessarie al supporto delle attività sulle confezionatrici 2-3 dalla soffiatrice e dalla riempitrice. L'operatore nella soffiatrice in questo caso è formato solo per eseguire le regolazioni sui nastri, per cui il capo impianto presente sulla riempitrice eseguirà le operazioni sul forno 3 e poi aiuterà l'operatore sul forno 2 essendo questa l'attività più dispendiosa.

Concludendo si può affermare che, mentre nel primo scenario è possibile dimezzare la durata delle attività di cambio, nel secondo il guadagno massimo temporale stimato è di trenta minuti.

Il risultato economico ottenuto dagli interventi organizzativi è di difficile stima, pertanto si è ritenuto calcolabile come la differenza tra il beneficio globale del progetto, sottratto dei vantaggi economici ottenuti dagli altri interventi monetizzati nel corso di questo capitolo.

11 RISULTATI OTTENUTI DAL PROGETTO DI SNELLIMENTO DEI CAMBI FORMATO IN LINEA 42

In questo capitolo di fondamentale importanza si descriveranno i risultati globali in termini temporali ed economici ottenuti a seguito dell'implementazione degli interventi migliorativi descritti nel capitolo precedente. Alla fine del capitolo si argomenteranno le motivazioni che non hanno condotto al pieno raggiungimento del risultato all'interno dell'orizzonte temporale prefissato e i successivi punti di intervento finalizzati all'ottenimento del nostro obiettivo.

11.1 Risultati globali del progetto

In questo primo paragrafo si elencheranno i risultati ottenuti globalmente dalle azioni di miglioramento implementate nelle due macro-aree descritte nel capitolo precedente: interventi tecnici ed interventi organizzativi

11.1.1 Descrizione del cambio formato monitorato dopo gli interventi migliorativi

Il cambio formato prescelto per il monitoraggio è avvenuto il 9 luglio 2020, è cominciato alle ore 11:21 durante il turno mattutino. La squadra a disposizione era al completo e formata da quattro operatori ed un capo impianto, disposti come definito nel capitolo 7, paragrafo 7.2.

Il cambio formato consisteva nel passaggio dal prodotto Acqua 0.33L PET naturale, una pista, codice 1830, classe SMED 8N, al prodotto Pepsi regular 0.33L Vending 6x4 2012 a tre piste, codice 5930, classe SMED 43P. Il 18 giugno 2020 il cambio formato monitorato era lo stesso con l'unica differenza per il prodotto di partenza che invece di essere acqua era a base succo (Limone 0.33L Schweppes Vending F24 2019 ad una pista). Le operazioni da eseguire essendo il prodotto di arrivo il

medesimo erano le stesse perciò questo cambio si prestava bene ad essere monitorato in quanto identico al suo precursore.

Questo cambio formato consiste nel passaggio tra due prodotti non appartenenti alla stessa classe tecnologica in quanto non presentano similitudini di contenuto, ma solo di volume e di velocità di produzione che è di 43000 [pz/ora]. Ciononostante le attività da svolgere in questo cambio formato sono le medesime, nella confezionatrice 2/3 di quelle monitorato nel cambio precedente del 18 giugno 2020 nelle quali si era impiegata 1 ora e 41 minuti (fase di set-up), pertanto con i nuovi interventi migliorativi l'obiettivo è quello di dimezzare questo tempo.

Il monitoraggio è stato eseguito solo da un membro del team sebbene in questo caso sarebbero serviti altri due membri contemporaneamente che filmassero le operazioni eseguite dai tre operatori presenti, purtroppo però molti membri del team non erano in azienda quel giorno. Anche in questo caso il video maker ha cercato di non interagire con gli operatori durante le attività per non compromettere l'autenticità del loro operato.

Il cambio è terminato alle ore 12:29 del mattino, pertanto il tempo di set-up è durato 1 ora e 02 minuti cioè 62 minuti al posto dei 101 minuti che si erano monitorati il 18 giugno 2020.

Le attività svolte dagli operatori durante il periodo di set-up sono esposte nella mappa temporale della pagina seguente che è stata generata in seguito alla visione del filmato monitorato dopo gli interventi migliorativi. L'asse delle ascisse presenta una barra temporale in cui un'unità di misura è pari a due minuti, mentre l'asse delle ordinate è suddiviso in tre barre separate che rappresentano i tre operatori impiegati nelle attività di cambio formato.

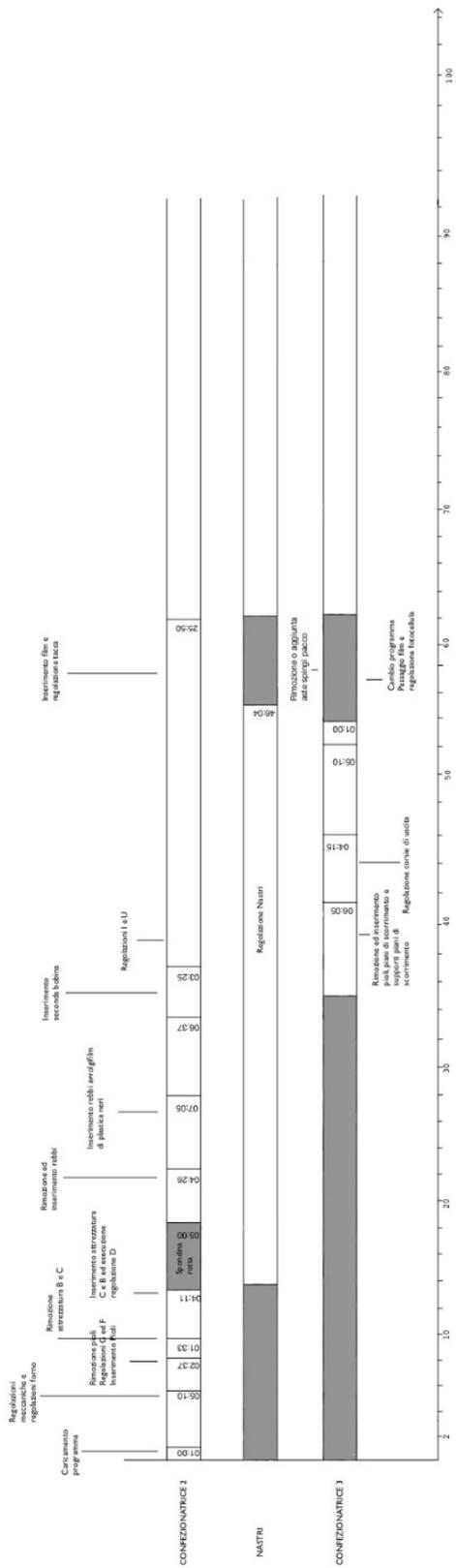


Figura 45, Esempio di mappa temporale contenente le attività svolte dai tre operatori, durante il cambio formato

11.1.2 Analisi della produttività

In questo paragrafo si descrive l'analisi della produttività della linea durante le fasi del cambio formato migliorato, spiegata attraverso un grafico generato con le stesse logiche di quello presente nel capitolo 9, paragrafo 9.1.2. Dal seguente grafico che pone nell'asse delle ascisse l'unità temporale e nell'asse delle ordinate il numero di prodotti realizzati, possiamo distinguere le tre diverse fasi che compongono il cambio formato: la fase di run-down, di set-up e di run-up. Nella fase di set-up la produttività è pari a zero ed in quel frangente temporale della durata approssimativa di circa un'ora, i prodotti che si sarebbero potuti realizzare sarebbero stati: $9137 \text{ [pezzi /quarto d'ora]} * 4 \text{ [quarti d'ora/ora]} = 36548 \text{ [pz]}$. Dopo l'implementazione dei miglioramenti, la linea ogni qualvolta realizzi un cambio formato perderà una produzione di circa 36500 prodotti, con una riduzione del 50% rispetto ai 73000 [pezzi] persi prima delle azioni migliorative.

Si noti che il periodo di run-up in questo caso è durato a lungo, molto più a lungo di quello avvenuto nel primo monitoraggio. Dopo un'ispezione in linea per comprenderne le cause, ci si è accorti che questo è stato generato da un altro macchinario: la riempitrice, su cui quel giorno si era verificato un guasto.

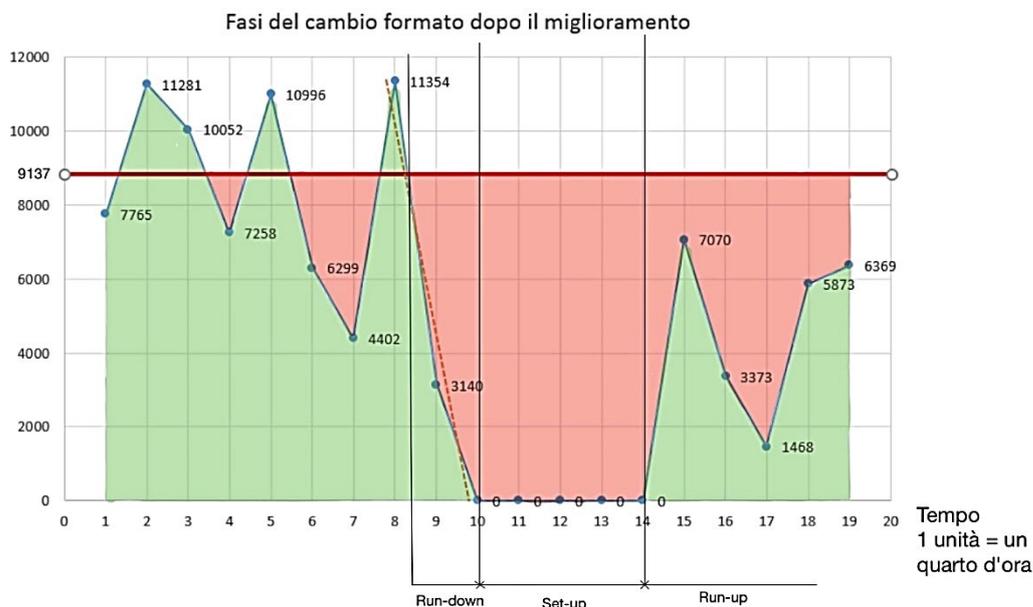


Figura 46, Grafico relativo alla produttività del cambio formato dopo il miglioramento

11.1.3 Risultati temporali del progetto

Dopo l'implementazione degli interventi migliorativi e il monitoraggio degli stessi, si è osservato che sui 95 cambi formato totali avvenuti nel 2019 e aventi come collo di bottiglia le confezionatrici 2-3, il 58% apparteneva alla tipologia di cambi il cui tempo era dimezzabile, il restante 42% non poteva essere ridotto per più di 30 minuti. Si veda capitolo 8, paragrafo 8.3 per una descrizione più dettagliata.

Pertanto la riduzione temporale di 39 minuti avvenuta in questo monitoraggio in cui il tempo di set-up è passato da 101 minuti a 62 minuti, può essere applicata solo al 58% dei cambi formato aventi come collo di bottiglia le confezionatrici 2-3, mentre nel restante 42% la riduzione massima sarà di 30 minuti comportando una riduzione da 101 minuti ad un massimo di 71.

Pertanto, per calcolare la percentuale di riduzione globale della performance temporale, si può calcolare una media ponderata sui due scenari:

$$\frac{0.58 * 39 + 0.42 * 30}{1} = 35,22 \text{ minuti}$$

39 è il numero dei minuti riducibili nello scenario più favorevole e sono associati ad una probabilità di accadimento dello 0,58, 30 è il numero dei minuti riducibili nello scenario meno favorevole e sono associati ad una probabilità di accadimento dello 0,42.

35,22 minuti è la riduzione globale della performance temporale del nostro progetto di miglioramento dei cambi formato, relativo alle confezionatrici 2-3, essi corrispondono ad una riduzione percentuale del 35%, rispetto alle tempistiche di partenza.

$$\frac{35,22}{101} * 100 = 35\%$$

Per una riduzione del 35% nelle tempistiche dei cambi formato aventi come collo di bottiglia le confezionatrici 2-3 è stato necessario un investimento totale sul progetto, calcolato anche inserendo lo stipendio del team calibrato sulle ore lavorate, di 2786 [€].

11.1.4 Beneficio economico globale del progetto

Nello scenario più favorevole, come si è detto, la riduzione temporale è stata di 39 minuti che coincidono ad una riduzione temporale del 43,3% rispetto ai 101 minuti impiegati nella situazione di partenza. Il Pay Back period totale è di 91 giorni, il beneficio economico è di 113,95 [€cambio formato], il ritorno economico dopo un anno è di 7925,54 [€], mentre il ritorno economico negli anni successivi sarà di 10711,54 [€].

Nello scenario peggiore invece la riduzione temporale è stata di 30 minuti che coincidono al 29,7% rispetto ai 101 minuti impiegati prima dell'implementazione dei miglioramenti. Il Pay Back period totale è di 104 gg, il beneficio economico è di 99,83 [€cambio formato], il ritorno economico dopo un anno sarà di 6597,64 [€], mentre negli anni successivi sarà di 9383,64 [€].

Globalmente, da calcoli ottenuti ponderando percentualmente la probabilità di accadimento dei due scenari, risulta che la riduzione temporale complessiva è stata di 35,22 minuti che coincidono al 35% rispetto agli iniziali 101 minuti. Il Pay Back period è di 96,46 giorni, il beneficio economico è di 108,01 [€cambio formato], il ritorno economico dopo un anno sarà di 7367,82 [€], mentre negli anni successivi sarà di 10153,82 [€].

Una constatazione degna di nota riguarda la considerazione della mancata vendita tra i costi imputati al cambio formato. In effetti, se si fosse considerato questo elemento, il vantaggio economico ottenuto per ogni singolo cambio formato sarebbe dell'ordine delle migliaia di euro al cambio, il Pay Back period sarebbe di qualche giorno e il ritorno economico dopo un anno sarebbe dell'ordine delle centinaia di migliaia di euro.

11.2 Risultati economici suddivisi per tipologia di modifica

Nel capitolo precedente si sono elencate tutte le modifiche tecniche ed organizzative che si sono realizzate nel progetto di miglioramento delle performance dei cambi formato della linea 42. Nei prossimi paragrafi si suddivideranno i risultati globali nelle due categorie: modifiche tecniche e

modifiche organizzative al fine di verificarne i contributi più rilevanti. Verrà definito per ogni categoria il vantaggio temporale in minuti, quello economico in [€cambio formato] e il ritorno economico dopo un anno in [€].

11.2.1 Risultati ottenuti dalle modifiche tecniche

Gli interventi a carattere tecnico che si sono implementati nelle confezionatrici 2-3 dell'impianto 42 hanno riguardato: lo spostamento della traversa, il nuovo sistema di regolazione dei nastri, la regolazione delle due traverse in uscita del forno della confezionatrice 2.

Il primo intervento, come detto nel capitolo precedente, non è nell'impatto economico perché difficilmente calcolabile dal punto di vista dei benefici.

Il secondo intervento ed il terzo, dai dati definiti nel capitolo precedente, hanno comportato un beneficio temporale complessivo di 7 minuti, un beneficio economico globale di 20,17 [€cambio formato] ed un ritorno economico dopo un anno stimato in 746,50 [€].

11.2.2 Risultati ottenuti dalle modifiche organizzative

Gli interventi a carattere organizzativo che si sono implementati nelle confezionatrici 2-3 dell'impianto 42 hanno riguardato tre aspetti: l'esternalizzazione di alcune attività (la preparazione dei componenti e delle attrezzature per il cambio formato e la preparazione di due delle quattro bobine avvolgi film), la standardizzazione delle operazioni all'interno di procedure e la riorganizzazione del lavoro degli operatori.

Il primo aspetto che si è citato è facilmente esprimibile dal punto di vista economico infatti, dai dati definiti nel capitolo precedente possiamo affermare che il risparmio temporale dovuto alle azioni migliorative di esternalizzazione è di 8 minuti ed è associato ad un beneficio economico di 21,06 [€cambio formato] con un ritorno economico dopo un anno di 1406,57 [€].

Il secondo e il terzo aspetto sono difficilmente esprimibili dal punto di vista economico pertanto il calcolo deriverà dalla differenza tra il risultato economico

globale del progetto e i risultati economici parziali elencati nei precedenti miglioramenti.

Dai 35 minuti risparmiati nel complesso sottraendo i minuti risparmiati nelle attività di esternalizzazione e nelle modifiche tecniche si ottengono 20 minuti di saving dovuti alla presenza dei tre operatori e alle procedure standard, il beneficio economico calcolato allo stesso modo è di 66,78 [€/cambio formato], il ritorno economico dopo un anno è di 5214,75[€] e negli anni successivi sarà di 8558,47 [€].

11.2.3 Costatazioni riguardo i risultati economici

Il risultato dimostra che un intervento organizzativo nella linea 42 impatta economicamente di più di un intervento tecnico e questo è giustificato dal fatto che nella linea 42, non è possibile investire cifre elevate in azioni migliorative perché il Pay Back period si allunga di troppo non permettendo un ritorno dell'investimento ragionevole nel tempo.

In questo business nel quale si cerca di produrre e vendere quantità elevate di prodotto considerata la bassa marginalità, si può lavorare molto sul modo di operare delle persone. Il problema principale consiste proprio nella non accettazione delle modifiche a carattere organizzativo da parte degli operatori. La maggior parte delle squadre di produzione del Gruppo San Benedetto infatti sono composte da personale che lavora nelle linee dell'organizzazione da decine di anni e che quindi sono radicate in una modalità di lavoro che risulta difficile da modificare. La parte più complessa pertanto è la modifica del modus operandi, ma questo aspetto è anche il più importante perché, come si è visto, impatta per la maggiore anche dal punto di vista economico. Per migliorare realmente si è vista la necessità di organizzare corsi di formazione agli operatori delle confezionatrici 2-3, durante i quali si spieghino le nuove procedure e le motivazioni alla base delle stesse.

11.2.4 Futuri punti di intervento

Per arrivare al nostro obiettivo di dimezzamento delle tempistiche dei cambi formato nella linea 42 c'è ancora del lavoro da svolgere. I futuri interventi che si è

deciso di implementare riguarderanno pertanto ulteriori modifiche tecniche sui nastri trasportatori sta volta realizzate nel tempo libero dal personale interno al Gruppo e dunque a costo zero, altre modifiche tecniche su alcune parti della confezionatrice 2 e la riorganizzazione in seguito a queste modifiche, del lavoro dei tre operatori che andranno, una volta terminato le loro operazioni sui nastri e sul forno 3, tutti e tre contemporaneamente ad operare sulla confezionatrice 2.

11.3 Una sfida per noi e per tutti

Per sua natura un progetto di miglioramento delle performance dei cambi formato non giunge mai a termine e come in tutti i processi vige il principio di Pareto: con il 20% dello sforzo si raggiunge l'80% dei risultati, però per il restante 20% dei risultati da raggiungere si impiegherà l'80% dello sforzo. Per questo per dimezzare i tempi dei cambi formato nella linea 42 bisognerà agire non solo sulle confezionatrici 2-3, ma anche come si sta facendo, sugli altri macchinari in ordine di priorità.

Partendo dalle considerazioni presenti in questa tesi, si può prendere spunto per l'implementazione di progetti di miglioramento delle performance dei cambi formato per le altre linee di imbottigliamento dell'azienda e di realtà organizzative differenti, replicando la medesima struttura logica.

Conclusioni

Lo sviluppo di questo manuale può suggerire alle aziende interessate all'implementazione di un progetto di miglioramento dei cambi formato, una struttura logica sulla quale adattare il proprio contesto produttivo.

I risultati ottenuti in sei mesi di lavoro presso il Gruppo San Benedetto, possono considerarsi soddisfacenti per il loro ritorno economico e per i vantaggi apportati al personale della linea, ma sono ancora distanti dall'obiettivo prefissato inizialmente: il dimezzamento dei tempi dei cambi formato nella linea in questione.

L'ostacolo principale che non ci ha permesso di raggiungere completamente l'obiettivo, riguarda certamente la limitata possibilità di investire in interventi migliorativi, dettata dal fatto che, i costi di mancata produzione non si potevano imputare ai costi dei cambi formato. Per questo motivo, le modifiche tecniche ed organizzative che si sono implementate non potevano superare una certa soglia di investimento per non gravare sul ritorno economico e sul Pay Back Period.

La seconda motivazione che ha limitato il raggiungimento del nostro scopo riguarda il fattore umano. La linea 42 presentava tre squadre di lavoro, una per ogni turno produttivo ed ognuna delle quali composta da quattro operatori e da un capo impianto. A parte qualche eccezione, il personale della linea lavorava per il Gruppo San Benedetto almeno da una ventina d'anni e non era motivato nel cambiare il proprio modo di operare. Lo sforzo maggiore che il team ha dovuto affrontare è stato proprio quello di modificare le abitudini di lavoro, questo aspetto però è la base per l'applicazione delle modifiche organizzative che, come si è visto, impattano per la maggiore sui benefici economici del nostro progetto, ma che se non sfruttati, rimangono solo un potenziale non applicato nella pratica.

Per agire su questo aspetto si è deciso fin da subito di coinvolgere gli operatori dei tre turni di lavoro nel progetto di miglioramento della confezionatrice 2/3, in modo tale da renderli non solo un mezzo per comprendere le reali problematiche della linea, ma anche un obiettivo, in quanto si desiderava alleggerire e facilitare il loro carico di lavoro.

Il coinvolgimento però si è visto non bastare per una piena riuscita delle modifiche organizzative, per questo si è deciso di realizzare dei corsi di formazione, che hanno avuto come scopo la spiegazione dettagliata delle motivazioni alla base del progetto, dei risultati potenziali che si sarebbero potuti raggiungere con il supporto di tutto il personale della linea.

Dopo queste riunioni, un ulteriore ostacolo si è presentato: la continua mancanza di motivazione degli operatori nel modificare il loro *modus operandi*. Questo era dettato dal fatto che anche dimostrando loro che le modifiche organizzative che si erano implementate, avrebbero fruttato migliaia di euro all'anno al Gruppo San Benedetto, questo beneficio non li riguardava direttamente. Al personale interessava soltanto agevolare le loro attività, mentre l'aspetto economico era considerato quasi negativamente in quanto il loro stipendio non sarebbe aumentato nonostante lo sforzo nel modificare le loro abitudini.

Per questo, eliminata la proposta di emettere dei bonus salariali ogni qualvolta gli operatori avrebbero realizzato il cambio formato seguendo le procedure, si è deciso di realizzare una formazione che non solo spiegasse le nuove modalità operative, ma che puntasse ai benefici che gli stessi potevano trarne in primis. In queste riunioni si è deciso anche di parlare di Lean Manufacturing, sfruttando a pieno queste poche occasioni di riunione per creare uno spirito aziendale più innovativo.

Il progetto ha fornito un apporto innovativo notevole all'interno del Gruppo San Benedetto, dettando le basi analitiche e organizzative per i futuri progetti di miglioramento nelle altre 22 linee di produzione dello stabilimento di Scorzè.

Inoltre, grazie a questo progetto, non solo si è reso il management consapevole dei limiti presenti nella propria realtà, ma si sono fornite anche le soluzioni per affrontare al meglio i prossimi cantieri di miglioramento.

Ringraziamenti

La stesura di questo elaborato di tesi non sarebbe stata possibile senza il sostegno di alcune persone che citerò di seguito.

Ringrazio il mio Relatore ch.mo Prof. Roberto Panizzolo, per la tempestività e il sostegno durante tutte le fasi di elaborazione del lavoro di tesi.

Ringrazio infinitamente il mio Correlatore PhD. Ing. Stefano Cervaro per avermi lasciato autonomia decisionale e supporto tecnico ed organizzativo durante l'esperienza in azienda.

Ringrazio l'Ing. Rosario De Marchi, direttore Operations del Gruppo San Benedetto per avermi fornito innumerevoli spunti riflessivi durante lo sviluppo del progetto.

Ringrazio il team "SMED" composto da: Massimiliano Basso, Michele Maronato, Matteo Pesce e Andrea Rizzante, tutto il personale della linea 42 tra cui: Marco Bulegato e Andrea Pozzobon per il sostegno e l'aiuto ricevuto durante le fasi decisionali ed operative del progetto.

Ringrazio nel complesso tutto il Gruppo San Benedetto per la bellissima esperienza e per il bagaglio culturale fornitomi.

Ringrazio infine i miei genitori che mi hanno concesso tutti i mezzi per poter completare gli studi e la possibilità di terminare la mia carriera accademica all'estero.

Ringrazio i miei nipotini Enrico ed Edoardo per la loro pazienza durante lo Smart-Working.

Bibliografia e Sitografia

BIBLIOGRAFIA

Arai D.K e Sekine K., *Kaizen for Quick Changeover: Going Beyond SMED*, New York: Productivity Press, 1992

Bernardes E. S. e Hanna M. D., «A theoretical review of flexibility, agility and responsiveness in the operations management literature,» *International Journal of Operations & Production Management*, vol. 29, n. 1, pp. 30-53, 2009.

Carli A., «Mascherine e respiratori, ecco le fabbriche che si riconvertono,» *Il Sole 24 Ore*, 24 Marzo 2020. G. S. Day, « Strategic Market Analysis and Definition: An Integrated Approach,» *Strategic Management Journal*, vol. 2, n. 3, pp. 281-299, 1981

Ferradás P. G. e Salonitis K., «Improving changeover time: a tailored SMED approach for welding cells,» *Procedia CIRP* , vol. 7, pp. 598-603, 2013

Ford H. e Crowther S., *My Life and work*, New York: Doubleday, 1922

Gasparella A., *GLI STRUMENTI DI VISUAL MANAGEMENT NELLA RIPROGETTAZIONE DEI PROCESSI LEAN. IL CASO BARAUSSE.*, Università degli Studi di Padova, DTG: Tesi di Laurea Magistrale in ing. Gestionale, ANNO ACCADEMICO: 2018/2019 .

Ghibelli M., *Formulazione di un modello di lotto economico in un contesto di sourcing dal Far East*, Tesi di Laurea Magistrale: Università degli studi di Padova DTG, 2013

Graziadei G., *Lean Manufacturing. Come analizzare il flusso di valore per individuare ed eliminare gli sprechi.*, Milano: Ulrico Hoepli Editore, 2006.

Gupta S. e Starr M., *Production and Operations Management Systems*, New York: CRC Press Taylor&Francis Group, 2014.

Henry J. R., *Achieving Lean Changeover Putting SMED to Work*, New York: CRC Press Taylor & Francis Group, 2013.

Herr K., *Quick Changeover Concepts Applied. Drammatically Reduce Set-Up Time and Increase Production Flexibility with SMED*, New York: CRC Press Taylor & Francis Group., 2014

Hill K., «Lean Manufacturing: The Seven Deadly Wastes,» *Plant Engineering*, vol. 72, n. 2, pp. 10-12, 2018. M. Y. Jaber e M. Bonney, «The economic manufacture/order quantity (EMQ/EOQ) and the learning curve: Past, present, and future,» *International Journal of Production Economics*, vol. 59, n. 1-3, pp. 93-102, 1999

Kazmi A., *Business Policy and Strategic Management*, New Delhi: Tata McGraw-Hill Publishing, 2006. J. R. Lucas, «Anatomy of a Vision Statement,» *American Management Association International*, vol. 87, n. 2, pp. 22-26, 1998.

Krafcik, John F, *Triumph of the lean production system.*, in *MIT Sloan Management Review*, 1988, vol. 30, n. 1

Lucas J. R., «Anatomy of a Vision Statement,» *American Management Association International*, vol. 87, 1998

McIntosh R. I., Culley S. J., Mileham A. e Owen G., *Improving Changeover Performance. A strategy for becoming a lean, responsive manufacturer*, Oxford: Butterworth-Heinemann, 2001.

Mastrofini E. e ISIPM, *Guida ai temi ed ai processi di project management*, Milano: Franco Angeli s.r.l., 2017.

OECD, «Conferenza dei Ministri delle Piccola e Media Impresa e dei Ministri dell'Industria: Migliorare la Competitività delle PMI nell'Economia Globale,» in *INNOVAZIONE DELLE PMI NELL'ECONOMIA GLOBALE*, Bologna, 2000

Rusconi G., «Lean e Operational Excellence: alla ricerca della produttività perduta,» *Il Sole 24 Ore*, 3 Febbraio 2020

Scagliarini R., «Le bollicine? Italiane «Con San Benedetto ho sconfitto Atlanta,»» *Il Corriere della Sera - L'Economia*, 22 Agosto 2017

Slack N., Brandon-Jones A., Johnson R., Betts A, Vinelli A., Romano P. e Danese P., *Gestione Delle Operations e Dei Processi*, Milano-Torino: Pearson, 2013

Stellingwerf R. e Zandhuis A., ISO 21500 Guidance on project management – A Pocket Guide, Zaltbommel: Van Haren Publishing, 2013.

Team P. P. D. e Bianchi F., KAIZEN. Il Miglioramento Continuo, New York; Firenze; Milano: Productivity Press; GoWare; Guerini Next S.r.l, 2017.

Verbano C. (2018), Slide delle lezioni, Insegnamento di Gestione dei progetti, Corso di Laurea in Ingegneria Gestionale, Università degli Studi di Padova, A.A. 2018/2019

Zatta D, 100 strumenti per il manager: La guida indispensabile - Dall'Analisi ABC allo Zero-Based Budgeting, Milano: Hoepli Editore S.p.A., 2018.

SITOGRAFIA

Q. Consulting, «Lean Company,» Company, [Online]. Available: https://www.leancompany.it/it/tools/il-lotto-economico_62.html. [Consultato il giorno 06 05 2020]

http://www.strategosinc.com/toyota_production.htm

http://tesi.cab.unipd.it/42397/1/Tesi_Far_East.pdf

https://it.wikipedia.org/wiki/Curva_di_esperienza

<http://erplab.it/wp-content/uploads/2017/01/14WBS.pdf>

https://www.esteri.it/mae/it/politica_estera/organizzazioni_internazionali/ocse.html

<https://stats.oecd.org/glossary/detail.asp?ID=6865>

https://en.wikipedia.org/wiki/Spaghetti_plot

[https://it.wikipedia.org/wiki/Valutazione_\(finanza\)](https://it.wikipedia.org/wiki/Valutazione_(finanza))

https://it.wikipedia.org/wiki/Ricambio_del_personale

https://it.wikipedia.org/wiki/CO2_equivalente

<http://tesi.cab.unipd.it/44611/1/Tesi.pdf>

https://it.wikipedia.org/wiki/Overall_Equipment_Effectiveness

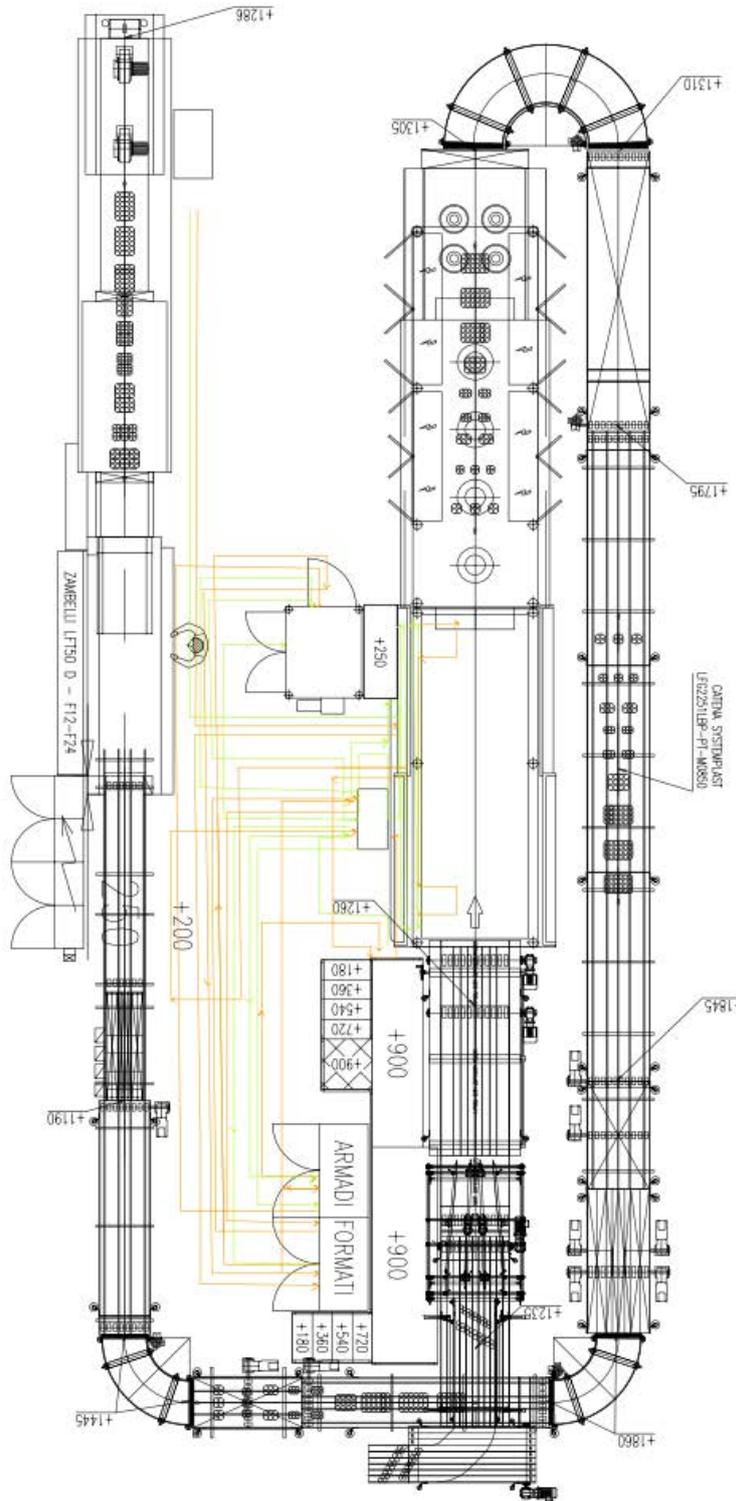
[https://it.wikipedia.org/wiki/SAP_\(azienda\)#:~:text=L'acronimo%20SAP%20significa%20%22Systeme,nell'elaborazione%20dati%22](https://it.wikipedia.org/wiki/SAP_(azienda)#:~:text=L'acronimo%20SAP%20significa%20%22Systeme,nell'elaborazione%20dati%22)

APPENDICE 2

Spaghetti Chart delle movimentazioni dell'operatore durante il cambio formato prima dell'introduzione del carrellino porta componenti ed attrezzature

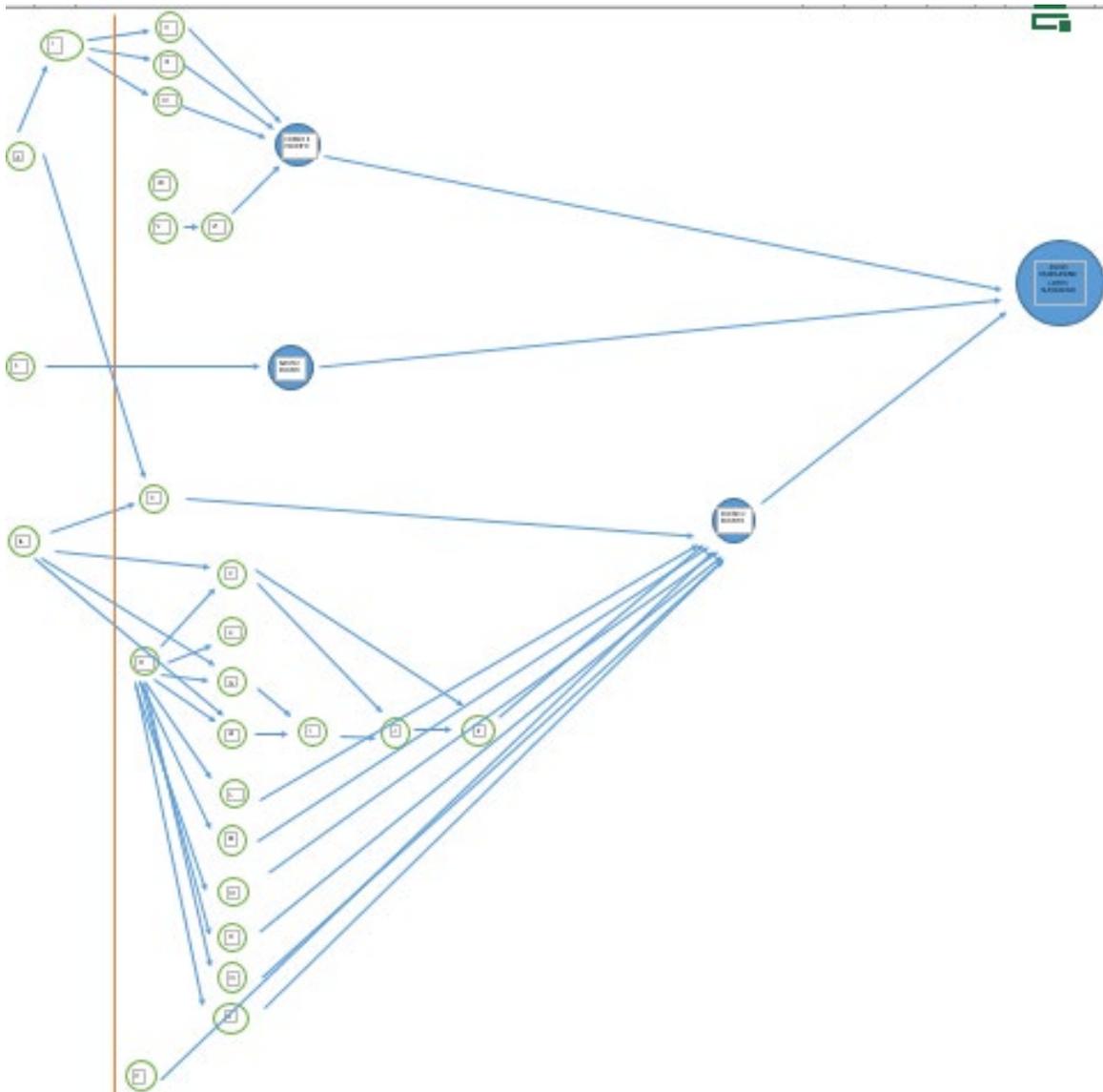
SPAGHETTI CHART CONFEZIONATRICE 2 - Prima dell'utilizzo del carrellino

Legenda:
 ● movimentazione operatore + attrezzatura
 ● movimentazione operatore



APPENDICE 4

Diagramma delle precedenze costruito con l'ausilio del capo impianto. La linea rossa separa le attività svolte durante la produzione precedente (a sinistra della linea), da quelle svolte durante il cambio formato (a destra della linea)



APPENDICE 5

Poster riguardante le attività di miglioramento da realizzare in linea 42

Lista Attività da perseguire



1 Miglioramento sponcina

2 Resoconto ad Acmi delle attività da realizzare in manuale sul forno 2 per possibile modifica



3 Valutazione maniglie a ripresa al posto dei bulloni solo su una delle due estremità dei denti, sui denti forno 2/3

4 - Carrellino

- Comprare un porta scotch con taglierino incorporato

5 Implementare una possibile pedana o scala mobile sul forno 2



6 Standardizzare i perni in entrata uscita prodotti sul forno 2

7 Implementare un sistema diverso per regolare i nastri tra i due forni

8 Realizzare la procedura standard delle attività CF forni 2-3 (check-list) ed implementarla nel tablet

9 Realizzare un manuale dei codici dei CF con rispettive immagini e attrezzature da caricare nel carrello porta utensili

10 Ragionare sulla duplicazione dei pezzi dei CF e standardizzare gli sparti pacco e lamiera uscita catenelle

TEAM SMED LINEA 42

APPENDICE 6

Check-List esposta in linea 42 nella postazione di lavoro della confezionatrice 2 utilizzabile quotidianamente dagli operatori per ricordare tutte le attività da eseguire

CHECK LIST CAMBIO FORMATO			
CONFEZIONATRICE 2/3 E NASTRI			
CAMBIO FORMATO	DA :		A:
CONFEZIONATRICE 2		FATTO (segnatare)	NON NECESSARIO (segnatare)
APPROVVIGIONAMENTO MATERIE PRIME <i>(da fare durante la produzione precedente)</i>			
PREPARAZIONE CARRELLO <i>(da fare durante la produzione precedente)</i>			
INSERIMENTO DI UNA DELLE DUE BOBINE <i>(da fare durante la produzione precedente)</i>			
CARICAMENTO PROGRAMMA NELLA CONFEZIONATRICE 2			
REGOLAZIONI MECCANICHE A,B,C e U ED REGOLAZIONI FORNO A,B,C,D,E,F e G			
RIMOZIONE PIOLI			
REGOLAZIONI G ed F			
INSERIMENTO PIOLI			
RIMOZIONE ATTREZZATURA B e C			
INSERIMENTO ATTREZZATURA C e B ed ESECUZIONE REGOLAZIONE D			
RIMOZIONE ED INSERIMENTO REBBI			
INSERIMENTO REBBI AVVOLGIFILM di PLASTICA NERI			
INSERIMENTO SECONDA BOBINA			
REGOLAZIONI I ed U			
INSERIMENTO FILM e REGOLAZIONE SENSORE TACCA <i>(Attenzione all'incollaggio del film)</i>			
ACCENSIONE FORNO 2			
REGOLAZIONI G, L, M ed N			
REGOLAZIONI O, O1, P, P1, Q, R ed S			
DATA:		ora inizio	ora fine
OPERATORE:			
OPERATORE:			

APPENDICE 7

Procedura di cambio formato esposta in linea 42, a supporto del lavoro degli operatori interinali o meno esperti

	SC_PR_IO0274					Revisione	0
	PROCEDURA CAMBIO FORMATO CONFEZIONATRICI 2-3 LINEA 42					Data emissione	04/08/2020
	Emesso da:	REPARTO PRODUZIONE					
	Verificato da:	REPARTO PRODUZIONE					
Approvato da:	DIREZIONE PRODUZIONE						
STABILIMENTI	Scorzè	Paese	Popoli	Biella	Nepi	Viggianello	Rionero in Vulture
Scopo	Istruire i destinatari sulla corretta procedura di cambio formato sulla						
Campo di applicazione	Linea 42						
Documento collegato							
Requisiti applicabili							
Definizioni							
MODALITA' OPERATIVA							
Responsabilità	Capi impianto, operatori						
D.P.I.	 Tutte le operazioni di cambio formato devono essere eseguite a macchina ferma o in sicurezza.						
Guanti con protezioni al taglio							

ATTIVITA' DA REALIZZARE DURANTE LA PRODUZIONE PRECEDENTE PER ENTRAMBE LE CONFEZIONATRICI

- Verifica presenza materie prime a bordo linea **#1**
- Verifica delle attrezzature necessarie dal terminale macchina e preparazione carrello (vedi allegato "Preparazione carrelli") **#2**
- Inserimento di una delle due bobine: prima inserimento spessore e poi bobina sia per il forno 2 che per il forno 3 **#3**



APPENDICE 8

Estratto del programmino di calcolo utilizzato per la costificazione dei cambi formato nella linea 42.

Voce di costo	Quantità [Inserire valore intero o decimale]	Tempo impiegato nel CF [Inserire valore orario (h)]	Costo standard [(h)]	TOTALE [(€ambio)]	Tempo impiegato nella ripartenza*1 [Inserire valore]	Efficienza media linea durante la ripartenza [%]	TOTALE [(€ambio)]
COSTO DEL LAVORO DURANTE IL CF							
<i>Operatori direttamente impiegati nel cambio</i>	5	168333	33,50	231,957725	1,5	0,4	250,245
<i>Personale non direttamente impiegato (es. Ispezione qualità, ...)</i>	0	0	33,50	0			
*1 La ripartenza termina una volta raggiunto il 75% della produttività nominale							
Voce di costo MATERIALE E PRODOTTO DURANTE IL CF	Quantità [Inserire valore intero o decimale [pz]]	Costo del prodotto scartato in ripartenza	TOTALE [(€ambio)]				
<i>Scarti di prodotto in ripartenza</i>	0	0	0	0			
<i>Lavaggio LSP-LSP (Consumo chemicals...)</i>							
<i>Materiali di consumo (panni, detergenti...)</i>							
Voce di costo COSTO DELLE ATTREZZATURE UTILIZZATE DURANTE IL CF							
<i>Ammortamento pneumatici, carrelli, attrezzi, ...</i>							
Voce di costo CF	durante il CF con dettaglio 1 minuto [Inserire valore intero o decimale [kWh]]	durante la ripartenza con dettaglio 1 minuto [Inserire valore intero o decimale [kWh]]	Costo energia elettrica anno 2020 [(€/kWh)]	TOTALE [(€ambio)]			
<i>Elettricità</i>	0,403	2,768	0,0835	24,35051377			
COSTO TOTALE CF [(€ambio)]							

Costi in %

PERSONALE | ENERGIA | SCARTI

Saving % dopo il miglioramento

SAVING PERSONALE | SAVING ENERGIA ELETTRICA | SAVING SCARTI