POLITECNICO DI TORINO

Corso di Laurea Magistrale

in Ingegneria Gestionale

Tesi di Laurea Magistrale

Standardizzazione dei cicli produttivi in AROL S.P.A in ottica Lean Production

Relatore:

Prof. Giulia Bruno

Candidato:

Gilberto Grimaldi (s271657)

Anno accademico 2021-2022

Introduzione

La conservazione degli alimenti e dei liquidi è sempre stata di fondamentale importanza per l'essere umano. Infatti, a livello storico, questo bisogno lo accompagna fin da quando iniziò ad essere sedentario e a vivere in società, passando da nomade a civilizzato.

La possibilità di rimanere nello stesso luogo per molto tempo permette e richiede all'uomo di approcciarsi in maniera differente a molti aspetti della quotidianità, tra cui il cibo e i liquidi.

Il poter usufruire di un determinato alimento in un momento diverso da quello della sua produzione o del suo conseguimento, cambiò radicalmente lo stile di vita generale.

Inizialmente per gli alimenti si utilizzavano le tecniche più disparate come ad esempio, la salatura e l'affumicatura, per poi arrivare fino alle attuali tecniche di confezionamento.

Per quanto riguarda i liquidi invece il discorso si fa più complicato: al contrario degli alimenti che permettevano l'aggiunta di determinate sostanze (come sale ecc), per i liquidi questo non fu possibile perché si sarebbe danneggiata la materia prima a causa della miscibilità e dell'impossibilità di separare i vari componenti.

Una soluzione poteva essere l'ebollizione del liquido, effettuata per uccidere i batteri al suo interno, o la loro conservazione in contenitori chiusi dalle prime forme di tappo.

Queste due soluzioni, però, possono essere funzionali in un panorama a breve termine ma non permettono di arrivare ad una vera e propria soluzione: con l'invenzione della sterilizzazione e della pastorizzazione, due metodi altamente specifici e specializzati, in concomitanza al processo di imbottigliamento e tappatura, fu possibile eliminare gran parte dei microorganismi al loro interno andando ad aumentare considerevolmente i tempi di conservazione.

Le prime forme di tappo, più precisamente di sughero, risalgono al quarto secolo A.C. dove fu utilizzato, nell'antica Grecia, per chiudere le botti.

A dimostrazione di quanto detto, nel primo secolo A.C, venne ritrovata un'anfora di vino ad Efeso chiusa attraverso un tappo di sughero: questo materiale veniva utilizzato perché famoso per isolamento termico, resistenza agli urti, galleggiamento e capacità di sigillare i recipienti, oltre a una bassa permeabilità ai liquidi.

Sommario

Questo elaborato è frutto della mia esperienza presso AROL S.P.A., azienda che compete ogni anno per essere leader nel settore della tappatura.

Essa, infatti, costruisce macchine tappatrici su commessa per poter soddisfare qualsiasi necessità che si presenta al cliente.

Le macchine tappatrici in una linea di imbottigliamento, si occupano di tappare il recipiente o contenitore.

Esistendo una moltitudine di personalizzazioni possibili dovute alla grande gamma di tappi e contenitori presenti in commercio, AROL S.P.A presenta 32 modelli differenti di macchine, con la possibilità di rivedere il progetto e personalizzarlo secondo le proprie esigenze.

Il fine dell'elaborato è quello di determinare una codifica standardizzata per poter gestire in modo più semplice e diretto, a livello di sequenze di fasi, tempi e costi, la moltitudine di codici che vengono prodotti internamente.

Il raggiungimento di questo obiettivo richiedeva l'analisi dei flussi produttivi e delle problematiche, in questo caso attraverso tecniche Lean, dello stabilimento CAP B, dove sono presenti 54 macchine a controllo numerico, con sede a Canelli (AT).

Indice

	Introduzione	4
	Sommario	6
1	L’azienda Arol SPA	14
1.1	Introduzione all’azienda	14
1.2	Arol SPA e il rapporto con il cliente	16
1.3	The Arol Group	18
1.4	Arol nel mondo	19
1.5	Settori serviti	20
1.7	Product description Arol SPA	27
1.7.1	Componenti principali macchina tappatric	28
1.8	Catena del valore	30
1.8.1	Dimensioni del mercato	31
1.9	Materie prime utilizzate	32
1.10	Scelte di make or buy	33
1.11	Stabilimenti produttivi Arol SPA con sede a Canelli (AT)	35
1.11.1	Layout CAP B	37
2	Taylorismo, Lean Thinking e Sistemi Informativi	45
2.1	Taylorismo	45
2.2	TPS	48
2.3	Lean Production	49
2.3.1	Muda	51
2.3.2	Casa del Toyota Production System	52
2.3.3	Metafora del fiume e degli scogli	54
2.3.4	Le 5S	55
2.3.5	Value Stream Map	56
2.3.6	Kanban	57
2.3.7	Lean Production e Jidoka	59
2.4	L’informazione	62
2.4.1	Sistemi informativi aziendali	63

2.4.2	Evoluzione sistemi informativi	65
2.4.3	MRP	66
2.4.4	MRP a ciclo chiuso	68
2.4.5	MRP II	69
2.4.6	ERP	70
2.4.7	Analisi vantaggi-svantaggi di un sistema ERP	72
2.4.8	Analisi costi-benefici di un sistema ERP	73
2.4.9	Implementazione ERP	74
2.5	Sistema di produzione	75
2.6	Sistema di simulazione	77
3	Processi e standardizzazione dei cicli	79
3.1	I processi aziendali	79
3.2	Rappresentazione grafica di un processo	81
3.3	L'automazione nei processi e la nascita degli standard	84
3.4	Standardizzazione dei cicli produttivi	85
3.4.1	Ciclo produttivo	85
3.4.2	Processo di standardizzazione dei cicli produttivi	87
3.4.3	Creazione della codifica di un ciclo standard	89
4	Standardizzazione dei cicli produttivi in Arol SPA	90
4.1	Introduzione al progetto	90
4.2	Situazione attuale	91
4.2.1	Fase di anagrafica	93
4.2.2	Fase di evasione	98
4.2.3	Fase di acquisto	99
4.2.4	Fase di programmazione	99
4.3	Analisi situazione attuale tramite tecniche Lean	100
4.3.1	Metodo dei Why-s in Arol SPA	101
4.3.2	5S in Arol SPA	102
4.3.3	Value Stream Map in Arol SPA	103
4.4	Data Card	108

4.5	Discriminanti per un ciclo standard in Arol SPA	111
4.6	Primo tentativo di determinazione di un ciclo standard	114
4.7	Secondo tentativo di determinazione di un ciclo standard	116
4.7.1	Codificazione dei campi comuni	117
4.7.2	Ciclo Standard per la famiglia delle flange	118
4.7.2.1	Esempio di un ciclo standard per le flange	120
4.7.3	Ciclo Standard per la famiglia delle boccole	121
4.7.3.1	Esempio di un ciclo standard per le boccole	123
4.7.4	Ciclo Standard per la famiglia dei piantoni	125
4.7.4.1	Esempio di un ciclo standard per i piantoni	127
4.7.5	Metodo di assegnazione dei tempi e dei costi	129
5	Conclusione e progetti futuri	130
6	Bibliografia	131
7	Sitografia	132

Indice delle figure

1	L'azienda Arol SPA	14
1.1	Arol S.P.A, logo ufficiale	14
1.2	Esempio di bottiglia in PET e tappo prefilettato in plastica	15
1.3	Arol Group, logo ufficiale	17
1.4	UNIMAC-GHERRI, logo ufficiale	17
1.5	TIRELLI, logo ufficiale	18
1.6	MACA ENGINEERING, logo ufficiale	18
1.7	Arol Group nel mondo	19
1.8	Settore Wine & Spirits	20
1.9	Le capsule per il vino	20
1.10	Settore Beverage and Beer	21
1.11	Le capsule per bibite e birra	21
1.12	Settore Food Product	22
1.13	Le capsule per prodotti alimentari	22
1.14	Settore Household Care	23
1.15	Le capsule per prodotti per la casa	23
1.16	Settore Personal Care	24
1.17	Le capsule per cosmetici	24
1.18	Settore Chemical	25
1.19	Le capsule per prodotti chimici	25
1.20	Settore Pharmaceutical	26
1.21	Le capsule per i farmaci	26
1.22	Esempio di una macchina tappatrice Arol	27
1.23	Disegno di una macchina tappatrice	29
1.24	Rappresentazione dei mercati	31
1.25	Arol SPA, CAP A	35
1.26	Arol SPA, CAP B	35
1.27	Arol SPA, CAP D	36
1.28	Reparto Raw Materials and Warehouse & Cut	38
1.29	Reparto Perso Parts	39
1.30	Reparto Cams	39
1.31	Reparto Central Structure	40
1.32	Reparto Flanges	41
1.33	Reparto Closing Heads	41

1.34	Reparto Chuck Cones VSM Standard Parts	42
1.35	Reparto Cap and Bottle Handling Parts	43
1.36	Reparto Welding	44
1.37	Reparto Quality Control	44
2	Taylorismo, Lean Thinking e Sistemi Informativi	45
2.1	Frederick Winslow Taylor	46
2.2	Ford Motor Company, primo logo	47
2.3	Ford Model T	47
2.4	Sistemi Push e Sistemi Pull	49
2.5	Clienti interni ed esterni	50
2.6	Muda	52
2.7	Casa del Toyota Production System	52
2.8	Raffigurazione della metafora fiume-scogli	54
2.9	Esempio di Value Stream Map (VSM)	57
2.10	Esempio di Kanban	58
2.11	Jidoka	59
2.12	Genchi Genbutsu	60
2.13	Diagramma di Ishikawa	60
2.14	Tabellone Andon	61
2.15	Esempio di Poka Yoke	61
2.16	Piramide di Anthony	64
3	Processi e standardizzazione dei cicli	79
3.1	Rappresentazione grafica di un processo	79
3.2	Esempio di rappresentazione IDEF 0	82
3.3	Esempio di flowchart	82
4	Standardizzazione dei cicli produttivi in Arol SPA	90
4.1	Disegno di una boccola scorrevole	94
4.2	VSM di un flangia da 7SEM	104
4.3	VSM di un flangia da 7SEM da tornire	104
4.4	VSM di una flangia da flangia grezza	104
4.5	VSM di una boccola scorrevole mono	105
4.6	VSM di una boccola scorrevole multi	106
4.7	VSM di una boccola ingresso vuoto	106
4.8	VSM di piantone fisso	107
4.9	VSM di piantone rotante	107
4.10	Esempio di Data Card	110
4.11	Esempio di un pop-up compilato	111

4.12 Flangia Porta Camma con Riduttore W, 001856802200 121
4.13 Esempio di ciclo standard per l'articolo 001856802200 121
4.14 Boccola Scorrevole, 001800502600 124
4.15 Esempio di ciclo standard per l'articolo 001800502600 124
4.16 Piantone Centrale Rotante, 001831703000 128
4.17 Esempio di ciclo standard per l'articolo 001831703000 128

Capitolo 1 L'Azienda AROL S.P.A

L'obiettivo di questo capitolo è quello di fornire una descrizione generale dell'azienda AROL S.P.A, storica impresa nel campo delle macchine tappatrici che permette al cliente finale di acquistare una macchina completamente fatta ad hoc a seconda delle sue esigenze. Si concluderà con una presentazione dello stabilimento "CAPB" e di tutti i reparti produttivi al suo interno.

1.1 Introduzione all'azienda

AROL S.P.A (fig 1.1) è un'azienda multinazionale di matrice italiana con sede a Canelli (AT). Fondata nel 1978 dal Sig. Sergio Cirio, ex operatore della Omec azienda specializzata in tutte le macchine che compongono una linea di imbottigliamento, che decise di specializzarsi solamente in macchine tappatrici vista anche la minore concorrenza iniziale.

Fig 1.1: AROL S.P.A, logo ufficiale

Nel 1984, venne introdotto e presentato il primo prototipo di bottiglia in pvc chiusa attraverso un tappo in plastica prefilettato (fig 1.2): questo evento, completamente rivoluzionario, azzerò la differenza di know-how e permise alla giovane AROL S.P.A di allinearsi con gli altri competitors potendosi confrontare alla pari.

Fig 1.2 Esempio di bottiglia in PET e tappo prefilettato in plastica

Dopo una grande crescita in campo nazionale, arrivando a possedere l'80% della market share totale, nel 1998 iniziò una prima fase di internazionalizzazione dell'azienda in luoghi strategici: la prima filiale fu aperta a Chambery (Francia) per poter sfruttare al meglio la vicinanza con la casa madre e per poter entrare in un mercato dove erano presenti i principali competitors; la seconda filiale, invece, fu aperta negli Stati Uniti d'America, più precisamente a Buford (Georgia) (fig 1.3), per poter aumentare la propria market share globale dovuta alla presenza dei principali clienti e per poter captare i bisogni e anticiparli attraverso una analisi di mercato approfondita.

1.2 AROL S.P.A e il rapporto con il cliente

AROL S.P.A si impegna a dare la miglior esperienza di acquisto e di assistenza possibile al cliente attraverso:

- Progettazione della macchina tappatrice ad hoc: la moltitudine di tappi e di bottiglie presenti sul mercato richiedono ad AROL S.P.A di possedere una elevata flessibilità per poter progettare ad ogni cliente la macchina che meglio si adatta alle sue esigenze garantendo tempi di consegna rapidi da quando viene approvato il progetto;
- Installazione e assistenza in loco: una volta progettata e prodotta la macchina, è fondamentale per AROL S.P.A seguire il cliente nel processo di installazione e testing per verificare che tutto ciò che era stato concordato sia effettivamente messo in pratica e che il cliente possa essere soddisfatto pienamente. AROL S.P.A, inoltre, attraverso diverse squadre di tecnici, garantisce un servizio di assistenza in loco ai propri clienti in modo tale da poter seguire tutta la fase di post-vendita;
- Possibilità di acquistare dei ricambi: durante gli anni le macchine possono necessitare di assistenza e pezzi di ricambio: AROL S.P.A garantisce il servizio più celere possibile, attraverso l'attivazione di procedure d'urgenza, per garantire ai propri clienti il minimo tempo di fermo macchina possibile;
- Manutenzione: c'è la possibilità per i clienti AROL S.P.A di usufruire, oltre al periodo di garanzia, di un servizio di manutenzione erogato da tecnici altamente specializzati;
- Mission: la mission di AROL S.P.A è quella di essere riconosciuto come leader mondiale specializzato in soluzioni di chiusura e macchine per il confezionamento;
- Vision: la vision di AROL S.P.A è quella di accogliere la sfida, rispettare gli impegni e costruire relazioni di lungo termine.

1.3 The AROL Group

A partire dal 2017, AROL S.P.A iniziò una forte campagna di acquisizioni per poter diversificare il proprio business a causa del fatto che era si costituito da macchine fatte ad hoc, ma sempre di macchine tappatrici si trattava. Di conseguenza la direzione intraprese la strada della diversificazione ma anche dell'integrazione per poter controllare al meglio le oscillazioni della domanda e per poter offrire al cliente finale un prodotto completo. Da questo nacque l'AROL Group (fig 1.3).

Figura 1.3: AROL Group, logo ufficiale

Fanno parte dell'AROL Group:

- UNIMAC-GHERRI (fig 1.4): azienda fondata nel 2008, entrata a far parte del gruppo AROL nel 2017, è specializzata in linee di confezionamento completo per prodotti alimentari, barattoli di vetro con capsule twist-off, pallettizzatori e macchine per il lavaggio dei contenitori vuoti;

Figura 1.4: UNIMAC-GHERRI, logo ufficiale

- TIRELLI (fig 1.5): azienda fondata nel 1957, entrata a far parte del gruppo AROL nel 2018, è specializzata in linee di confezionamento completo per

prodotti cosmetici: oltre alla tappatura è specializzata anche nella produzione di riempitrici e attrezzature;

Figura 1.5: TIRELLI, logo ufficiale

- MACA ENGINEERING (fig 1.6): azienda fondata nel 1987, entrata a far parte del gruppo AROL nel 2020, è specializzata in macchine e linee complete per capsule in alluminio o plastica, oltre che macchine e linee di taglio/assemblaggio di capsule in plastica.

Figura 1.6: MACA ENGINEERING, logo ufficiale

1.4 AROL nel mondo

Fig 1.7: AROL Group nel mondo

- Nord America: fig (1.7)
    - Vendite: circa 1/3 del totale;
    - Sedi: una negli USA e una in Messico;

- Latin America e Oceania (fig 1.7):
    - Vendite: circa 1/20 del totale;
    - Sede: una in Brasile;
- Europa: fig (1.7)
    - Vendite: circa 1/3 del totale;
    - Sedi: una in Germania, UK, Spagna e Francia, quattro in Italia;
- Asia: fig (1.7)
    - Vendite: circa 1/4 del totale;
    - Sedi: una in Cina, in India, in Thailandia e in Corea Del Sud.

1.5 Settori serviti

AROL S.P.A, pur rimanendo nella medesima categoria merceologica, presenta differenti tipologie di macchine tappatrici che permettono di servire svariati settori:

- Wine and Spirits (fig 1.8): settore fondamentali agli inizi per AROL S.P.A; la bottiglia di vino richiede un tappo di sughero, che può essere "a raso" o "a fungo", o un tappo "a vite" di plastica o alluminio (fig 1.9);

Figura 1.8: Settore Wine & Spirits

Figura 1.9: Le capsule per il vino

- Beverage and beer (1.10): settore collegato alle bottiglie d'acqua, alle bibite e alla birra; le prime utilizzano principalmente tappi prefilettati in plastica o alluminio, l'ultima invece richiede principalmente il classico tappo corona (fig 1.11);

Figura 1.10: Settore Beverage and Beer

Figura 1.11: Le capsule per bibite e birra

- Food products (fig 1.12): settore collegato ai liquidi alimentari, può spaziare dalla bottiglia di plastica fino alle lattine di alluminio (fig 1.13);

Figura 1.12: Settore Food Product

Figura 1.13: Le capsule per prodotti alimentari

- Household care (fig 1.14): tappatura di tutti i prodotti per la cura della casa; a seconda delle dimensioni possono esserci differenti tipi di tappo (anche irregolari) ma in genere sono tutti di plastica (fig 1.15);

Figura 1.14: Settore Household Care

Figura 1.15: Le capsule per prodotti per la casa

- Personal care (fig 1.16): settore collegato ai cosmetici, si utilizzano contenitori sia in plastica che in vetro di differenti dimensioni; i tappi in genere sono di plastica prefilettata (fig 1.17);

Figura 1.16: Settore Personal Care

Figura 1.17: Le capsule per cosmetici

- Chemical (fig 1.18): tappatura di tutti i prodotti chimici; possono esserci tappi di dimensioni differenti ma in genere sono rotondi e di plastica (fig 1.19);

Figura 1.18: Settore Chemical

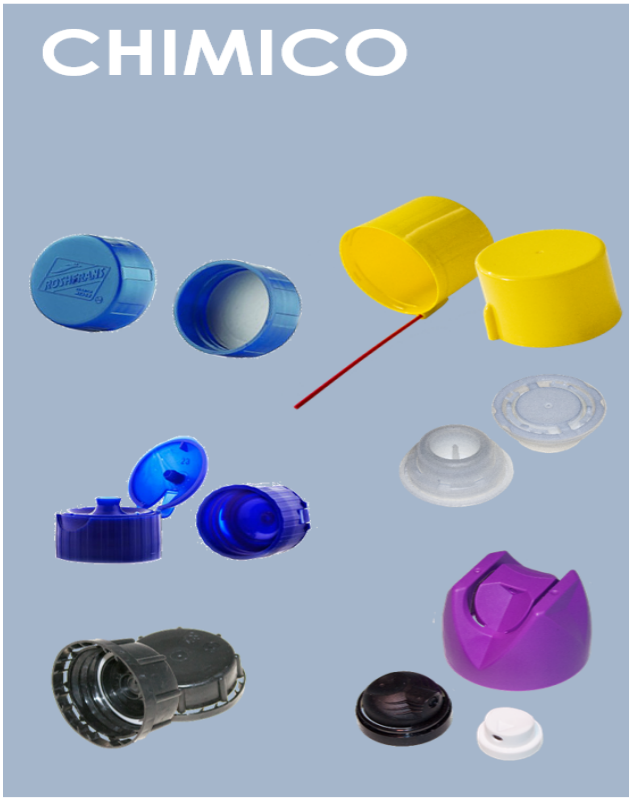

Figura 1.19: Le capsule per prodotti chimici

- Pharmaceutical (fig 1.20): tappatura di prodotti farmaceutici; il contenitore può essere sia in vetro che in plastica ma in genere il tappo risulta essere di plastica prefilettata (fig 1.21);

Figura 1.20: Settore Pharmaceutical

Figura 1.21: Le capsule i farmaci

1.7 Product Description AROL S.P.A

AROL S.P.A costruisce macchine tappatrici su commessa. Le macchine tappatrici (fig 1.22) sono quelle macchine che, come suggerisce il nome stesso, si occupano e sono responsabili del processo di tappatura, ossia di chiusura e confezionamento di tutti i tipi di contenitori.

La macchina tappatrice, solitamente, non si trova isolata ma è all'interno di una linea di imbottigliamento composta anche da macchine soffiatrici, sciacquatrici, riempitrici ed etichettatrici.

I contenitori vengono trasportati attraverso le varie fasi da un nastro trasportatore. Esso quando è in prossimità della macchina tappatrice raggiunge una coclea che, a seconda del passo che possiede, distanzia i contenitori in modo tale da poter essere sincronizzati con le teste tappatrici e tappati in condizioni di sicurezza.

Figura 1.22 Esempio di una macchina tappatrice AROL

1.7.1 Componenti principali macchina tappatrice

Una macchina tappatrice (fig 1.23) può essere composta da differenti macrogruppi:

- Alimentatore: si tratta di un contenitore che permette di avere uno stock di capsule che verranno successivamente utilizzate dalla macchina. Le capsule al suo interno vengono inserite nella canalina per arrivare alle teste tappatrici;
- Alimentazione: permette alle capsule di essere trasferite alle teste tappatrici;
- Attrezzatura: parte della macchina fatta in plastica. Attraverso la coclea si trasportano i contenitori per essere tappati con la giusta distanza; la guida fa da supporto per arrivare alla testa tappatrice mentre la stella di trasferimento separa i diversi contenitori;
- Torretta superiore: insieme di tutti i componenti che si occupano della tappatura. Si parte dalla camma per arrivare fino alla testa, al pistone, alle boccole, alle flange e al cono. Riceve le capsule dall'alimentazione;
- Torretta inferiore: insieme di tutti i componenti che si occupano di sostenere i contenitori e farli spostare. Attraverso una vite filettata, e l'azionamento di un motore interno al basamento, si può regolare l'altezza della macchina per rendere possibile il cambio di formato;
- Basamento: base della macchina, è presente il motore per sollevamento torretta e quello per movimentare le stelle di trasferimento.

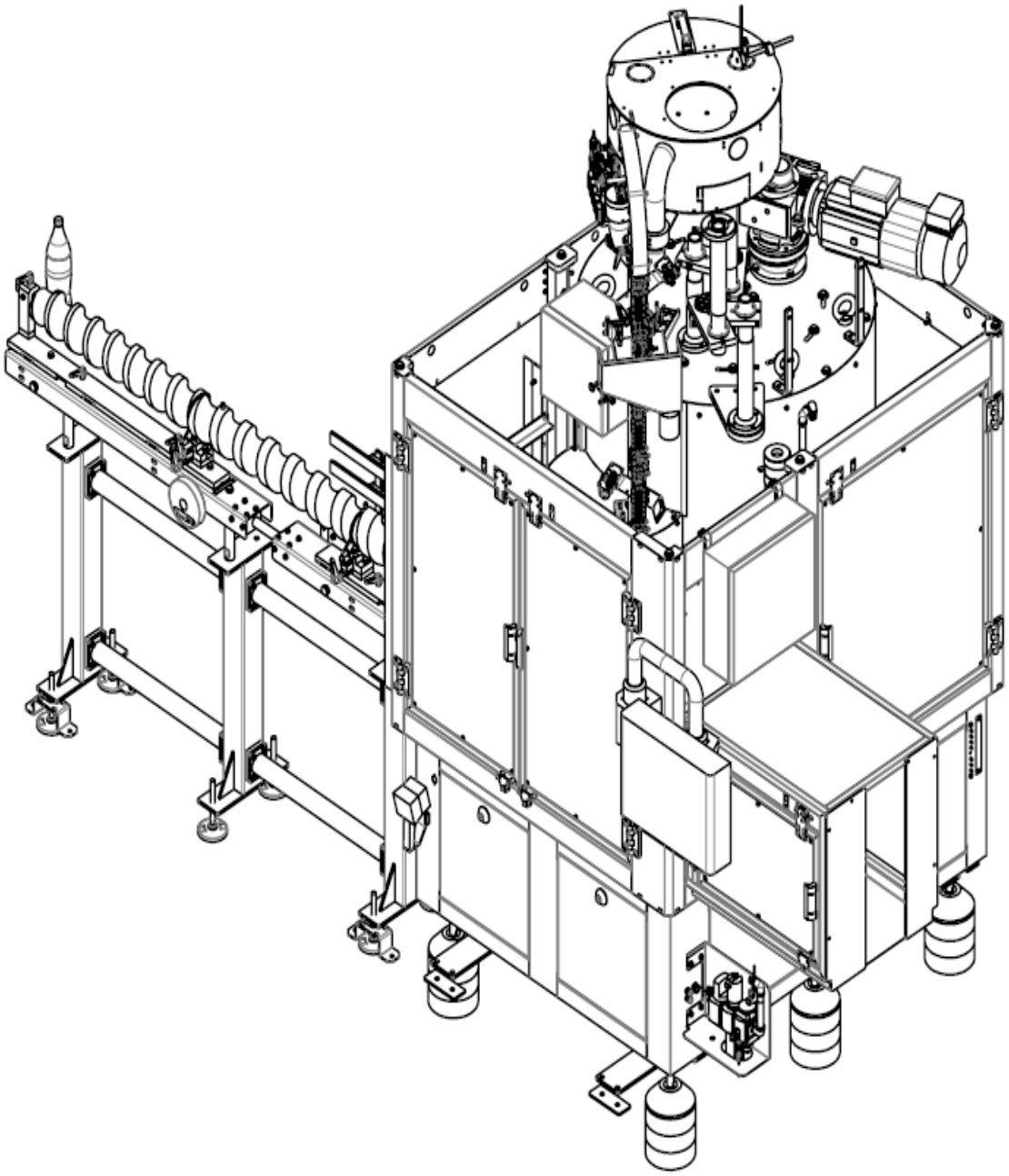

Figura 1.23: Disegno di una macchina tappatrice

1.8 Catena del valore

Il settore industriale dove opera AROL S.P.A è caratterizzato dalla presenza di quattro attori principali:

- Fonderie/Acciaierie: si occupano della lavorazione e trasformazione della materia prima grezza per ottenere materia prima di commercio. Riforniscono le aziende che si occupano di creare macchine per il packaging (come ad esempio AROL S.P.A) tramite:
    - Tubi
    - Tondi
    - Flange
    - Piatti
    - Esagoni
- Produttori di macchine per il packaging: costruzione di differenti tipi di macchine customizzate secondo i bisogni del cliente.
  Le principali tipologie di macchine per il packaging dei liquidi sono:
    - Soffiatrici
    - Sciacquatrici
    - Riempitrici
    - Tappatrici
    - Etichettatrici
    - Palettizzatori
- OEM: gli Original Equipment Manufacter sono società che si occupano di fornire al cliente finale tutte le differenti macchine che compongono una linea di imbottigliamento. Il cliente finale preferisce comprare da queste società perché, pur subendo una ulteriore marginalizzazione, limita i costi di transazione e di ricerca;
- Cliente finale: colui che compra l'intera linea di imbottigliamento o solo una parte.

1.8.1 Dimensioni del mercato

Il mercato del packaging riguarda tutto ciò che è sia packaging primario, ossia direttamente a contatto con il prodotto, sia packaging secondario, ossia una ulteriore protezione dopo il primario, sia packaging terziario, ossia le protezioni che necessitano gli insiemi di prodotti per essere movimentati in sicurezza.
Il valore globale di questo mercato è, al 2020, pari a 975 miliardi di euro (fig 1.24). Da questo si può identificare che, per quanto riguarda il mercato delle macchine del packaging questo sia un sottoinsieme di quello più grande che corrisponde a circa 100 miliardi di euro.
Il mercato delle macchine tappatrici corrisponde a circa 10 miliardi di euro e il fatturato dell'AROL Group risulta essere una informazione sensibile.

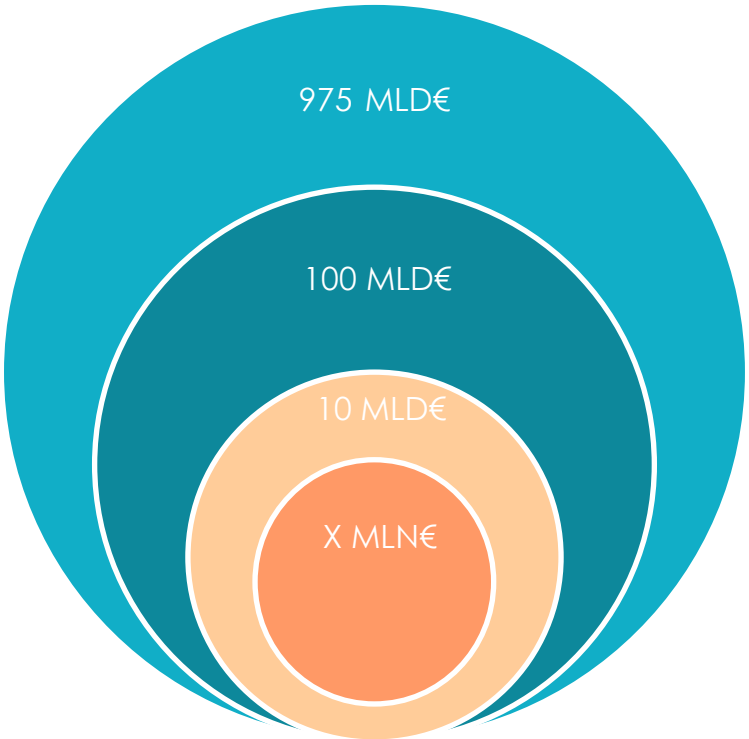

Figura 1.24: Rappresentazione dei mercati

1.9 Materie prime utilizzate

AROL S.P.A utilizza per i suoi prodotti finiti differenti tipi di materie prime:

- Acciaio Inox: materia prima più utilizzata da AROL S.P.A per creare i componenti di una macchina tappatrice. Esistono due principali tipologie di acciaio inox che vengono utilizzate e lavorate in AROL S.P.A :
    - A304: acciaio inox più comune, utilizzato per i pezzi di struttura principali;
    - A316: acciaio inox particolare grazie alla sua composizione chimica di partenza più resistente, utilizzato per componenti particolari e soggetti a maggiore sforzo meccanico.
- Ferro: materia prima più comune, utilizzata per pezzi standard e componenti di struttura o telai;
- Bronzo: materia prima che presenta le migliori proprietà di scorrimento in rapporto alle altre caratteristiche. Viene utilizzato all'interno delle boccole per permettere al piantone di scorrere agevolmente;
- Alluminio: materia prima utilizzata per la parte di alimentazione dei tappi della macchina. Si utilizza l'alluminio perché risulta più leggero degli altri materiali;
- Plastica: materia prima utilizzata per componenti dell'attrezzatura che non sono soggetti a particolari sforzi. Inoltre la plastica permette di guidare il contenitore con una maggiore delicatezza. Si utilizza per creare guide, distanziali e coclee.

1.10 Scelte di make or buy

Prima di parlare dei differenti stabilimenti produttivi di AROL S.P.A è necessario definire quali componenti e quali materie prime vengono gestite secondo la logica "make or buy":

- Make:
    - Internamente vengono prodotti tutti i componenti di struttura che risultano essere la parte fondamentale di una macchina tappatrice;
    - Si è scelto di produrre questi componenti internamente perché richiedono particolari competenze tecniche oltre che per preservare il know how aziendale, per monitorare al meglio il processo e per avere un controllo qualità accurato e proporzionato alle tolleranze richieste;
    - Un ulteriore motivazione per sviluppare un parco macchine interno è stata la presenza della Fiat sul territorio: non avendo una produzione standard ma su commessa, l'outsourcing non era la strategia giusta visto che i contoterzisti risultavano poco affidabili poiché molto attratti dalla produzione in serie e in grandi quantità che la Fiat poteva garantire;
    - Particolari ottenuti da materie prime speciali, difficilmente reperibili dalla maggior parte dei fornitori, vengono gestiti internamente grazie alla rete di contatti che AROL ha sviluppato nel corso degli anni.

      La loro gestione avviene tramite una giacenza a magazzino che raggiunto un certo livello fa scattare il riordino anticipato a causa dell'elevato lead time.

- Buy:
    - Le componenti in lamiera (taglio laser) vengono acquistati nella loro totalità esternamente.

      Questa scelta è stata fatta per gli ingenti investimenti, sia economici che di spazio, che richiederebbe l'attrezzatura altamente specifica per effettuare lavorazioni su lamiera;
    - I gruppi carter vengono utilizzati per chiudere e coprire un componente in movimento sia per fattori estetici sia per fattori di sicurezza.

      Sono composti da componenti standard in lamiera, ma oltre a quanto detto in precedenza, questi vengono acquistati come gruppo già assemblato poiché l'assemblaggio richiede particolari macchinari e sottintende ulteriori rischi;
    - Il gruppo telaio basamento, che può essere sia dell'alimentatore che della macchina, è composto da scatolati e carter e per gli stessi motivi finora elencati viene acquistato esternamente;
    - Anche le protezioni esterne della macchina sono acquistate esternamente per le motivazioni già elencate: non essendo una parte core della macchina e non avendo internamente i macchinari necessari alla loro produzione si acquista esternamente già assemblato;
    - Più in generale, i pezzi che non richiedono tolleranze particolari, a basso valore aggiunto e che richiedono grandi investimenti in capitale fisico non core si tende ad acquistarli esternamente.

1.11 Stabilimenti produttivi AROL S.P.A sede di Canelli (AT)

AROL S.P.A, nella sua sede di Canelli (AT), possiede quattro stabilimenti, di cui tre adibiti alla produzione mentre uno adibito solamente come magazzino:

- CAP A (fig 1.25): stabilimento adibito al montaggio, ai test e al collaudo finale delle differenti macchine tappatrici. Oltre al montaggio è presente il magazzino principale dell'azienda dove vengono consegnati sia i componenti lavorati in CAP B, sia i gruppi pre-montati in CAP D sia i componenti in acquisto diretto;

Figura 1.25: AROL SPA, CAP A

- CAP B (fig 1.26): stabilimento adibito alla lavorazione delle differenti materie prime per ottenere i componenti finiti. Sono presenti 54 macchine utensili suddivise tra torni, frese e torni-frese;

Figura 1.26: AROL SPA, CAP B

- CAP D (fig 1.27): stabilimento adibito all'assemblaggio di teste ed elevatori. È presente anche un distaccamento dell'ufficio tecnico principale che si occupa di progettare gli elevatori.

Figura 1.27: AROL S.P.A, CAP D

1.11.1 Layout CAP B

Il mio progetto di tesi, essendo una standardizzazione dei cicli di lavorazione delle macchine utensili si è svolto interamente nell'ufficio pianificazione dello stabilimento CAP B.

Questo stabilimento è composto da 8 reparti produttivi differenti:

- Reparto Raw Material Wharehouse & Cut (fig 1.28): reparto che comprende il magazzino e una prima parte di macchine a controllo numerico specializzate nel tagliare la materia prima.

  Il magazzino è della tipologia "Matter" ossia un centro di movimentazione interna e di stoccaggio per il settore siderurgico.
  I magazzini automatici Matter permettono di movimentare e stoccare diverse tipologie di materiali quali barre, profili, tubi, billette, lamiere, matrici e componenti.

  Il reparto che si occupa del taglio effettua la richiesta di materia prima al Matter, la riceve attraverso dei carrelli e dei rulli e la movimenta attraverso il carroponte.

  Una volta movimentata, viene portata su una delle tre seghe automatiche o sull'unica sega manuale presente;

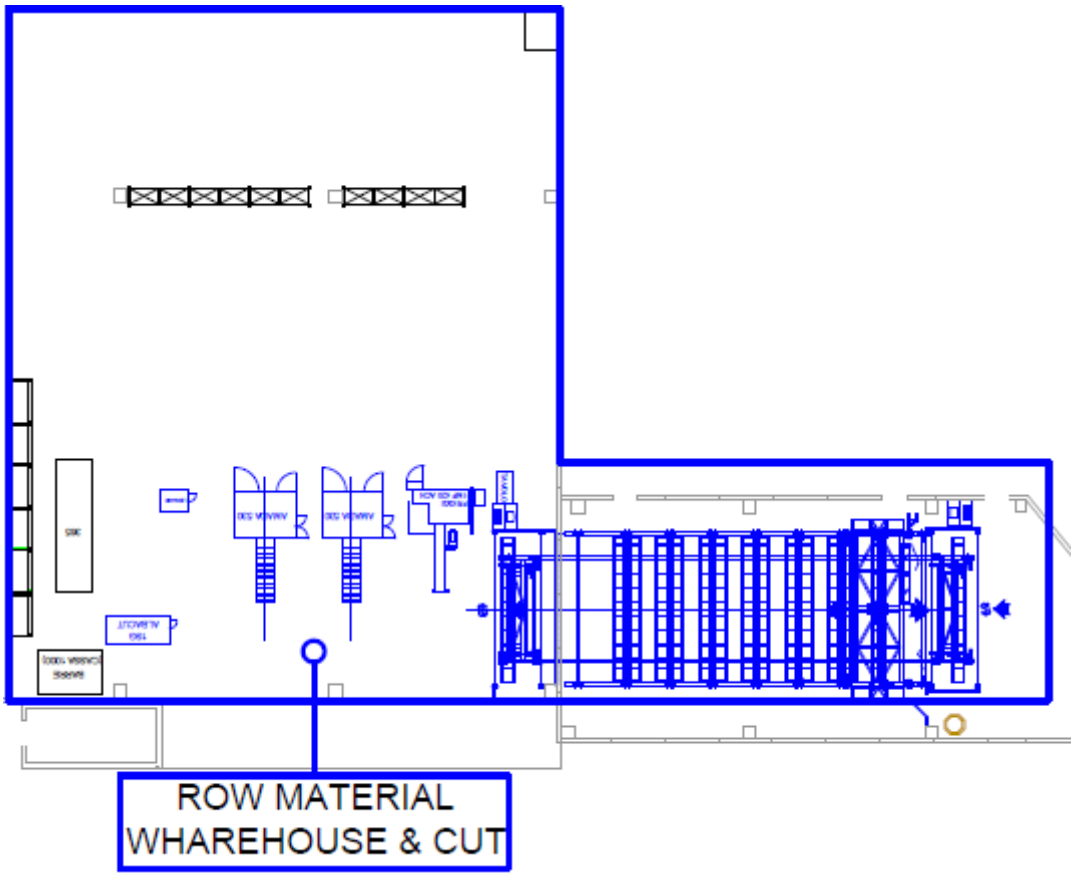

Figura 1.28: Reparto Raw Material Wharehouse & Cut

- Reparto Perso Parts (fig 1.29): reparto adibito alla tornitura e fresatura di particolari a commessa. In esso si trovano sia torni che frese manuali o a controllo numerico. La maggior parte dei pezzi speciali viene fatto a partire da questo reparto perché presenta una notevole flessibilità.

  Si hanno:

  - 2 torni a controllo numerico
  - 4 torni manuali
  - 4 frese a controllo numerico
  - 1 fresa manuale
  - 1 chiavettatrice

  La chiavettatrice è una macchina che viene usata appunto per fare la chiavetta, ossia una sede utilizzata per accoppiare due componenti e permettere la trasmissione del moto;

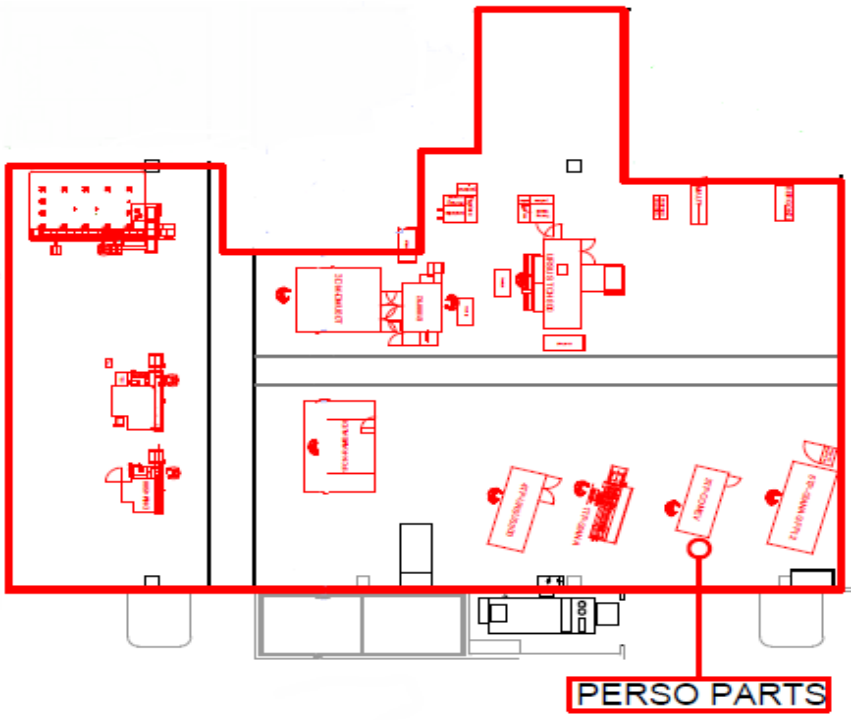

Figura 1.29: Reparto Perso Parts

- Reparto Cams (fig 1.30): reparto specializzato nel realizzare le camme, componente fondamentale per le macchine tappatrici.

  La camma è un componente della struttura superiore che, grazie alla pista che possiede, permette ai pistoni di acquisire il movimento verticale necessario per tappare il contenitore senza dover utilizzare ulteriori motori.

  Infatti essa con la propria pista sfrutta il movimento rotatorio indotto sui pistoni da un motore dedicato, per permettergli di muoversi anche verticalmente.

  Il reparto è composto da due frese a controllo numerico.

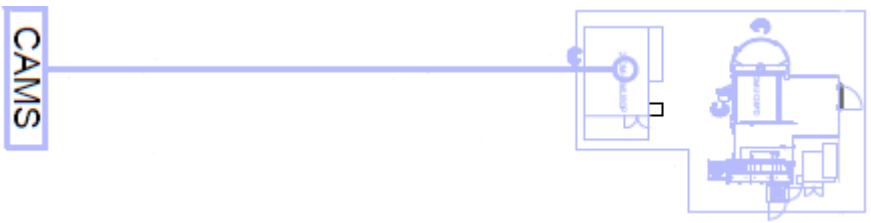

Figura 1.30: Reparto Cams

- Reparto Central Structure (fig 1.31): reparto adibito alla produzione e alla lavorazione di due componenti molto importanti per tutte le macchine tappatrici: boccole e piantoni.

  Come si può dedurre dal nome del reparto questi due componenti costituiscono la struttura centrale di ogni macchina prodotta da AROL S.P.A. Essendo che ogni macchina richiede questi due componenti, si è deciso, in tempi recenti, di dedicare una parte dello stabilimento CAP B a raggruppare le macchine utensili che li lavorano per ottimizzare i flussi di prodotto.

  Il reparto si compone di sei torni-frese a controllo numerico;

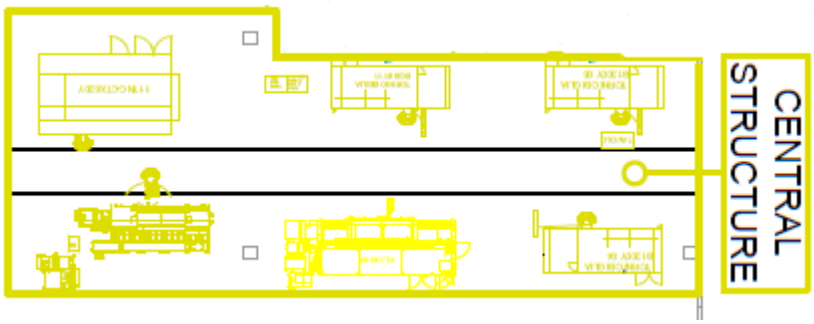

Figura 1.31: Reparto Central Structure

- Reparto Flanges (fig 1.32): reparto adibito alla lavorazione delle flange. Le flange sono un pezzo di struttura fondamentale e utilizzato in diversi modi all'interno delle macchine tappatrici perché permette di fare da collegamento e dare sostegno a parti diverse.

  Un particolare tipo di flangia è anche quella che permette il passaggio, sostenendoli, dei pistoni per la tappatura.

  Il reparto flange presenta:

  - 4 torni-fresa a controllo numerico
  - 7 frese a controllo numerico

Figura 1.32: Reparto Flanges

- Reparto Closing Heads (fig 1.33): l'unico reparto dello stabilimento CAP B che presenta isole robotizzate, ossia un robot che rifornisce e scarica costantemente un tornio-fresa a controllo numerico.

  Nello stabilimento CAP B ci sono due isole robotizzate e queste vengono utilizzate per produrre pezzi in grandi quantità e in serie come ad esempio i canotti dentati;

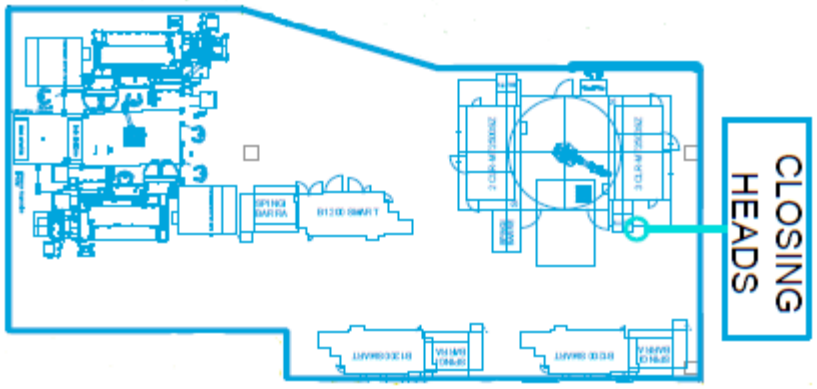

Figura 1.33: Reparto Closing Heads

- Reparto Chuck Cones VSM Standard Parts (fig 1.34): dove vengono lavorati i coni e i centratori. Questi due pezzi sono fondamentali nel processo di tappatura perché il cono è il componente che avvita fisicamente il tappo, mentre il centratore è il componente che sorregge e tiene in posizione il contenitore da tappare.

  Inoltre sono componenti che richiedono anche trattamenti superficiali come lucidatura e pallinatura.

  Questo reparto presenta:

  - 5 torni a controllo numerico
  - 2 torni-fresa a controllo numerico
  - 3 dentatrici manuali
  - 2 dentatrici laser
  - 1 vasca per lucidatura
  - 1 gabbia per pallinatura

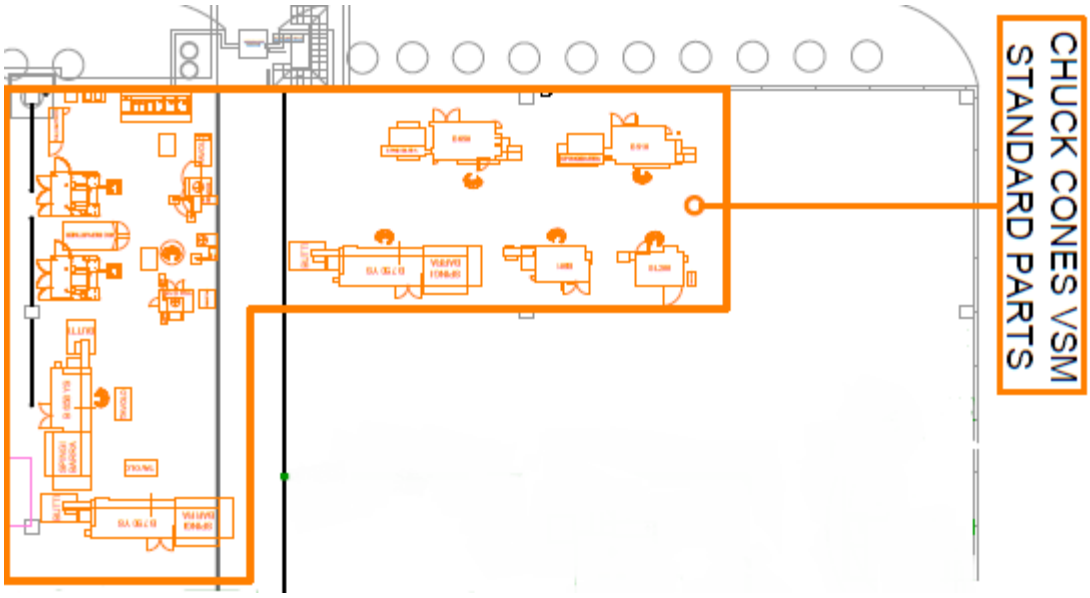

Figura 1.34: Reparto Chuck Cones VSM Standard Parts

- Reparto Cap and Bottle Handling Parts (fig 1.35): è l'unico reparto dove viene trattata la plastica. Esso è composto da:
    - 3 pantografi di dimensioni crescenti
    - 2 frese per la lavorazione delle coclee

  La componentistica in plastica di una macchina tappatrice si ottiene principalmente da lastre, di cui si hanno diversi spessori, e da tondi. I principali componenti finiti di questo materiale risultano essere quelli a contatto con la bottiglia ossia coclea, stelle di trasferimento e guida perché devono essere più delicati oltre che più leggeri rispetto all'inox.

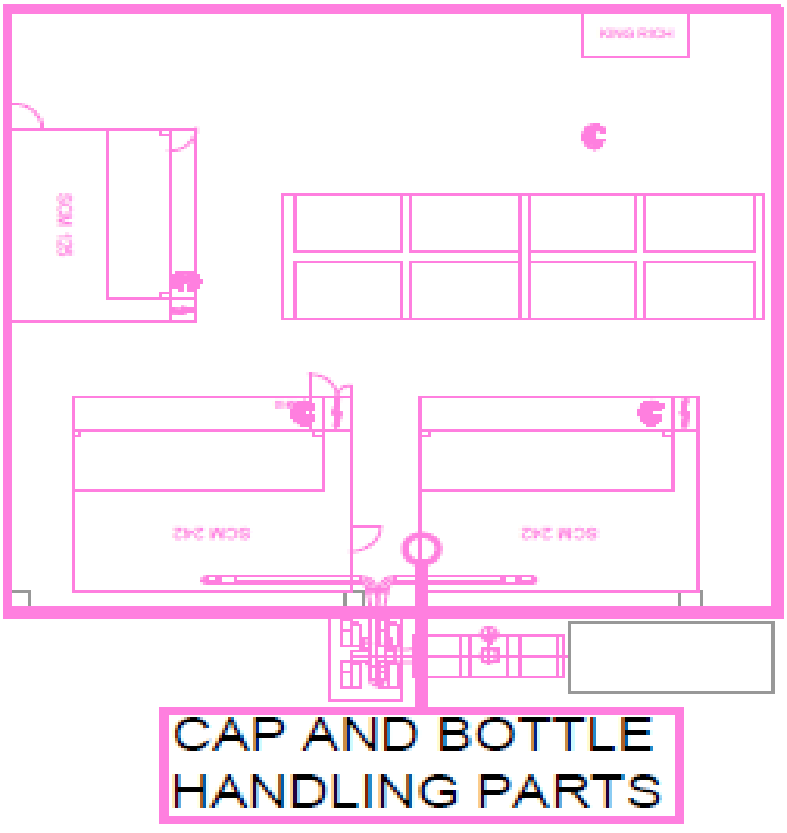

Figura 1.35: Reparto Cap and Bottle Handling Parts

- Reparto Welding (fig 1.36): adibito a saldare i differenti componenti per farne uno unico.

  Oltre alla saldatura in questo reparto è presente anche una pressa manuale che serve per il piantaggio a pressione dei componenti.

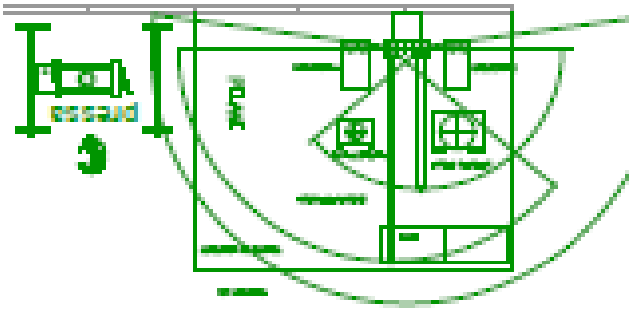

Figura 1.36: Reparto Welding

- Reparto Quality Control (fig 1.37): adibito al controllo dei differenti prodotti lavorati. Nel campo delle lavorazioni meccaniche sono presenti diversi tipi di tolleranze, dimensionali e geometriche, che in base al tipo di componente sono più o meno stringenti.

  Di conseguenza non si avrà un piano unico di ispezione ma al variare del componente prodotto si potranno avere diverse tipologie di controllo.

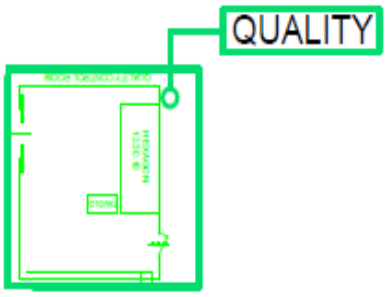

Figura 1.37: Reparto Quality Control

Capitolo 2 Taylorismo, Lean Thinking e Sistemi Informativi

2.1 Taylorismo

Frederick Winslow Taylor (1856-1915) (fig 2.1) è stato un ingegnere e imprenditore statunitense che, con la pubblicazione del libro "The Principles of Scientific Management" nel 1911, espose i principi cardine per il miglioramento dell'efficienza aziendale: eliminazione dei movimenti lenti e inutili, sviluppo di conoscenze gestionali su basi scientifiche, alta specializzazione orizzontale degli operatori con mansioni poco ampie e molto ripetitive e che il management diventi il cuore dell'efficientamento produttivo. Il contesto storico però, agli inizi del 1900, non presentava le condizioni adatte per lo sviluppo dei principi di Taylor: i manager dell'epoca risultavano poco formati e poche aziende erano disposte a sperimentare visti i problemi che si riscontravano con consulenti e operatori.

Figura 2.1: Frederick Winslow Taylor

Dai concetti di Taylor però Henry Ford, con la fondazione della Ford Motor Company nel 1903, riuscì a creare un modello di produzione, la catena di montaggio in serie, che permetteva la costruzione di auto semplici ed economiche che potevano essere acquistate dalla classe media americana. L'idea della catena di montaggio consisteva nel far scorrere il prodotto all'interno dello stabilimento per, ad ogni postazione, effettuare i medesimi movimenti in maniera ripetitiva mentre l'auto veniva movimentata tramite delle cinghie. Questo modello produttivo però richiedeva una notevole organizzazione per quanto riguarda la postazione e posizione dell'operatore, la standardizzazione dei componenti e l'intercambiabilità dei pezzi.

Figura 2.2: Ford Motor Company, primo logo

La catena di montaggio risultò un vero successo, la Ford Motor Company infatti raggiunse i 15 milioni di Ford T vendute (fig 2.3).

Queste unità erano praticamente tutte uguali in componenti, motore, accessori e colore. Iconica fu la frase di Ford che riassume al meglio quanto detto finora: "Ogni cliente può acquistare l'auto che vuole purché sia una Ford T nera."

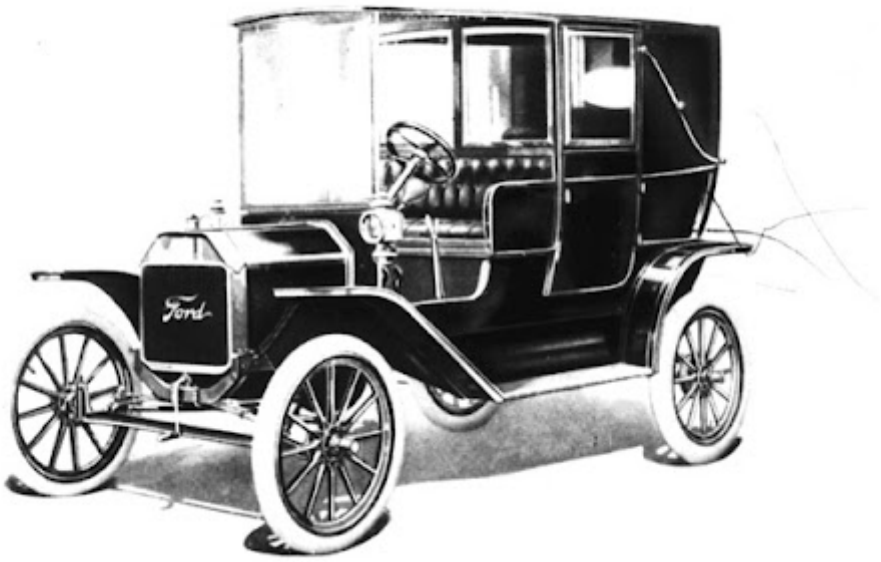

Figura 2.3: Ford Model T

Questo modello produttivo richiedeva un continuo approvvigionamento di componenti, semilavorati e materie prime che portò la Ford a doversi integrare verticalmente per poter controllare i rispettivi flussi.

La produzione di massa in catena di montaggio presentava però numerosi punti di debolezza:

- le attività così scomposte e suddivise richiedevano un gran numero di operatori;
- i costi fissi molto alti, tra manodopera e stabilimenti, comportavano volumi enormi di produzione per poter rientrare degli investimenti;
- grande numero di semilavorati e scorte per non far fermare la linea, che comporterebbe grandi perdite di denaro;
- zone di riesaminazione dei componenti;

- produzione che non segue la domanda vera e propria rischiando di riempire i magazzini;
- numerosi prodotti finiti a stock in magazzino che equivale a capitale fermo e immobilizzato;
- poca flessibilità nella gestione della variazione di domanda dovuta a evoluzione dei bisogni e personalizzazione in base ai gusti.

2.2 TPS

Nel 1937, in Giappone, nacque la Toyota Motor Company (fig 2.4). Fondata da Kiichiro Toyoda, riuscì a sopravvivere alla seconda guerra mondiale con numerose difficoltà che portarono il fondatore a dare le dimissioni a favore di suo cugino Eiji Toyoda. Egli iniziò una direzione basata su raggiungere e superare gli Stati Uniti e assumere la leadership come produttore mondiale di autoveicoli. Dopo delle prime analisi, individuarono e capirono che il modello fordista non era applicabile in Giappone, non solo per un fatto culturale ma soprattutto perché il Giappone non possedeva la quantità di materie prime, spazio e manodopera necessari per la catena di montaggio. Questa condizione fu fondamentale per lo sviluppo di un nuovo modello produttivo che permise di "ottenere di più con meno" facendo leva su principi fondanti e strumenti per applicarla.

"Tutto ciò che stiamo facendo è di misurare l'intervallo di tempo tra il momento in cui un ordine ci arriva e il momento in cui raccogliamo i soldi per esso. E poi cerchiamo di ridurlo eliminando le attività a nessun valore aggiunto."

Il principi fondanti della produzione snella sono:

- Focus sul cliente e sul valore;
- eliminare gli sprechi;
- miglioramento continuo.

Per focalizzarsi sul valore si è creato un processo composto da diverse fasi:

- definizione del valore;
- identificazione del flusso;
- far scorrere il flusso;
- modello pull;
- perfezione.

2.3 Lean Production

La metodologia Lean rappresenta una evoluzione della produzione di massa basata sul TPS. Al contrario della produzione di massa che punta sulle economie di scala e su una metodologia push (fig 2.4), quindi a produrre il più possibile per rendere il costo unitario più basso, la metodologia Lean invece ha come obiettivo l'efficienza utilizzando una metodologia pull (fig 2.4) e riducendo gli sprechi. Nel primo caso si produce per il magazzino ipotizzando delle previsioni di domanda, nel secondo invece è il cliente che governa e da origine al flusso produttivo.

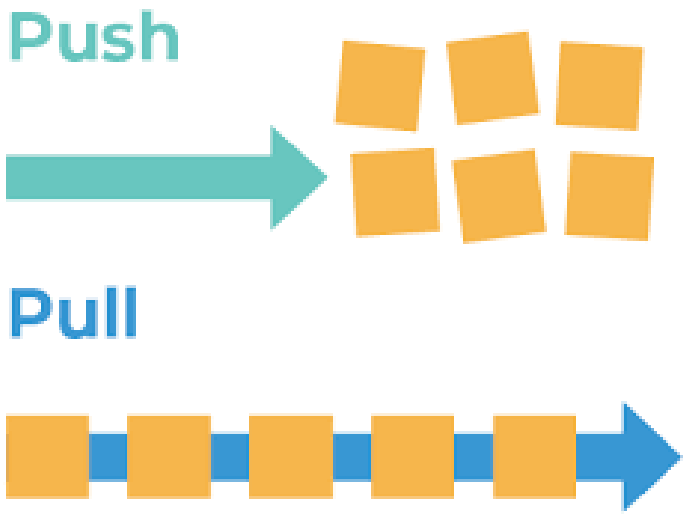

Figura 2.4: Sistemi Push e Sistemi Pull

Questa metodologia, per evitare una componente di soggettività, definisce il valore come tutto ciò che il cliente riconosce ed è disposto a pagare. Ma chi è il cliente? Ne possiamo identificare due tipi: quello esterno, ossia colui che acquista il prodotto o il servizio e governa tramite le richieste tutta l'organizzazione, e quello interno, ossia colui che realizza l'attività successiva a quella appena eseguita e soddisfarlo permette di mantenere livello di qualità tempi e costi in linea con quanto stabilito.

Il cliente esterno quindi risulta essere alla fine della catena che rappresenta i diversi clienti (fig 2.5): per poterlo soddisfare, si ha quindi la necessità di dover ottimizzare tutte le consegne interne per quanto riguarda qualità, tempi e costi.

Figura 2.5: Clienti interni ed esterni

Il flusso di valore è l'insieme di task che permettono di passare dalla materia prima al prodotto finito, per identificarli al meglio si dividono in:

- attività che creano valore;
- attività che non lo creano ma non possono essere eliminate;
- attività che non lo creano e possono essere eliminate.

Per analizzare questo flusso è stato creato uno strumento chiamato Value Stream Map (VSM) che crea una rappresentazione ben definita del flusso di valore fondamentale per poter poi farlo scorrere: in questo modo è possibile individuare tutto quello che lo ostacola o sconnette per poi eliminare gli sprechi anche chiamati "muda".

2.3.1 Muda

In azienda esistono sette tipi differenti di muda (fig 2.6), ognuno rappresenta una fonte di perdita di valore per l'azienda nelle fasi di gestione e produzione:

- Sovrapproduzione: spreco principale che dà origine a tutti gli altri. La produzione di un prodotto senza che sia venduto nel breve termine genera numerosi oneri per l'azienda. Oltre all'aspetto della manodopera e del magazzino c'è anche il rischio della mancata vendita e di tutto quello che comporta a livello di gestione;
- Scorte: spreco che si genera tra un processo e l'altro. Vengono utilizzate per poter gestire le oscillazioni della domanda o delle varie fasi. Questo è positivo per alcune culture, mentre nell'ottica Lean comporta il non affrontare le problematiche alla base e quindi non risolverle;
- Attese: le attese sono uno spreco. Gli operatori che devono aspettare un determinato componente o prodotto generano uno spreco di denaro e tempo. La produzione a lotti accentua le attese perché dilata i tempi di produzione di una singola gamma di semilavorati;
- Trasporti: trasportare i materiali senza un layout ottimizzato comporta uno spreco oltre che il rischio di danneggiarli;
- Movimenti: tutti i movimenti effettuati senza che apportino valore sono uno spreco, sia che siano degli operatori sia che siano delle macchine;
- Perdite di processo: sono tutte le lavorazioni non necessarie che vengono effettuate a causa di perdite di processo come per esempio controllo qualità, sbavatura, rettifica o ritocchi vari;

- Difetti: scarto o rilavorazione di un prodotto che comporta perdita di tempo e costi aggiuntivi.

Figura 2.6: Muda

2.3.2 La casa del Toyota Production System

La casa del Toyota Production System (fig 2.7) rappresenta gli aspetti fondamentale della filosofia Lean.

La base della casa è composta dagli strumenti che portano alla stabilità operativa, i due pilastri rappresentano il sistema di produzione Just in Time e la filosofia Jidoka, infine il tetto rappresenta gli obiettivi del Toyota Production System.

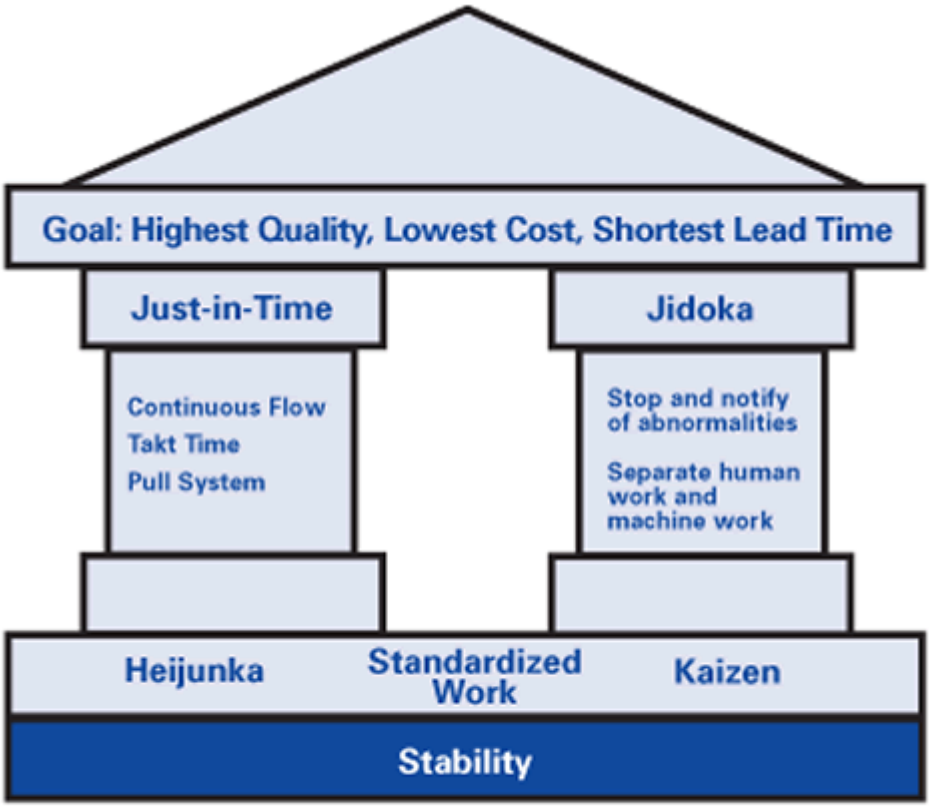

Figura 2.7: Casa del Toyota Production System

Al centro della casa, ovvero il cuore del TPS ci sono i dipendenti.

Alla base della casa troviamo:

• Heijunka (programmazione livellata): per evitare le fluttuazioni della domanda è fondamentale avere un mix dei modelli e del volume di produzione costante per le differenti fasi della produzione.

• Standardized Work: per raggiungere una produzione efficiente dei prodotti è necessario standardizzare la sequenza e la tempistica di lavoro;

• Kaizen: unione delle pAROLe KAI (cambiamento) ZEN (verso il meglio), che intendono il continuo cambiamento verso il meglio anche attraverso piccole modifiche di ciò che si fa;

I due pilastri della casa rappresentano:

- Just in Time: significa "appena in tempo" e rappresenta un sistema che produce e consegna solo ciò che è necessario, quando serve e nella giusta quantità. Si basa su tre principi:
    - Logica Pull: produrre solo nel momento in cui esiste l'ordine del cliente. L'avanzamento del flusso produttivo non è basato su programmi di produzione prefissati sulla base di previsioni, ma è guidato dal cliente.
    - One-Piece Flow: produrre un pezzo alla volta. L'obiettivo è far si che i materiali attraversino il processo produttivo il più velocemente possibile, attraverso un flusso continuo.
    - Takt Time: definisce il ritmo con cui si deve produrre un prodotto per essere in linea con la richiesta del cliente. Serve ad individuare il ritmo di produzione ideale a cui lavorare per soddisfare la domanda.

      $$takt\ time = tempo\ disponibile\ per\ turno\ di\ lavoro / domanda\ del\ cliente\ per\ turno\ di\ lavoro$$
- Jidoka: con questo termine si prevede l'introduzione di automatismi in grado di fermare la linea produttiva nel momento in cui si

presentano anomalie. Il principio che sta alla base è che la qualità deve essere costruita nel processo. Il secondo componente del Jidoka è la separazione dell'uomo dalla macchina.

Tutto questo concorre a raggiungere gli obbiettivi aziendali, quali il miglioramento della qualità, la riduzione dei costi e la riduzione del lead time.

2.3.3 La metafora del fiume e degli scogli

Nella filosofia Lean l'eccessivo utilizzo di scorte e magazzino è visto in maniera negativa.

A dimostrazione di ciò è famosa la metafora del fiume e degli scogli (fig 2.8)

L'azienda è raffigurata come una barca, le sue inefficienze e i suoi problemi sono raffigurati da degli scogli, mentre il livello dell'acqua raffigura il livello di scorte che si vogliono tenere. Con un alto livello di scorte, la barca non si incaglierà mai negli scogli ma essi rimarranno comunque al loro posto e, se dovessero abbassarsi le scorte e quindi di conseguenza il livello dell'acqua, si rischierebbe di far affondare la nave. Questa filosofia, quindi, mira a far riflettere su come le scorte siano solamente un palliativo per una situazione temporanea, ma se non si dovessero risolvere alla base le vere problematiche prima o poi se ne pagheranno le conseguenze.

Figura 2.8: Raffigurazione della metafora fiume-scogli

2.3.4 Le 5S

Takashi Osada e Hiroyuki Hirano pubblicarono alcuni articoli definendo cinque passi fondamentali per definire il "Just in Time" che, in giapponese, iniziano con la consonante "S", da lì il nome 5S:

- Seiri (Separare): separare le cose inutili da quelle utili;
- Seiton (Riordinare): organizzare il posto di lavoro in maniera ordinata e con solo ciò che è realmente funzionale a ciò che si deve fare;
- Seiso (Pulire): pulire la postazione di lavoro per far emergere i problemi;
- Seiketsu (Sistemare): standardizzare ordine e pulizia sul posto di lavoro;
- Shitsuke (Diffondere): diffondere gli standard di ordine e pulizia e verificarne il rispetto da parte del personale.

I principali benefici risulteranno essere:

- Maggiore sicurezza della postazione di lavoro;
- Migliore qualità;
- Riduzione tempi e costi;
- Ottimizzazione spazi;
- Migliore clima aziendale.

2.3.5 Value Stream Map (VSM)

Per analizzare il contesto aziendale si utilizza la VSM (Value Stream Map) (fig 2.9) introdotta nel 1980 da Taiichi Ohno e Shigeo Shingo, come parte del Toyota Production System.

Permette di visualizzare in modo chiaro e conciso la situazione di produzione attuale disegnando i flussi di materiale e di informazioni per poi elaborare uno stato futuro che abbia l'obiettivo di diminuire le scorte e i tempi di produzione e di eliminare la sovrapproduzione. Inoltre la VSM aiuta a seguire i flussi di materiale di un prodotto all'interno del sistema produttivo e a mettere in risalto i punti di accumulo materiale e le relative cause.

A differenza della Value Chain che individua il contesto in cui opera una determinata azienda, la Value Stream Map permette di individuare, rappresentare, analizzare e migliorare il flusso del valore interno dell'azienda secondo ciò che pensa il cliente.

La mappatura dei flussi interni rende visibile gli sprechi del processo produttivo al fine di migliorare le attività a valore aggiunto ed eliminare quelle non a valore.

Esistono due principali tipi di Value Stream Map o VSM:

• Current State Map: la mappatura dello stato attuale è una fotografia del flusso del valore attuale, ed è molto utile in quanto fornisce un quadro della situazione attuale e permette di identificare sprechi e possibilità di miglioramento;

• Future State Map: l'obbiettivo della mappatura dello stato futuro è quello di realizzare un nuovo flusso del valore che possa andare incontro alle esigenze del cliente finale.

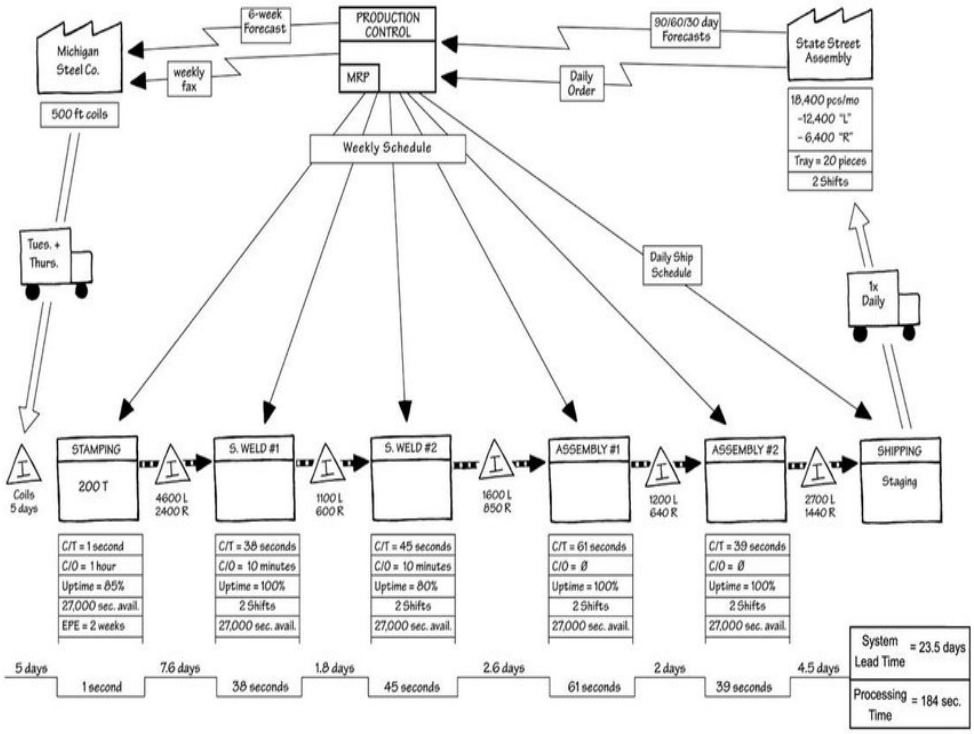

Figura 2.9: Esempio di Value Stream Map (VSM)

2.3.6 Kanban

Un altro strumento aziendale introdotto dalla logica Lean è il "Kanban" (fig 2.10) termine giapponese che significa "cartellino".

Per movimentare un prodotto, nella logica Just in Time, deve esserci un kanban perché lo spostamento, la produzione o la fornitura sono autorizzati solo in presenza di uno di essi.

Un cartellino tipicamente presenta:

- Codice del componente
- Fornitore del componente
- Cliente
- Tempo a disposizione
- Quantità
- Contenitore da utilizzare
- Altre informazioni personalizzate

Esistono due tipologie di kanban: di produzione o di movimentazione e trasporto. I primi rappresentano gli ordini di produzione attraverso i quali si autorizza il processo a monte a produrre un certo componente per il processo a valle, mentre i secondi servono per movimentare componente o materiali dal magazzino verso un processo produttivo.

Quando si ha bisogno di un contenitore, lo si preleva, si stacca il cartellino e lo si deposita in un punto definito gestito dalla postazione precedente. La presenza di un cartellino fa partire in automatico la produzione per riempire un nuovo contenitore.

Dimensionamento dei contenitori kanban: $N = U * T * (1 + P)\ C$

N=Numero totale di contenitori;

U= Fabbisogno (pz/h) della stazione a valle;

T= Lead time per il ripristino del contenitore;

P= Sovradimensionamento per scorta di sicurezza, può andare da 0 a 1;

C= Capacità del contenitore standard;

Benefici ottenibili:

- Eliminazione della sovrapproduzione data da un controllo reale a valle;
- Aumento flessibilità;
- Facilità del sistema;
- Autoregolazione del sistema;
- Basso costo;

Descrizione prodotto				ID prodotto	
Cartellino Kanban				**1/3**	
Quantità	250	Lead time	6 giorni	Data de-Il'ordine	
Fornitore	Soluzioni industriali SA			Data di consegna	
Richiesto da	G. Rossi		Cartellino 2 di 3		
			Posizione	Scaffalatura R8	

Figura 2.10: Esempio di Kanban

2.3.7 Lean Production e Jidoka

Un ulteriore aspetto della Lean Production è la presenza continua, senza compromessi, di controlli qualità. Il principio del Jidoka (fig 2.11) richiede controlli qualità in ogni fase del processo produttivo cercando di rendere le anomalie dei processi affrontabili immediatamente.

Ogni membro del team di lavoro è responsabile della qualità della merce che viene consegnata alla fase successiva. La presenza di un difetto deve essere affrontata immediatamente, anche se può comportare l'interruzione della produzione, poichè risolvere il problema è un risparmio a lungo termine.

Figura 2.11: Jidoka

L'attuazione del Jidoka si fonda su quattro elementi importanti:

- Genchi Genbutsu;
- Tabellone Andon;
- Standardizzazione;
- Poka-yoke.

Genchi Genbutsu (fig 2.12) significa "Vai alla fonte" e richiede e sottolinea che l'atteggiamento di ricerca profonda dei problemi, senza accontentarsi di soluzioni semplici e superficiali, sia fondamentale.

Figura 2.12: Genchi Genbutsu

A sostegno di questo metodo si possono utilizzare:

- 5-Why: Consiste nel chiedersi 5 volte "Perché?"
- Diagramma di Ishikawa (fig 2.13): metodo che ha lo scopo dividere le cause che influenzano un processo nelle quattro macro categorie più comuni e viene rappresentato con il diagramma a spina di pesce. Ishikawa individua tra le aree di ricerca delle cause la manodopera, le macchine, i materiali e i metodi.

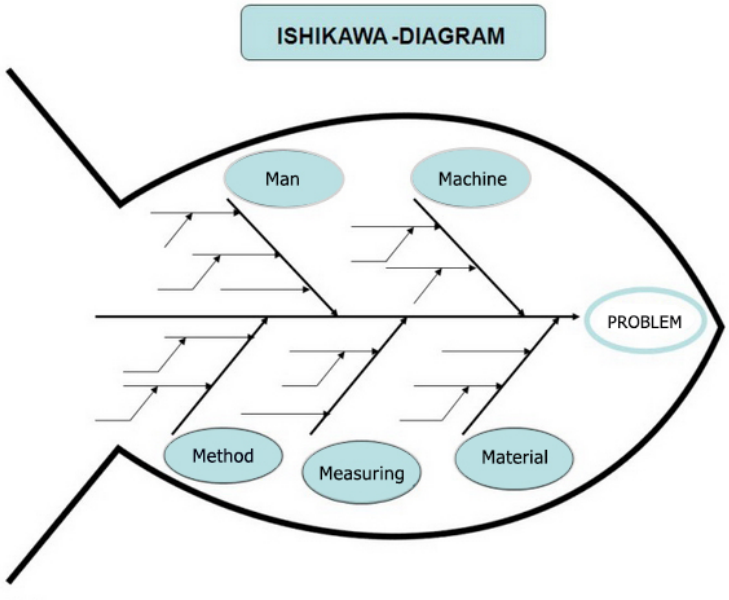

Figura 2.13: Diagramma di Ishikawa

L'Andon (fig 2.14) è un tabellone elettronico che indica lo stato delle linee di produzione e rende noto se qualcuno ha rilevato un guasto e dove. Inoltre segnala anche l'obiettivo giornaliero e se viene rispettato. Lo standard è una condizione necessaria per il miglioramento e consiste nell'eseguire una operazione applicando le migliori conoscenze possedute al momento della definizione dello stesso. Nel TPS la definizione dello standard è fatta con chi effettivamente lo deve eseguire, garantendo così il coinvolgimento necessario per mantenerlo nel tempo.

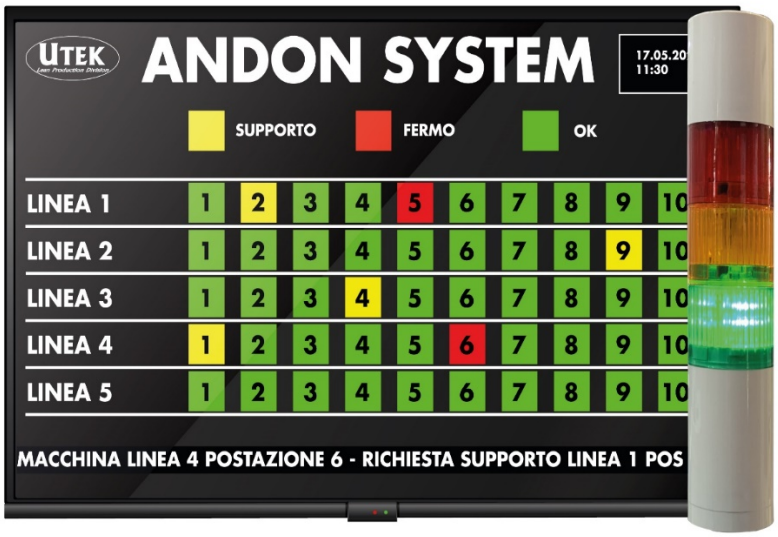

Figura 2.14: Tabellone Andon

Poka Yoke (fig 2.15) significa "a prova di stupido" e l'obiettivo dei sistemi poka yoke è evitare gli errori più comuni dovuti a poca attenzione o distrazioni. Sono soluzioni estremamente semplici e quasi banali ma possono ridurre notevolmente gli errori.

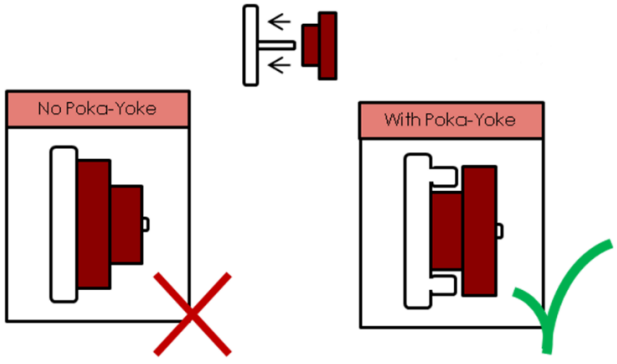

Figura 2.15: Esempio di Poka Yoke

2.4 Informazione

Con il passare del tempo, l'informazione, e di conseguenza la raccolta dati, ha assunto sempre maggiore importanza.

Queste risorse, considerate altamente strategiche, necessitano di modalità e metodologie adeguate per la loro gestione perché svolgono un ruolo cardine nel processo di decision making.

I requisiti che si richiedono alle informazioni sono principalmente due: la tempestività e l'accuratezza. La tempestività rappresenta la velocità che un'azienda possiede dal raccogliere una informazione fino al poterla utilizzare, mentre l'accuratezza indica il grado di affidabilità che possiede una informazione ed è direttamente collegato alle fonti della stessa. Entrambi sono dei requisiti fondamentali per la realtà aziendale.

I dati formano la base da cui partire per ottenere delle informazioni. Risulta quindi basilare possedere una procedura di raccolta dati affidabile ed efficiente che possa permettere all'azienda di prendere decisioni basate sulla situazione attuale velocemente.

I dati, ossia l'input del processo informativo, vengono trasformati in informazioni, ossia l'output di questo processo, e sono trasmessi attraverso l'utilizzo di sistemi informativi. Il suo obiettivo è quello di tramettere a tutti gli attori dell'organizzazione le informazioni che necessitano.

Lo sviluppo delle nuove tecnologie ICT (Information Communications Technology) ha permesso l'automatizzazione dei sistemi informativi, permettendo una maggiore trasparenza, efficacia e velocità nell'elaborazione, nell'archiviazione e nella comunicazione dell'informazione.

Lo sviluppo di un sistema informativo richiede che l'azienda individui a pieno le sue esigenze organizzative sia che permetta che si elaborino le opportune decisioni per soddisfare i bisogni interni.

Il problema principale a cui si va incontro con un sistema informativo è l'accuratezza dell'informazione. È di fondamentale importanza che all'azienda venga presentata solo l'informazione che davvero richiede, senza refusi e ripetizioni che potrebbero rallentare il processo decisionale.

2.4.1 Sistema informativo aziendale

Il sistema informativo aziendale (SIA) è lo strumento, costituito da risorse umane e tecnologiche, che l'azienda utilizza per trasformare i dati in informazioni da comunicare ad ogni livello dell'organizzazione senza che essa venga persa. Infatti, uno dei principali problemi delle aziende che non possiedono un sistema informativo è quello della dispersione delle informazioni al suo interno. Per ovviare a questo problema il SIA collega i differenti livelli aziendali attraverso interfacce che facilitano la comunicazione.

All'interno di un 'azienda ci sono differenti tipi di attività, riassumibili attraverso la piramide di Anthony (fig 2.16):

• Attività operative: operazioni della gestione corrente;

• Attività tattiche: includono le operazioni necessarie al raggiungimento degli obiettivi di breve termine di una determinata area funzionale, come la programmazione e il controllo delle risorse disponibili per un uso efficace ed efficiente;

• Attività strategiche: includono le attività finalizzate al raggiungimento degli obiettivi di lungo termine, come definire le politiche aziendali o in quali settori e aree competere e in che modo farlo.

Figura 2.16: Piramide di Anthony

Ognuno dei livelli comprende attività che possono richiedere informazioni simili. Le attività sono quindi organizzate su tre livelli e in base alle esigenze di ciascuno possono necessitare informazioni diverse.

Di conseguenza è necessario che i differenti SIA si possano diversificare secondo la tipologia di attività e livelli in cui si dividono le aziende, pur mantenendo una struttura di base in comune per mantenere una uniformità informativa. Tale classificazione delle attività aiuta a comprendere come i sistemi informativi aziendali sono nati e poi evoluti.

2.4.2 Evoluzione dei sistemi informativi

I sistemi informativi sono andati incontro ad una evoluzione che ha visto quattro fasi principali:

- MRP
- MRP a ciclo chiuso
- MRP II
- ERP

Le prime fasi prevedevano solamente la gestione dell'approvvigionamento delle materie prime e dei componenti (Material Requirement Planning) per poi successivamente trattare sia l'area dell'amministrazione che quella della produzione (Material Resources Planning) sino ad arrivare al più completo ERP (Enterprise Resource Planning) che gestisce anche l'area logistica.

Durante gli anni sessanta/settanta le organizzazioni aziendali si trovarono di fronte ad un aumento continuo ed esponenziale della domanda che necessitava una gestione differente del flusso informativo. Quest'ultimo risultava poco flessibile e basato semplicemente sul prelievo fisico del materiale per coprire la domanda di limitati orizzonti temporali.

Un approccio così strutturato causava difficoltà per l'azienda visti la difficile pianificazione, l'elevato costo per le notevoli scorte a magazzino e i ritardi nell'approvvigionamento e nella produzione, causati principalmente dalla mancanza di comunicazione lungo le diverse fasi.

Il crescente bisogno di una migliore gestione aziendale trovò terreno fertile nello sviluppo in contemporanea di tecnologie informatiche. Quest'ultime permettevano un migliore gestione del flusso informativo che comportava ridurre gli errori e ridurre le asimmetrie informative. Durante tali anni nacquero i sistemi

MRP (Material Requirements Planning), i quali trattavano esclusivamente la gestione del magazzino e delle scorte.

2.4.3 MRP

MRP (Material Requirements Planning) è un sistema di controllo per la pianificazione delle scorte e della produzione.
Il sistema sfrutta più fonti di informazione per coordinare in modo appropriato il flusso di materie prime, i tempi di produzione, i tempi di approvvigionamento e le quantità richieste.
Per l'approvvigionamento degli stock esistono due tipologie di approccio:

- Metodo Pull, il quale consiste nel gestire l'approvvigionamento in base alle commesse e alle richieste di ordine;
- Metodo Push ossia la gestione è caratterizzata da un anticipo dell'ingresso dei materiali allo scopo di garantire il tempo di consegna richiesto dal mercato.

L'MRP è un sistema ottimizzato basato principalmente su tre input:

- Master Production Schedale (MPS),
- La Distinta Base (DiBa) / Bill of Material (BOM)
- Lo stato delle scorte

L'MPS (Master Production Schedule) definisce, per gli specifici reparti produttivi, tutti i prodotti e le quantità richieste per le lavorazioni da effettuare. Questo tipo di piano è sviluppato sulla base di previsioni della domanda ma anche in base agli ordini già schedulati.
Il secondo dato di input è costituito dalla Distinta Base o Bill of Material che definisce la struttura a livelli del prodotto e tutti i componenti che lo costituiscono. La BOM è quindi lo strumento che permette di passare dalla domanda di prodotti finiti alla richiesta di componenti, definendo le quantità e i tempi di

approvvigionamento. Infine, deve essere preso in considerazione lo stato delle scorte.

Essere a conoscenza delle scorte presenti a magazzino, o degli ordini di approvvigionamento effettuati, è fondamentale per ottenere un buon processo di pianificazione. Senza di questo si rischierebbe di ordinare merci già presenti o, al contrario, di non possedere al momento richiesto determinati componenti fondamentali.

Tutti questi passaggi aiutano a comprende i costi e le informazioni di inventario, i costi di produzione, l'offerta, le dimensioni del lotto ed i tempi di consegna. Una volta che il sistema MRP elabora tutti questi dati, grazie ad un confronto tra fabbisogno e disponibilità, determina ciò che si ha realmente bisogno.

Da una valutazione e gestione grazie all'MRP si ottengono validi output per la produzione:

- Livello netto delle scorte;
- Riduzione lead time;
- Esplosione dei fabbisogni.

Una stima puntuale del lead-time è fondamentale per evitare situazioni di "stock-out". Una sua sottostima comporterebbe maggiori tempi di approvvigionamento e di conseguenza maggiori tempi per arrivare al prodotto finito. La sovrastima, al contrario, comporta una dilatazione dell'orizzonte di programmazione e quindi un aumento dei costi.

Infine l'MRP, dopo aver ricevuto tutti i parametri, crea gli ordini di produzione, lavorazione e acquisto necessari per rispondere alla domanda di mercato.

2.4.4 MRP a ciclo chiuso

I sistemi MRP, però, presentavano una grande limitazione, ossia la non comunicazione con le altri fasi della gestione aziendale. In particolare era necessario considerare anche la capacità produttiva per poter fronteggiare eventuali picchi e strozzature del sistema. Nacquero così i sistemi MRP a ciclo chiuso, i quali, a differenza dei sistemi MRP iniziali descritti precedentemente, tenevano conto anche della disponibilità degli impianti per la produzione essendo ora in grado sia di definire i cicli di lavorazione sia di prevedere i carichi di lavoro e il tempo necessario di esecuzione delle diverse fasi. Includevano, inoltre, anche i tempi di attraversamento tra i reparti e riuscendo così a fornire un maggiore controllo sull'esecuzione delle attività e sulla fattibilità della produzione.

Attraverso questi sistemi si raggiunse una notevole integrazione delle attività funzionali legate solamente però agli aspetti tecnici della produzione e non a quelli economici.

Si cercò quindi un metodo per poter utilizzare i dati anche per i piani commerciali collegando la parte amministrativa dell'organizzazione al sistema MRP a ciclo chiuso dando così origine alla sua estensione chiamata MRP II (Manufacturing Resource Planning).

2.4.5 MRP II

Attraverso il sistema MRP II le decisioni gestionali, che potevano creare potenziali problemi, venivano analizzate a fondo attraverso simulazioni della realtà integrando tutte le informazioni relative alla pianificazione e agli aspetti contabili. La pianificazione fu ottimizzata ulteriormente introducendo una funzionalità nel MRP II che gli permetteva di svolgere analisi a capacità produttiva finita confrontando continuamente la produzione schedulata con la disponibilità interna. Il sistema, quindi, risultava capace di pianificare le risorse impiegate per la produzione, sia a livello operativo che finanziario. Ulteriori importanti benefici furono anche:

- Raggiungimento di un maggiore controllo delle tempistiche;
- Diminuzione delle scorte;
- Migliore produttività del lavoro.

Con il miglioramento dei sistemi informativi aziendali la programmazione non riguardò più solo attività interne dell'azienda ma ricoprì l'intera filiera, compresi i fornitori e i clienti. Esse iniziarono ad integrare le attività di marketing e a investire risorse e tempo nelle trattative con i fornitori, nel miglioramento dei servizi per i clienti e nell'eseguire l'analisi del valore. Solo negli anni novanta i sistemi MRP II confluirono nei sistemi Enterprise Resources Planning identificati con l'acronimo ERP, tramite i quali si raggiunse l'integrazione di tutte le funzioni aziendali.

2.4.6 ERP

ERP significa Enterprise Resource Planning e si tratta di un sistema di gestione aziendale che integra tutti i processi e le fasi principali di un'impresa (contabilità, gestione magazzino, acquisti, commerciale ecc.).
Con il passare degli anni è diventato sempre più rilevante il costo del valore aggiunto, composto da lavoro e organizzazione, rispetto al costo delle materie prime. Di conseguenza possedere un modello di gestione aziendale che ti permetta di limitare le spese e aumentare la redditività è diventato di fondamentale importanza. Non è sufficiente acquistare al minor prezzo, ma è necessario ottimizzare tutti i processi organizzativi aziendali.

Per poter procedere con l'ottimizzazione è necessario che l'organizzazione non sia "spezzettata" ma che ogni reparto e ogni divisione possano comunicare facilmente e in maniera produttiva. Questo aspetto permette alla direzione di poter coordinare i flussi informativi in maniera più semplice.

Per facilitare la comunicazione, nel corso degli anni, è stato implementato un nuovo strumento chiamato ERP, ossia un sistema che consente di controllare e gestire tutti i processi aziendali e sul quale sono presenti tutte le informazioni organizzative e operative.

L'ERP risulta essere fondamentale perché con il passare degli anni e con l'evolversi dei gusti dei consumatori, non si può più utilizzare la strategia di creare stock numerosi per rispondere a una domanda sempre crescente perché risulta pericolosa e obsoleta. Produrre per il magazzino significa, sempre più, produrre quantità eccedenti di prodotti non desiderati che dovranno essere in seguito "svenduti". La soluzione a questo è l'utilizzo di un sistema ERP progettato in modo tale da produrre e/o acquistare in modo rapido solo quando necessario. L'impresa di oggi deve quindi essere considerata come un sistema aperto.

Gli ERP, grazie ad un processo di sviluppo graduale, nati inizialmente per l'area area logistico-produttiva, sono diventati sistemi integrati che permettono agli user di operare in un contesto unico e uniforme, indipendentemente dall'area applicativa. Addirittura, negli ultimi anni, gli ultimi modelli sviluppati consentono di dialogare con tutta la filiera produttiva. Di conseguenza le zone di intervento su cui agire per ottimizzare i processi risultano essere due: quella interna e quella esterna (fornitori, venditori, consulenti, filiali e clienti).

L'assenza di un sistema informativo, dato di fatto in troppe piccole e medie imprese, non permette di essere competitivi e rischia di rallentare tutta la filiera produttiva. Il sistema informativo permette inoltre di implementare internamente un software gestionale, un programma informatico che consente l'automatizzazione di alcuni processi aziendali. La diffusione di questa tipologia di prodotti nelle aziende, ovviamente, ha seguito le sorti dell'informatica: maggiore è stata la diffusione dei computer e maggiore è stata la loro implementazione.

Oggi, che l'informatica è ad appannaggio di tutti, è praticamente impossibile pensare di portare avanti la gestione di un'azienda senza adoperare un programma gestionale.
Tipologie di software:

- gestionale fatturazione: utilizzati per occuparsi della contabilità d'azienda;
- gestionale per ristoranti: possibilità di prendere le prenotazioni e ordinazioni con un dispositivo elettronico; possibilità di gestire i tavoli, ma anche le scorte, i listini e molti altri aspetti.
- gestionale per alberghi: possibilità di gestire prenotazioni da parte della clientela;
- gestionale per negozi: possibilità di gestire scorte, prezzi e relativi sconti, resi e molto altro;
- gestionale per la produzione: possibilità di gestire forniture, produzioni ecc;

Dotarsi di un software gestionale, pertanto, non è solo un modo per risparmiare lavoro. Si tratta, in ultima analisi, di un modo per migliorare il proprio lavoro e renderlo ancora più remunerativo.

2.4.7 Analisi vantaggi e svantaggi di un sistema ERP

L'utilizzo di un sistema ERP può generare numerosi vantaggi sia di tipo tecnologico che gestionale. Dal punto di vista tecnologico, utilizzando un singolo sistema, si hanno i seguenti vantaggi:

- Dati più affidabili;
- Riduzione delle rindondanze e degli errori;
- Integrazione semplificata di sistemi di controllo e di business analysis;
- Maggiore flessibilità;
- Possibilità di avere analisi di medio e lungo periodo complete.

Dal punto di vista gestionale invece si avranno i seguenti vantaggi:

- Condivisione di un unico linguaggio funzionale
- Maggiore coordinamento tra le diverse fasi;
- Riproduzione dell'intera struttura organizzativa;
- Riprogettazione dei processi secondo la creazione di valore per il cliente;

La riprogettazione dei processi dipende da quanto l'organizzazione è in grado di cambiare e di implementare le nuove soluzioni. Questo, quindi, può avere una duplice chiave di lettura: una azienda crea al suo interno delle procedure e delle prassi che standardizzano le attività per poterle svolgere in maniera più veloce ed efficiente possibile; le medesime però, contribuiscono ad aumentare la rigidità del sistema.

Per quanto riguarda invece gli svantaggi, i principali sono:

- L'implementazione richiede molto tempo;
- L'adozione del sistema richiede un cambiamento nella cultura aziendale;
- L'iniziale dipendenza dell'azienda dal fornitore del sistema può generare due ulteriori sottosvantaggi:
    - Se ci si affida ad una società esterna l'azienda rinuncia all'utilizzo di un sistema proprietario perdendo competenze distintive;
    - Il partner esterno potrebbe essere inaffidabile;

- Costi del sistema, dei consulenti, delle infrastrutture.
- Esecuzione di un'analisi vantaggi e svantaggi per decidere su un'eventuale implementazione.

2.4.8 Analisi costi-benefici di un sistema ERP

L'implementazione di un sistema ERP prevede una previa analisi costi benefici per verificare che l'investimento possa risultare profittevole.
I principali benefici che derivano da una sua implementazione risultano essere:

- Aumento della produttività aziendale derivata da riduzione del tempo e dei costi per il recupero e la elaborazione dei dati;
- Gestione più efficace degli imprevisti;
- Aumento delle vendite grazie all'eliminazione dei ritardi;
- Riduzione dei costi di produzione;
- Riduzione dei tempi di produzione;
- Riduzione dell'inventario grazie ad una visione chiara del magazzino;
- Riduzione di sprechi e scarti;
- Migliore pianificazione del lavoro;

- Supporto informativo.

Per quanto riguarda i costi che derivano da una sua implementazione si avrà:

- Costo del personale
- Costo delle attrezzature
- Costo dei consulenti
- Costi relativi agli strumenti hardware e software per mantenere le informazioni aggiornate.

2.4.9 L'implementazione di un sistema ERP

Implementare un sistema ERP è un processo complesso e complicato, proprio come sostenuto anche dalle due analisi effettuate. Ci sono diverse criticità da superare per poterlo implementare:

- Per poter incontrare un supporto attivo durante la fase di implementazione è fondamentale che il progetto venga spiegato a tutti e fatti capire quali benefici porterebbe all'impresa. È fondamentale che vi sia una leadership in grado di coinvolgere l'intera organizzazione;
- Definizione di un team di progetto che possa descrivere le attività da eseguire, ridefinire i processi aziendali, comprendere le modifiche da apportare, i rischi che ne derivano e coinvolgere tutta l'azienda;
- Formazione di tutti i membri dell'organizzazione.

2.5 Sistema di produzione

Un sistema di produzione è una rete di processi e punti di stoccaggio attraverso cui le parti fluiscono secondo uno scopo definito. La rete è costituita da linee che, a loro volta, sono costituite da processi. Una linea è il ciclo di lavorazione, ossia l'insieme ordinato di operazioni che devono essere effettuate per la lavorazione del job.
All'interno di un sistema produttivo possono esserci diversi tipi di parti:

- Raw Material (materia prima) acquistata all'esterno;
- Components (componenti) cioè singoli pezzi da assemblare;
- Subassemblies (sottoassemblati) cioè pezzi già assemblati ma soggetti a nuove lavorazioni;
- Assemblies (assemblati) cioè componenti completamente assemblati o prodotti finiti.
- End Item (prodotto finito) è un prodotto pronto per essere venduto al cliente.

Viene definito end item indipendentemente dal fatto che sia un prodotto assemblato o meno.
Fondamentali per il corretto funzionamento dei sistemi produttivi, i consumable (consumabili) sono prodotti utilizzati per la lavorazione delle materie come ad esempio gas, lubrificanti. Non fanno parte del prodotto destinato alla vendita ma senza di essi non si avrebbero prodotti lavorati.
Un sistema di produzione può essere monitorato tramite diversi parametri:

- Cycle Time medio (CT)(Flow T) riferito ad una singola linea;
- Tempo Ciclo: tempo che intercorre dal rilascio del job sulla linea all'effettivo completamento e quindi stoccaggio in inventario. In pratica il tempo che il job permane nel sistema o tempo medio di attraversamento (come WIP);

- Lead Time: tempo di rilascio. Il tempo allocato ad una sequenza di lavorazione per la produzione di un determinato job. Stima a priori del tempo ciclo.
- Service Level: in un sistema make to order è la probabilità che il CT (cycle time) sia minore uguale al LT (lead time). È indicatore della soddisfazione del cliente in un sistema make to order.
- Fill Rate: è la percentuale degli ordini serviti dal magazzino. È indicatore della soddisfazione del cliente in un sistema make to stock.
- Bottleneck Rate (rb): capacità produttiva del collo di bottiglia di una linea, ossia della workstation con tasso di utilizzo di lungo termine più alto.
- Raw Process Time (T0) Somma dei tempi di processamento medi di lungo termine di ogni workstation della linea.
- Critical WIP (W0) (W0=rb·T0): Il valore critico di WIP che permette di raggiungere la massima capacità produttiva di una linea rb (in assenza di congestione) nel minimo tempo ciclo T0.

2.6 Sistema di simulazione

La simulazione digitale è uno strumento utilizzato per imitare un sistema produttivo reale per monitorare e predire il comportamento di esso.
Esso utilizza modelli matematici, logici e algoritmi per poter arrivare ad una soluzione.
Per poter effettuare una simulazione veritiera è necessario seguire diversi step:

- Formulazione del problema
- Obiettivi e piano per raggiungerli
- Modello concettuale
- Raccogliere dati
- Creazione modello di simulazione che validi le fasi precedenti
- Esecuzione e analisi
- Documentazione e report

Esistono diversi tipi di simulazioni:

- Deterministica: sistemi di simulazione che non contengono variabili casuali, i dati di input danno un unico set di output;
- Stocastica: sistemi di simulazione che contengono una o più variabili casuali, i dati di output devono essere trattati come una stima statistica delle vere caratteristiche del sistema;
- Statica: rappresenta un sistema in un particolare istante;
- Dinamica: rappresenta come cambia e si evolve un sistema nel tempo;
- Discreta: possiede tipologie di variabili che cambiano solo in determinati istanti di tempo;
- Continua: possiede tipologie di variabili che cambiano in continuo nel tempo.

Pro di una simulazione:

- Flessibilità;

- Miglior comprensione del sistema;
- Studio di soluzioni al minor costo e rischio per i problemi;
- Studio di un nuovo design senza stoppare quello attuale;

Contro di una simulazione:

- Risultato non è una soluzione ottimale;
- Più costosa di un modello analitico;
- Consumo di tempo.

Capitolo 3 tesi: Processi e standardizzazione dei cicli

3.1 I processi aziendali

Secondo la norma ISO 9001:2000 il processo (fig 3.1) è definito come "un insieme di attività stabilite che trasformano input in output e richiedono l'allocazione di personale e risorse materiali". Questa definizione chiarisce quali sono gli aspetti fondamentali poiché un processo possa essere definito tale, ossia: presenza di input, attività e output.

Gli input e gli output, che risiedono negli estremi del processo, possono essere di differenti tipologie:

- Tangibili: si verifica quando gli input e gli output sono fisici, come per esempio materiali e componentistica;
- Intangibili: si verifica quando gli input e gli output non sono fisici e quindi necessitano una gestione differente rispetto al primo caso, come per esempio energia e dati;
- Collaterali: un determinato processo può dare vita a degli output incontrollabili che possono creare esternalità negative. Un tipico esempio sono i rifiuti di qualsiasi genere e l'inquinamento;
- Interconnessi: molti processi confluiscono in altri, di conseguenza gli output di uno diventano gli input di quello successivo.

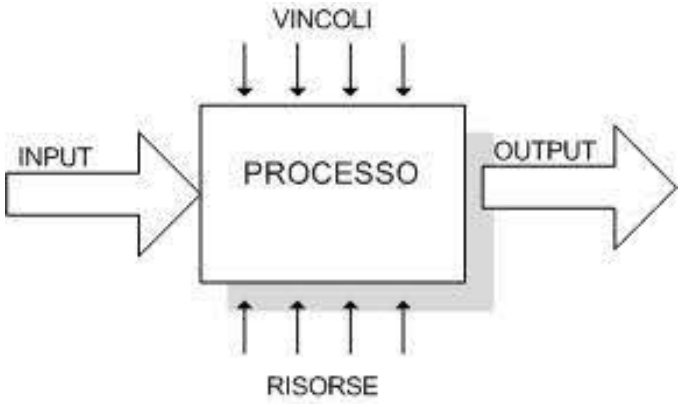

Figura 3.1: Rappresentazione grafica di un processo

Nella definizione di processo deve essere ben chiaro e specifico l'obiettivo che esso possiede e la sua ragione di esistere.

Esistono differenti tipi di processi:

- Strategico: processo che si occupa della pianificazione e organizzazione dell'impresa su un orizzonte di medio-lungo termine;
- Direzionale: si occupa di tradurre i processi strategici definiti dall'azienda per il breve termine. Questa fase risulta essere fondamentale perché senza una adeguata interpretazione in quest'ultimo, ogni obiettivo di maggiore portata risulterebbe difficile da raggiungere;
- Operativo: processo di carattere pratico legato al raggiungimento degli obiettivi sia di breve che di medio-lungo periodo;

Per qualsiasi tipologia di processo devono esserci obiettivi ben definiti, secondo la pianificazione che si intende seguire, che possono riguardare tempi, costi, qualità e volumi di output.

I processi possono essere scomposti, come già detto in precedenza, in attività che a loro volta risultano composte da operazioni elementari. Queste ultime possiedono obiettivi di secondo livello che uniti congiuntamente devono coincidere con quelli definiti dal processo padre.

Un processo può presentare ed essere limitato da dei vincoli. I principali, di differente origine, risultano essere:

- Vincoli legali;
- Vincoli regolamentari;
- Vincoli causati da dinamiche sociali;
- Vincoli di fattibilità;
- Vincoli di economicità;

I processi inoltre devono essere controllati e misurati, distinguendo tra prestazioni di input e prestazioni in output, per verificare se stiano dando i risultati e se tali rispettino le aspettative.

La misurazione e l'efficienza di un processo è un passo fondamentale per un'organizzazione perché, a causa della continua crescita della competizione su mercati molto dinamici, risulta difficoltoso effettuare previsioni di produzione e vendita visto che esistono poche sicurezze e le stesse risultano essere molto instabili.

3.2 Rappresentazione grafica di un processo

Un processo può essere rappresentato graficamente attraverso delle tecniche di mappatura. La mappatura serve anche per la sua comprensione e per evidenziare alcuni aspetti critici e dare supporto decisionale ai gestori dell'organizzazione. Per la mappatura esistono diverse tecniche, come ad esempio:

- IDEF0 (Integration Definition for Function Modeling) (fig 3.2) risulta essere il metodo più famoso per formalizzare decisioni, azioni e attività di una organizzazione o di un sistema.

  Esso fu derivato a partire da SADT (Structured Analysis and Design Technique), un formalismo grafico precedente, su iniziativa e richiesta dell'USAF, la forza aerea statunitense.

  IDEF0 rappresenta il processo come una sorta di contenitore, al cui interno si svolgono tutte le attività e le operazioni elementari, e da cui partono delle frecce di interazione con gli altri processi dell'azienda che possono essere di quattro tipi:

  - Interazione tra input;
  - Interazione tra output;
  - Interazione tra risorse;
  - Interazione tra vincoli.

  Una volta effettuati tutti i collegamenti tra i processi dell'azienda è possibile ottenere una rappresentazione grafica di come vengono utilizzate le risorse e se gli obiettivi sono perseguibili. Per ogni processo, inoltre, è possibile rappresentare ogni attività ed operazione che lo compongono secondo una logica gerarchica.

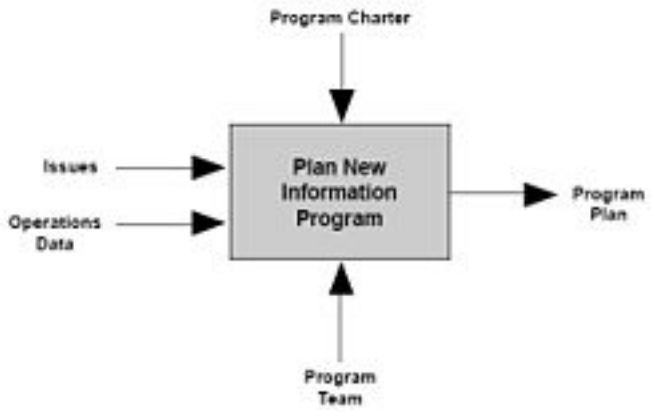

Figura 3.2: Esempio di rappresentazione IDEF 0

- Graphic Model Tools: utilizzano una raffigurazione grafica che risulta essere più efficace e diretta rispetto all'utilizzo di codici e pAROLe.

  Un esempio di graphic model tool è il cosiddetto flowchart (fig 3.3), ossia diagramma di flusso.

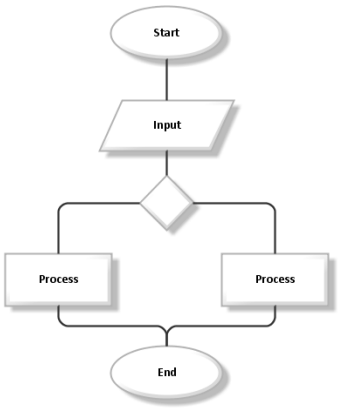

Figura 3.3: Esempio di flowchart

Esistono varie notazioni per la rappresentazione con diagrammi di flusso. Tutte le notazioni sottendono a un meta-modello molto semplice, caratterizzato da una lettura sequenziale:

- si parte dal blocco iniziale;
- si segue la freccia in uscita;
- si giunge al blocco successivo e si effettua l'operazione descritta nel blocco;
- si procede iterando i passi 2 e 3 fino a giungere al blocco finale.

Le raffigurazioni possibili (sempre in fig 3.3) sono:

- Raffigurazione di attività di inizio o fine processo tramite cerchi o rettangoli rotondeggianti;
- Raffigurazione di attività di scelta tramite rombi;
- Raffigurazione di attività semplici sono raffigurate da un rettangolo;
- Raffigurazione di un raccoglitore di dati tramite un cilindro.

I Graphic Model Tools rappresentano il processo come un susseguirsi di attività una dopo l'altra, come un flusso logico, dando una visione chiara del procedimento che si è seguito a monte per valutare la fattibilità dello stesso.

Questi strumenti presentano, a prescindere da quali siano, tre principali limiti:

- È comune trovare diverse grafiche di uno stesso processo perché gli sviluppatori utilizzano diverse rappresentazioni;
- Diversi formati rendono difficile la condivisione dei modelli tra gli strumenti;
- Ogni strumento utilizza un proprio linguaggio rendendo la comunicazione difficile.

3.3 L'automazione nei processi aziendali e la nascita degli standard

I processi aziendali possono essere distinti in due macrocategorie:

- Processi dinamici;
- Processi statici;

I processi dinamici sono quei processi che di volta in volta non presentano mai le stesse caratteristiche. Risulta quindi difficile poter creare una procedura automatizzata per controllarli. I secondi invece, la famiglia degli statici, possono essere ben definiti e si presentano in ogni occasione nella stessa maniera. Date le caratteristiche di questa seconda categoria, è possibile associare ai processi appartenenti un alto livello di automazione, dove per automazione si intende la tecnica, il metodo o il sistema di operare o controllare un processo attraverso mezzi altamente automatici (ad esempio dispositivi elettronici), riducendo al minimo l'intervento umano.

Le aziende, con il progredire della tecnologia, hanno iniziato a collegare l'automazione ai processi aziendali che creano maggiore valore: questa strategia è stata scelta per far si che la parte a maggior valore aggiunto possa essere svincolata dalle singole conoscenze individuali e quindi poter essere di completa proprietà dell'azienda.

I processi aziendali sono però difficilmente rappresentabili attraverso pAROLe e codici, per questo motivo negli anni sul mercato si sono sviluppati i cosiddetti Graphic Model Tools che generano un tipo di rappresentazione più efficace e diretta.

Fu necessario inoltre, per poter possedere una comunicazione efficace, creare degli standard di processo che rappresentino come operare in un determinato contesto.

Gli standard di processo contengono, nel concreto, una dettagliata specificazione delle attività e delle operazioni da eseguire per portare avanti il processo soddisfacendo determinate caratteristiche e perseguendo gli obiettivi fissati. Esistono oggigiorno numerosi standard che vengono raccolti nelle cosiddette "famiglie di

standard", ognuna delle quali racchiude una quantità considerevole di standard di processo accomunati da una finalità collettiva. Non esiste uno standard o una famiglia di standard considerata migliore, e ne tanto meno è possibile redigere una graduatoria di essi basandoci esclusivamente sul loro contenuto. Il loro successo, infatti non dipende dal valore "interno", ma deriva solo ed esclusivamente dalla diffusione nel mondo organizzativo. Solo uno standard effettivamente seguito e rispettato da una moltitudine di soggetti organizzativi, riesce a perseguire gli scopi per cui è stato ideato.

3.4 Standardizzazione dei cicli produttivi

Secondo quanto riportato dal dizionario Treccani il verbo standardizzare significa "conformare a uno standard, a un tipo o modello considerato normale e generalmente valido [….] i tempi e i modi".

La standardizzazione dei cicli produttivi è una fase nella vita dell'organizzazione che serve per ricondurre i differenti prodotti a un modello unitario ed esemplare secondo criteri riconosciuti e condivisi.

3.4.1 Ciclo produttivo

Il ciclo produttivo di un determinato prodotto è l'insieme di tutte le operazioni a cui l'input va incontro per poter essere trasformato in output.
Il ciclo produttivo comprende:

- Risorse: materie prime utilizzate per la produzione di oggetti (materiali e fonti di energia). Le materie prime sono tutti i materiali che troviamo in natura e che devono essere lavorate o trasformate per ottenere energia o oggetti finiti;
- Lavoro: contributo dell'uomo. Uso dell'energia fisica e intellettuale necessaria a svolgere il processo produttivo;
- Capitale: denaro necessario ad avviare il processo produttivo;

- Organizzazione: coordinamento di tutti gli elementi secondo criteri di efficienza e produttività;

I criteri di lavorazione possono essere di due tipi:

- Artigianali: una o un gruppo ristretto di persone realizzano un oggetto dall'inizio alla fine con sistemi manuali o con l'uso di macchine semplici. Si avrà una produzione limitata, pezzi diversi fra loro e maggiore valore del prodotto;
- Industriali: un gran numero di persone realizzano un oggetto seguendo una singola fase, utilizzando macchine professionali e ottenendo numerosi pezzi tutti uguali fra loro;

Il ciclo produttivo può essere svolto in diversi modi:

- Completamente all'interno dell'organizzazione;
- Completamente all'esterno dell'organizzazione;
- Con alcune fasi interne ed altre esterne.

Ciò che va a determinare il fatto che alcune fasi vengano fatte esternamente e altre internamente è il grado di integrazione verticale dell'organizzazione: più è alto questo grado più una azienda risulta possedere internamente tutte le competenze e il capitale fisico che permettono di svolgere tutte le lavorazioni che danno origine alla materia prima e al prodotto finito; minore è questo grado più significa che una impresa è focalizzata su una singola fase della catena del valore.

Il valore di integrazione verticale dell'organizzazione è un fattore principalmente strategico che permette successivamente di prendere determinate decisioni.

Quando alcune fasi vengono fatte esternamente e altre internamente si può parlare di conto lavoro o lavorazione esterna.

Per quanto riguarda il conto lavoro si tratta di una metodologia a metà tra l'acquisto del prodotto finito e la sua completa produzione. Infatti, quando ci si affida al conto lavoro è perché per alcune fasi di produzione dell'articolo non è possibile o non

conviene farle internamente e quindi si decide di incaricare un determinato fornitore. La sequenza standard che si incontra durante un conto lavoro è composta da:

- Consegna della materia prima al fornitore che effettua le prime fasi di lavorazione per poi consegnare un semilavorato;
- Consegna di un semilavorato al fornitore che effettua delle fasi intermedie di lavorazione;
- Consegna di un semilavorato al fornitore che effettua le fasi mancanti per consegnarlo come prodotto finito.

Le lavorazioni esterne sono delle singole fasi, perlopiù trattamenti, per cui l'azienda non possiede le competenze e il capitale fisico al suo interno. Solitamente ci sono due tipologie di trattamenti, quelli superficiali e termici, come ad esempio pallinatura e tempra, che possono essere alla fine del ciclo di lavorazione o in fasi intermedie.

3.4.2 Processo di standardizzazione dei cicli produttivi

Il processo di standardizzazione richiede di trovare dei punti in comune tra le differenti caratteristiche di ciò che si sta analizzando per poter astrarre il tutto ad un livello superiore.

Per poter standardizzare i cicli produttivi di un determinato componente o articolo è importante comprendere e determinare quali siano gli aspetti fondamentali dell'articolo stesso ma anche di tutto il contorno.

Infatti, molte volte la standardizzazione in ambito industriale deve tener conto di articoli o componenti completamente diversi gli uni dagli altri ma che, se analizzati a fondo, possono presentare dei punti in comune.

Per procedere con questo processo è necessario individuare delle discriminanti. Le discriminanti sono fondamentali per differenti motivi:

- Permettono di suddividere gli articoli in famiglie;

- Permettono di creare famiglie con articoli molto diversi tra di loro che però possiedono delle lavorazioni o delle caratteristiche simili;
- Permettono di discriminare articoli apparentemente simili ma che presentano altre caratteristiche o lavorazioni.

Una volta individuate le discriminanti e le caratteristiche è possibile determinare i criteri che si vogliono seguire per standardizzare.

I criteri principali sono:

- Criterio della tipologia di prodotto;
- Criterio per reparti produttivi;
- Criterio del prodotto finito, se si tratta di un insieme di differenti componenti;
- Criterio dei macro-componenti, come ad esempio una parte di struttura di una macchina;

Il criterio della tipologia di prodotto si basa sul creare un ciclo produttivo standardizzato per tutti i prodotti del medesimo tipo che vengono lavorati in una azienda. Il principale vantaggio che crea questo criterio è quello di individuare facilmente a che articoli assegnare un determinato ciclo standard. Questo passaggio, però, può comportare anche una perdita di efficienza per l'organizzazione perché si rimarrebbe ancorati ad una divisione basata sull'articolo e non sulle sue caratteristiche generali e sulle fasi di lavorazione che deve subire.

Il criterio basato sui reparti produttivi prevede la creazione di un ciclo produttivo standardizzato per tutti i prodotti che vengono perlopiù lavorati nel medesimo reparto produttivo. Questa suddivisione ingloba numerosi articoli differenti ma rischia di perdere di vista l'obiettivo dell'efficienza generale.

Il criterio basato sul prodotto finito invece prevede la creazione di un ciclo standard che si basa sull'analizzare il prodotto finito e da li andare a estrapolare tutti gli articoli che lo compongono. Ingloba diversi tipi di articoli ma potrebbe perdere di vista la creazione di un ciclo chiaro e ben definito.

Il criterio basato sui macrocomponenti è molto simile a quello basato sul prodotto finito completo ma si basa su una suddivisione di quest'ultimo in sottogruppi.

3.4.3 Creazione della codifica del ciclo standard

Una volta determinate le discriminanti principali per il settore industriale in cui l'azienda in esame si trova, è necessario determinare la parte più tecnica del ciclo in esame.

Per poter essere gestito un ciclo standard deve essere codificato in maniera univoca e deve essere leggibile da parte di un software gestionale che lo assegni all'articolo in esame in maniera corretta.

La codifica di un ciclo standard prevede differenti fasi:

- Analisi del gestionale aziendale per determinare che stringa di caratteri può trattare e leggere;
- Determinazione delle discriminanti e del criterio di standardizzazione;
- Per ogni campo è necessario creare una codifica numerica, alfabetica o alfanumerica che sia coerente con i limiti del software che l'azienda possiede.
- Una volta determinata la codifica il ciclo standard può essere assegnato all'articolo in esame in modo automatico o manuale, a seconda del grado di automazione che prevede l'azienda.

Capitolo 4 Standardizzazione dei cicli produttivi in AROL S.P.A in ottica Lean Production

In questo capitolo verrà esposto e presentato il progetto aziendale di standardizzazione dei cicli produttivi in ottica Lean Production presso AROL S.P.A.

La prima parte sarà una presentazione del progetto e tratta di come viene affrontata in questo momento la determinazione dei cicli produttivi e delle fasi esterne per poi arrivare alle soluzioni proposte e implementate.

4.1 Introduzione al progetto

AROL S.P.A è un'azienda che produce macchine tappatrici su commessa. La produzione su commessa, pur essendo il suo principale punto di forza, comporta tutta una serie di trade-off che non permettono la completa standardizzazione dei singoli componenti e dei pezzi che vengono lavorati sulle workstation.

Per questo motivo si è deciso di procedere con lo studio dello stabilimento produttivo secondo logiche Lean e di avviare un progetto di standardizzazione dei cicli produttivi attraverso la generazione di un codice alfanumerico a 13 cifre.

Questo codice, raggruppando le principali caratteristiche del componente da lavorare, permetterebbe di determinare le fasi di lavorazione, le macchine su cui il singolo pezzo verrebbe lavorato e i singoli tempi e costi di produzione.

4.2 Situazione Attuale

L'organizzazione, per poter tracciare tutte le fasi di lavorazione, dispone di un software gestionale aziendale di nome JGalileo.

JGalileo ERP è una applicazione completa e modulare in grado di integrare fra loro tutti i comparti aziendali e di gestire il flusso delle informazioni a un costo competitivo. Anno dopo anno offre scadenze predefinite per aggiornamenti e integrazioni del software.

In questo momento AROL S.P.A, una volta che concorda con il cliente che tipo di macchina tappatrice necessita, con quali caratteristiche e personalizzazioni, inizia tutta la fase di progettazione.

In AROL S.P.A, e per lo stabilimento di Canelli (AT), esistono differenti uffici tecnici, collocati in tutta Italia, che sono incaricati di procedere con la progettazione della macchina:

- Ufficio Tecnico in CAP A: è il principale UT dell'intera azienda; in questo ufficio vengono progettate interamente le macchine tappatrici;
- Ufficio Tecnico in CAP D: è un distaccamento dell'ufficio tecnico principale collocato in CAP A; questo ufficio si occupa della progettazione degli elevatori che vengono prodotti in CAP D. Si è deciso di creare questo distaccamento perché permette di seguire da vicino tutte le fasi a cui vanno incontro gli elevatori;

Una volta che la macchina tappatrice è stata progettata, solitamente si procede a gruppi e non interamente, si prepara un task dove vengono scaricati i codici che la compongono attraverso JGalileo.

Esistono differenti tipi di codici che compongono una macchina:

- Codici di commercio: codici che vengono acquistati esternamente da dei fornitori; la particolarità di questi codici è che presentano delle caratteristiche

normalizzate e standardizzate da leggi europee che, in base al loro adempimento, permettono che siano riconosciuti in ogni parte del mondo. Questi codici possono spaziare dalla vite o dal dado al motore o alle differenti parti elettriche;

- Codici a stock: particolari che, dopo numerose analisi dei fabbisogni annuali e delle caratteristiche tecniche, AROL S.P.A ha deciso di non gestire a commessa ma di acquistarne lotti da riporre a magazzino. Questi codici possono essere per esempio i semilavorati e i particolari più comuni delle teste tappatrici;
- Codici a commessa: codici che vengono creati appositamente per una determinata commessa; di questa categoria si hanno due ulteriori tipologie di codici che, a seconda delle necessità, vengono utilizzati:
    - Codici nuovi, creati appositamente per la commessa presa in esame di cui bisogna procedere a fare l'anagrafica del pezzo. I codici nuovi vengono scaricati in un task e risultano essere bloccati;
    - Codici riutilizzati, creati per altre commesse, che però risultano uguali e quindi vengono immessi in distinta per analogia. Questi codici vengono scaricati in un task e risultano essere attivi, perché già attivati in precedenza per altre commesse.
- Codici di integrazioni urgenti: codici a commessa o a stock che vengono creati successivamente allo scarico del task che riguarda il gruppo di cui fanno parte. Le integrazioni urgenti sono quindi delle modifiche e delle aggiunte al progetto iniziale, in genere nelle fasi finali della commessa quando essa si trova al montaggio, che richiedono la fornitura dei codici in oggetto con particolare urgenza. La gestione di questi codici richiede una procedura ad hoc che permette di ridurre il tempo di attraversamento della commessa.

4.2.1 Fase di Anagrafica

I task che compongono una parte della macchina tappatrice, una volta creati, necessitano della fase di anagrafica per tutti i codici nuovi a commessa.

La fase di anagrafica consiste nell'analizzare tutti i differenti aspetti di un determinato componente per poi associargli:

- Se viene prodotto internamente o acquistato;
- Il ciclo di lavorazione che può prevedere anche il conto lavoro;
- La materia prima in distinta base;
- Il lead time;
- L'indirizzo produttivo.

Per poter comprendere al meglio questa fase è necessario procedere con un esempio.

Durante la mia esperienza, uno dei primi codici a commessa che mi è capitato di analizzare, grazie all'aiuto dell'operatore responsabile dell'anagrafica, era il codice di una boccola scorrevole a commessa.

La boccola scorrevole (fig 4.1) è un componente che può comporre differenti parti di una macchina tappatrice e può essere composta da diverse materie prime, tra cui il bronzo che presenta le migliori proprietà di scorrimento in rapporto alle altre caratteristiche. Per esempio, all'interno di essa scorre il piantone centrale fisso che permette la regolazione dell'altezza della macchina per gestire i cambi formato, mentre all'esterno sono fissate le flange porta pistoni che guidano il processo di tappatura.

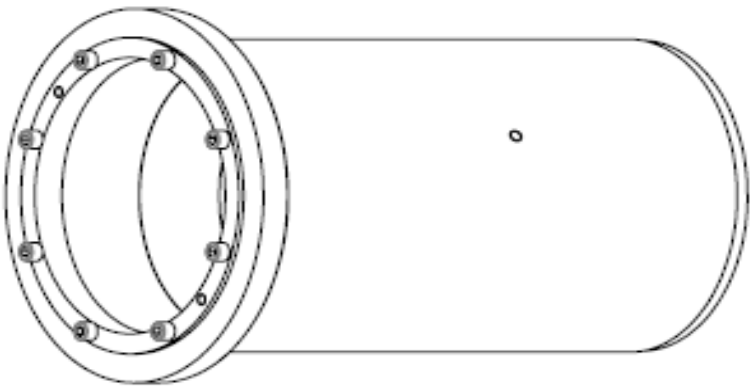

Fig 4.1: Disegno di una boccola scorrevole

La boccola scorrevole viene gestita in anagrafica secondo diverse sottofasi, necessarie per completare le informazioni che si necessitano:

- Lead Time: per il lead time è necessario determinare se il codice preso in esame presenta un trattamento termico o superficiale o meno; in generale per le boccole scorrevoli si hanno sette giorni lavorativi di lead time per i codici senza trattamenti e dieci giorni lavorativi di lead time per i codici che presentano trattamenti; nel caso in esame si avranno sette giorni di Lead Time;
- Indirizzo produttivo: l'indirizzo produttivo indica dove questo codice viene prodotto o dove deve essere consegnato; esistono diversi codici per determinare l'indirizzo produttivo:
    - Codice 7UP: codici che vengono prodotti e lavorati completamente internamente; il codice "7UP" corrisponde allo stabilimento CAP B;
    - Codice AC1/AC2/AC3: codici che vengono acquistati e devono essere consegnati nel rispettivo indirizzo produttivo. A seconda che il codice finisca con 1, 2 o 3 si definisce il sito produttivo di consegna:
        - AC1: stabilimento CAP A

        - AC2: stabilimento CAP B
        - AC3: stabilimento CAP D
    - Codice LE1/LE2/LE3: codici che presentano una lavorazione esterna nel loro ciclo produttivo. . A seconda che il codice finisca con 1, 2 o 3 si definisce il sito produttivo di consegna:
        - LE1: stabilimento CAP A
        - LE2: stabilimento CAP B
        - LE3: stabilimento CAP D
    - Codice MU7: codici che vengono prodotti e lavorati completamente internamente; il codice "MU7" corrisponde allo stabilimento CAP A;

  Nel caso preso in esame, l'indirizzo produttivo sarà 7UP.
- Definizione del "tipo parte", specifica il tipo di ordine che viene associato al codice, ossia se di produzione o di acquisto, e permette di escludere la gestione di alcuni codici che al fine produttivo sono inutili:
    - Tipo parte "0": il codice che viene codificato con questo tipo parte risulta essere un "Assieme fittizio" e significa che non richiede nessun ordine di produzione o di acquisto;
    - Tipo parte "1": il codice che viene codificato con questo tipo parte risulta essere un "Prodotto finito" ossia la macchina completa in tutte le sue parti;
    - Tipo parte "2": il codice che viene codificato con questo tipo parte risulta essere un "Semilavorato gestito e documentato" che richiede un ordine di produzione per fasi che possono essere interne o esterne;
    - Tipo parte "3": il codice che viene codificato con questo tipo parte risulta essere un "Semilavorato non gestito e non documentato" e significa che il codice viene escluso dalla distinta e il gestionale non lo considera;

- Tipo parte “4”: il codice che viene codificato con questo tipo parte risulta essere un “Materiale di acquisto gestito e documentato” che richiede un ordine di acquisto;
- Tipo parte “5”: il codice che viene codificato con questo tipo parte risulta essere un “Materiale di acquisto non gestito e non documentato” e si utilizza per i componenti di commercio.

Nel caso preso in esame il tipo parte sarà il 2, “Semilavorato gestito e documentato”.

- Materia prima in distinta base: ad ogni codice viene associato un documento che presenta la tavola 3D del componente. Nel cartiglio presente nella tavola vengono indicati i materiali che compongono i differenti pezzi e dal disegno si ricavano le quote che compongono il prodotto. Con queste informazioni è possibile determinare la tipologia di materia prima in distinta base e le sue dimensioni;

  Nel caso preso in esame, ci sono tre differenti materie prime in distinta base:

  - Inox AISI 304 - 1.4301
  - Bronzo 85.5.5.5 – 2.1096
  - Acciaio FE360 – 1.0037

- Cicli di lavorazione: ogni codice tipo parte “2”, ossia “Semilavorato gestito e documentato” richiede un ordine di produzione. Per generare l’ordine è necessario che ad ogni codice sia associato un ciclo di lavorazione con le differenti fasi necessarie a lavorare il componente; nei differenti cicli di lavorazione possono esserci delle fasi che richiedono il conto lavoro, ossia che il materiale di proprietà di AROL S.P.A venga lavorato esternamente e poi rimandato indietro.

  Nel caso preso in esame il ciclo produttivo si compone nel seguente modo:

  - Taglio automatico Inox AISI 304 - 1.4301
  - Taglio automatico Bronzo 85.5.5.5 – 2.1096
  - Taglio automatico Acciaio FE360 – 1.0037

- Tornitura Inox AISI 304 - 1.4301
- Tornitura Bronzo 85.5.5.5 – 2.1096
- Tornitura Acciaio FE360 – 1.0037
- Fresatura Inox AISI 304 - 1.4301
- Fresatura Bronzo 85.5.5.5 – 2.1096
- Fresatura Acciaio FE360 – 1.0037
- Pressaggio del composto
- Avvitatura
- Tornitura di finitura del composto
- Chiavettatura
- Tornitura di finitura del composto
- Finitura e sbavatura manuale del composto
- Controllo qualità

4.2.2 Fase di Evasione

Una volta completata la fase di anagrafica si procede con la fase di evasione della commessa.

L'evasione consiste nel creare gli ordini di produzione, di acquisto o di conto lavoro per tutti i componenti che lo necessitano.

Ogni volta che un task viene creato dall'ufficio tecnico, l'ufficio pianificazione si occupa di inserire le date per cui si richiedono i componenti. Tramite quelle date l'operatore che si occupa di evadere il task relativo ad una determinata commessa decide come procedere con i diversi codici. La fase di evasione, essendo direttamente collegata con quella relativa all'anagrafica, richiede che il sistema gestionale crei le proposte degli ordini di produzione, conto lavoro e acquisto e per far ciò è necessario che passi un giorno perché è una fase che richiede una grande potenza di calcolo e viene fatta durante la notte.

Per le integrazioni urgenti, visto che la maggior parte delle volte richiedono una data di consegna del semilavorato il giorno successivo allo scarico, vien da sé che non è possibile seguire questa procedura perché richiede troppo tempo. AROL S.P.A per ovviare a questo problema ha creato una seconda procedura che permette di gestire le integrazioni urgenti tramite l'utilizzo di un sottosistema che si aggiorna più volte durante la giornata e che genera le proposte dei codici delle integrazioni.

Questa procedura, chiamata "Lancio 4" e che permette di inserire i codici manualmente, non possiede la potenza di calcolo ma soprattutto l'affidabilità per gestire l'evasione delle commesse che non sono integrazioni urgenti. Per questi motivi per ridurre il tempo di attraversamento non è possibile utilizzare "Lancio 4" come procedura standard.

Una volta determinate le date e creati gli ordini di produzione, conto lavoro e acquisto la commessa si ritiene evasa e quindi si procede con la produzione dei codici e con le richieste di acquisto.

4.2.3 Fase di Acquisto

L'ufficio acquisti, una volta ricevute le richieste di acquisto per componenti di tipo parte "4", procede con la richiesta di offerta dai differenti fornitori che collaborano con AROL S.P.A e che possiedono le competenze necessarie per quel determinato codice.

Oltre all'acquisto finito, l'ufficio acquisti si occupa anche di determinare a quale fornitore è possibile commissionare del conto lavoro.

Il principale trade-off a cui va incontro l'ufficio acquisti è quello del costo-tempo: attivando determinate procedure di emergenza è possibile ricevere i codici in breve tempo ma ad un costo molto superiore; al contrario per tenere i costi bassi si potrebbero allungare di gran lunga i tempi e rischiare di ritardare la consegna al cliente. Questo trade-off sottolinea come sia fondamentale la gestione dei tempi e la pianificazione accurata.

4.2.4 Fase di Programmazione

Tutto ciò che non viene acquistato esternamente, possiede un ordine di produzione e di conseguenza dovrà essere prodotto e quindi lavorato internamente.

Per poter gestire le fasi di produzione interna è presente un ufficio programmazione che gestisce i carichi macchina e i programmi per le lavorazioni.

Nei carichi macchina si ha un trade-off principale: ottimizzazione della produzione e dei tempi setup-data di consegna della macchina. La gestione dei differenti diametri o delle differenti dimensioni comporta numerosi cambi di formato per le macchine utensili nel CAP B. Per poterli ottimizzare bisognerebbe procedere a lotti di prodotti con dimensioni simili ma si rischierebbe di tardare di molto la consegna di un determinato componente.

Di conseguenza non si procede con lotti di grandi dimensioni ma si cerca di dimensionarli in base alla situazione del momento.

4.3 Analisi situazione attuale tramite tecniche Lean

Attualmente si presentano due principali problemi per la gestione delle commesse in CAP B:

- Non esistendo tempi ciclo e lead time per le lavorazioni interne ed esterne ben definiti e chiari, chi monitora le commesse non riesce a comunicare date di consegna dei pezzi veritiere e che presentino uno scostamento minimo;
- Per la fase di gestione di un task, ossia anagrafica ed evasione, è previsto un tempo di attraversamento medio pari a due giorni lavorativi: questo tempo comporta uno scostamento per gli operatori del reparto programmazione che non riescono ad avere una visione completa e continuamente aggiornata dei particolari da produrre per determinare al meglio i carichi macchina.

Per ovviare a questi problemi si è deciso di:

- Inizio di un processo di automazione della fase di anagrafica e di evasione per ridurre i tempi di attraversamento e portarli a un giorno lavorativo; questo aspetto è fondamentale per gestire in maniera più rapida e snella gli ordini di produzione, di conto lavoro e di acquisto del prodotto finito relativi alle varie commesse;
- Rilevazione di tempi e metodi di setup e di lavorazione per le fasi interne; questo passaggio risulta essere di notevole importanza perché permetterebbe di avere dati più sicuri ed affidabili da utilizzare per gestire la programmazione dei carichi macchina e di conseguenza avere stime migliori per quanto riguarda la gestione e il monitoraggio della commessa;
- Sviluppo di una metodologia che in futuro, a seconda della tipologia del pezzo, possa generare un codice standard a cui vengano associate fasi di lavoro, macchine ottime e alternative, materia prima, trattamenti e molto altro ancora.

4.3.1 Metodo dei 5 Why-s in AROL S.P.A

Il metodo dei 5 Why-s, come già spiegato nel paragrafo 2.3.7 del secondo capitolo, consiste nell'affrontare un problema chiedendosi per cinque volte "Perché?".

Secondo la filosofia Lean per poter indagare su un problema e poter arrivare alle vere fonti di esso, è necessario chiedersi almeno cinque volte "Perché?". Attraverso questa metodologia è possibile esplorare le relazioni di causa-effetto di un problema fino ad arrivare alle cause più profonde che lo generano e che risultano essere quelle da risolvere perentoriamente.

- "In AROL S.P.A in questo momento è molto difficile gestire e monitorare la commessa perché non esistono dati dei tempi ciclo e di setup affidabili";
- "Perché?"
- "Perché le stime dei tempi sono basate molto sull'esperienza e sulla percezione personale dei capi reparto";
- "Perché?"
- "Perché non si possiede una metodologia standardizzata e univoca per determinare i tempi produttivi";
- "Perché?"
- "Perché per poterla avere è necessario stabilire un metodo generale di attribuzione dei tempi in base a che dimensioni ha il prodotto e che lavorazioni deve subire";
- "Perché?"
- "Perché lavorando su commessa ci sono molti particolari speciali che richiedono tempistiche diverse";
- "Perché?"
- "Perché non si è sviluppato un metodo per standardizzare i cicli produttivi".

4.3.2 5S in AROL S.P.A

Le 5S sono un insieme di passi fondamentali per definire il Just in Time che iniziano tutti, in giapponese, con la lettera "S" come già spiegato nel paragrafo 2.3.4 del capitolo 2.

In AROL S.P.A le 5S possono essere utilizzate per guidare il processo di standardizzazione dei cicli produttivi nel seguente modo:

- Seiri (Separare): separare le cose inutili da quelle utili; per la standardizzazione dei cicli produttivi bisogna identificare e separare tutto ciò che contribuisce a determinare i tempi produttivi. La rilevazione e il reporting devono essere accurati e svolti con precisione;
- Seiton (Riordinare): organizzare il posto di lavoro in maniera ordinata e con solo ciò che è realmente funzionale a ciò che si deve fare; per la standardizzazione dei cicli produttivi è fondamentale definire in modo chiaro da quali reparti partire per questa analisi e soprattutto con quale modalità;
- Seiso (Pulire): pulire la postazione di lavoro per far emergere i problemi; Analizzando la situazione attuale emerge che la determinazione dei tempi produttivi risulta essere incerta e basata molto sulla percezione ed esperienza personale;
- Seiketsu (Sistemare): standardizzare ordine e pulizia sul posto di lavoro; questa fase, in successione alle altre, risulta essere fondamentale per portare a termine un processo di ottimizzazione e rinnovamento nelle modalità aziendali di AROL S.P.A;
- Shitsuke (Diffondere): diffondere gli standard di ordine e pulizia e verificarne il rispetto da parte del personale; una volta fatto questo, le nuove modalità vengono assimilate e convertite in routine.

4.3.3 Value Stream Map in AROL S.P.A

Come già definito nel paragrafo 2.3.5, la Value Stream Map permette di visualizzare in modo chiaro e conciso la situazione di produzione attuale disegnando i flussi di materiale e di informazioni per poi elaborare uno stato futuro che abbia l'obiettivo di diminuire le scorte e i tempi di produzione e di eliminare la sovrapproduzione. La mappatura dei flussi interni rende visibile gli sprechi del processo produttivo al fine di migliorare le attività a valore aggiunto ed eliminare quelle non a valore.

All'interno di AROL S.P.A si è studiato:

- Analisi e rappresentazione tramite VSM delle fasi produttive di tre componenti di struttura: flange, boccole e piantoni;
- I supplier delle diverse VSM sono acciaierie e fonderie che forniscono la materia prima necessaria sia in flange che in tubi o tondi;
- Il cliente è sempre lo stabilimento CAP A;
- Il tempo di attraversamento va aumentato di 0,5 giorni perché ci sono due trasferimenti al giorno dei componenti lavorati.

Per quanto riguarda le flange si presenteranno rispettivamente:

- VSM di flange ricavabili da semilavorati (fig 4.2), già tornite, con misure standard gestiti a stock con riordino ogni 4 mesi circa;
- VSM di flange ricavabili da semilavorati con misure standard che però non corrispondono al progetto e quindi vanno tornite per essere portate a misura (fig 4.3);
- VSM di flange grezze (fig 4.4) speciali ordinate su commessa che vanno lavorate completamente perché presentano sovrametallo;
- Tutte le VSM che rappresentano il ciclo di lavorazione di una flangia non presentano un buffer tra la fase di fresatura e finitura perché l'operatore le completa in successione.

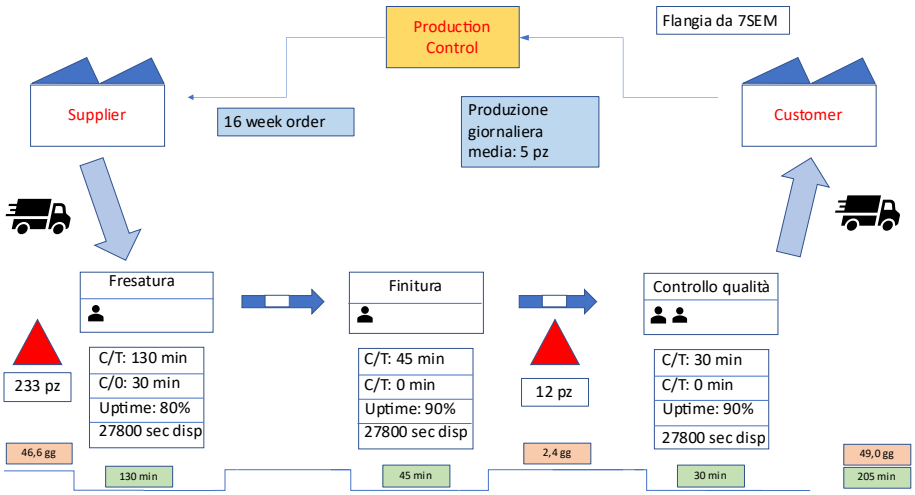

Figura 4.2: VSM di un flangia da 7SEM

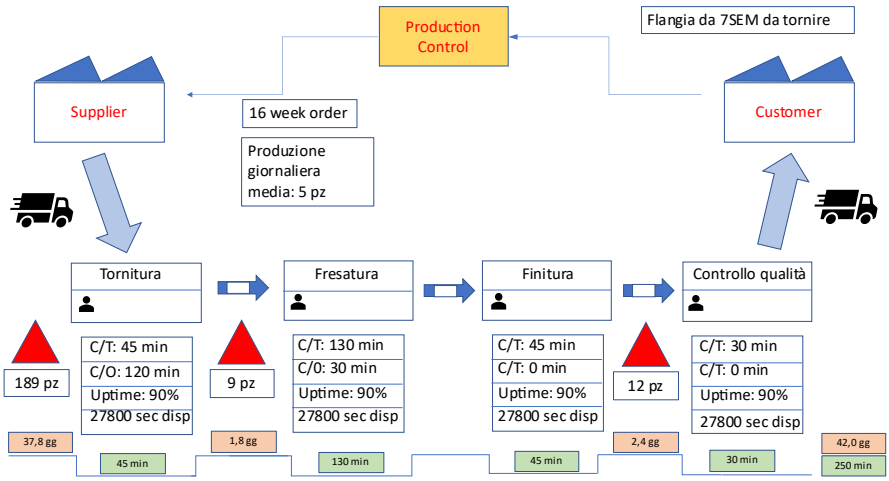

Figura 4.3: VSM di una flangia da 7SEM da tornire

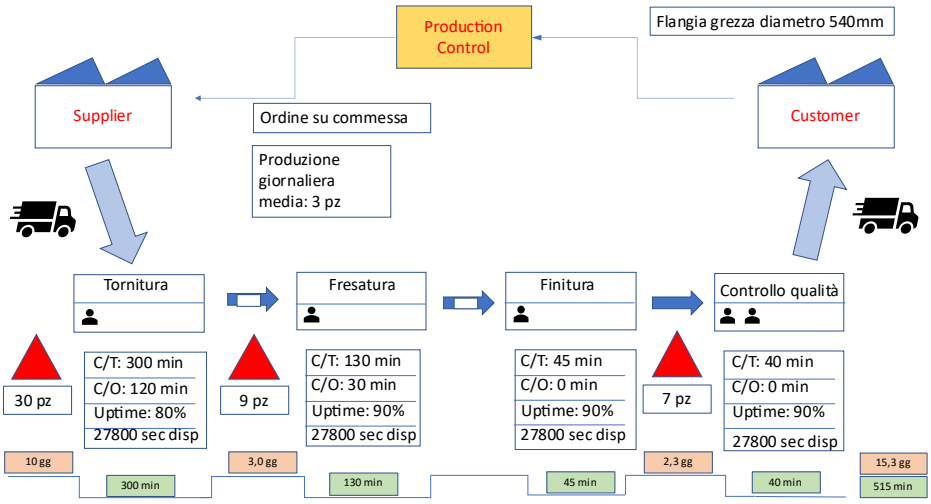

Figura 4.4: VSM di una flangia da flangia grezza

Per quanto riguarda le boccole si presenteranno rispettivamente:

- VSM di boccole scorrevoli mono (fig 4.5): esse sono costituite da un tubo di inox e uno di bronzo che vengono accoppiati tramite una fase di pressaggio. Inoltre è presente anche una fase di chiavettatura.
- VSM di boccole scorrevoli multi (fig 4.6): rispetto alle mono prevedono anche la lavorazione di una flangia e la saldatura di essa sul tubo di inox.
- VSM di boccole ingresso vuoto (fig 4.7): costituite da una flangia saldata sul tubo di inox.
- Tutte le VSM che rappresentano il ciclo di lavorazione di una boccola hanno un tempo di attraversamento che deve essere maggiorato di 10 giorni perché sono all'interno di un magazzino automatico sottoforma di tubi che vengono successivamente tagliati e smistati. La fase di taglio è di circa 20 minuti per pezzo.

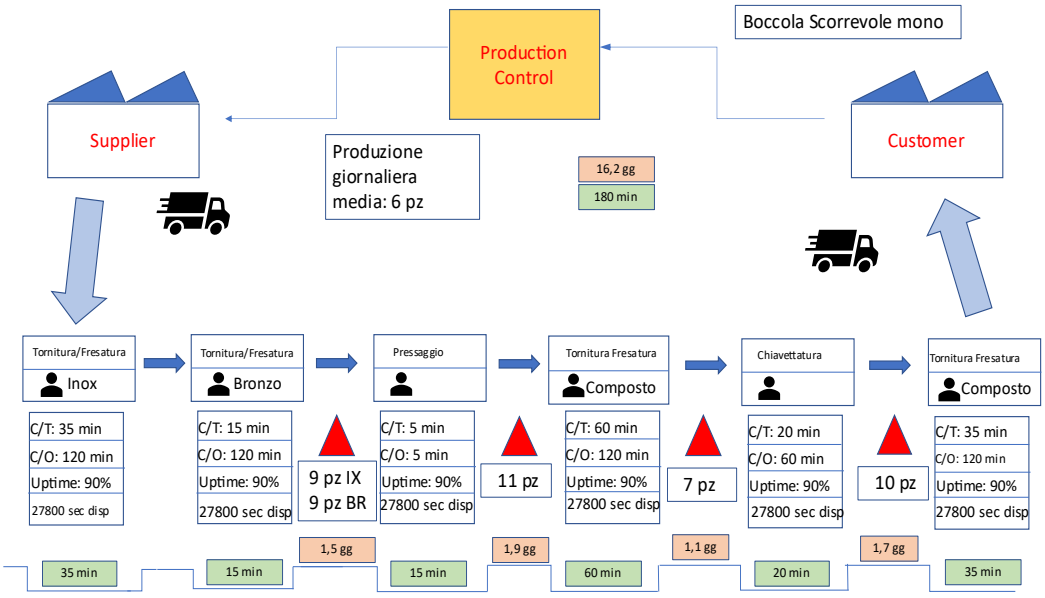

Figura 4.5: VSM di una boccola scorrevole mono

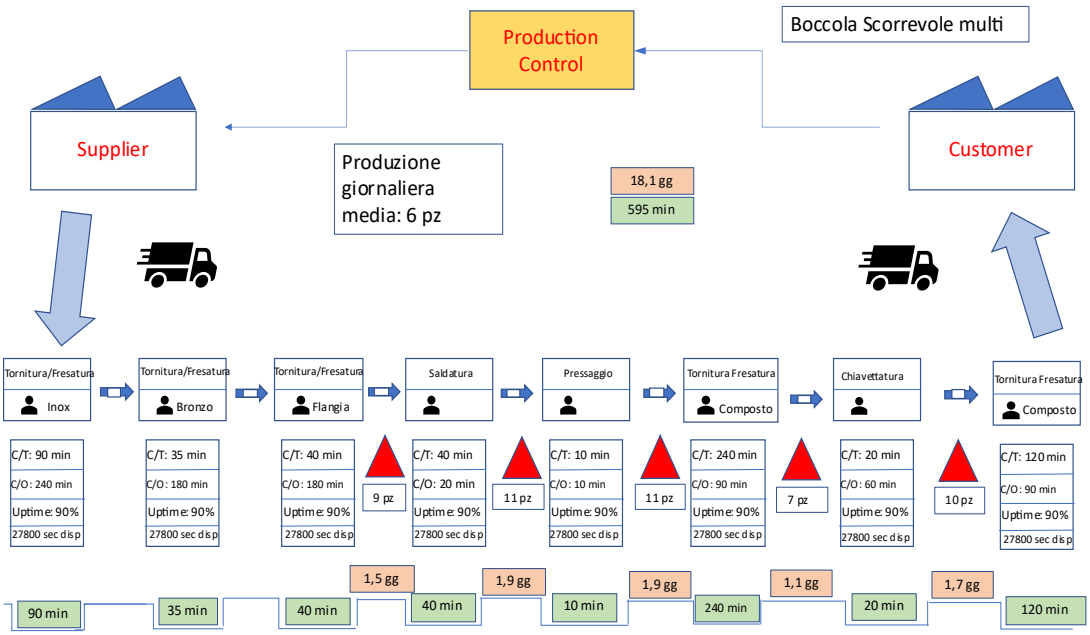

Figura 4.6: VSM di una boccola scorrevole multi

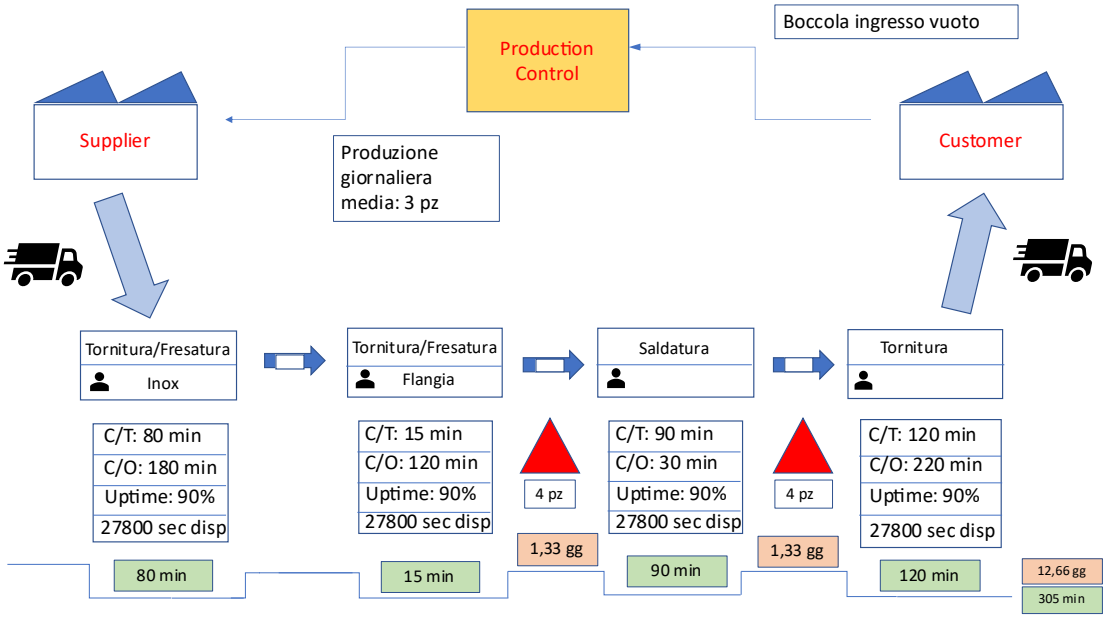

Figura 4.7: VSM di una boccola ingresso vuoto

Per quanto riguarda i piantoni si presenteranno rispettivamente:

- VSM di piantone fisso (fig 4.8): costituite da una flangia saldata sul tubo di inox.
- VSM di piantone rotante (fig 4.9): costituiti da un tubo di inox, un tubo di ferro e una flangia saldata

- Tutte le VSM che rappresentano il ciclo di lavorazione di un piantone hanno un tempo di attraversamento che deve essere maggiorato di 10 giorni perché sono all'interno di un magazzino automatico sottoforma di tubi che vengono successivamente tagliati e smistati. La fase di taglio è di circa 20 minuti per pezzo.

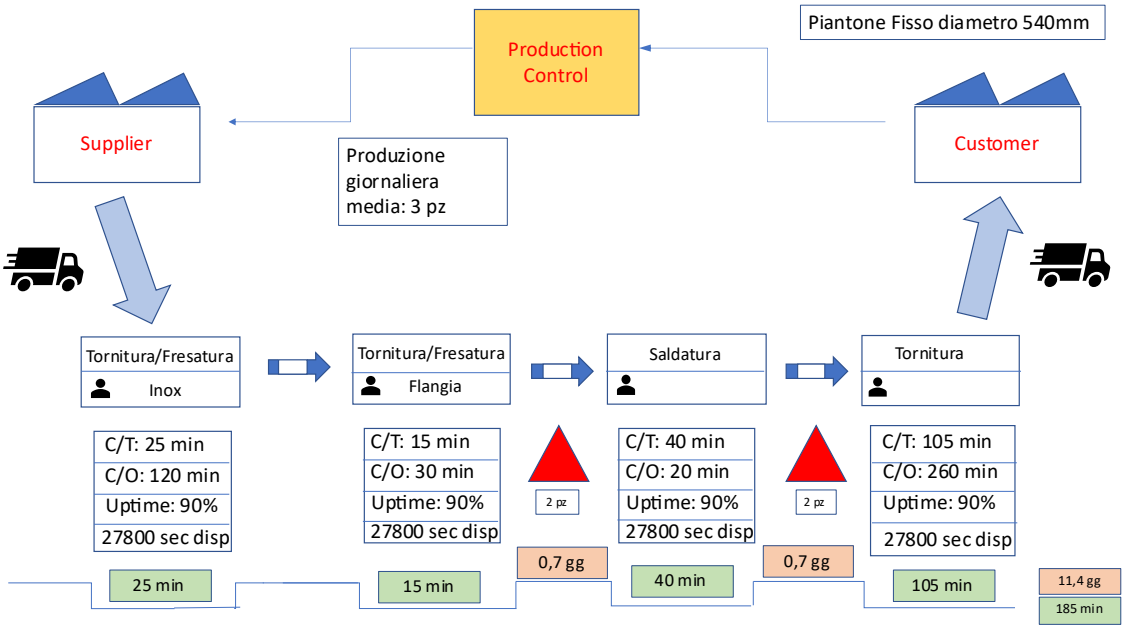

Figura 4.8: VSM di piantone fisso

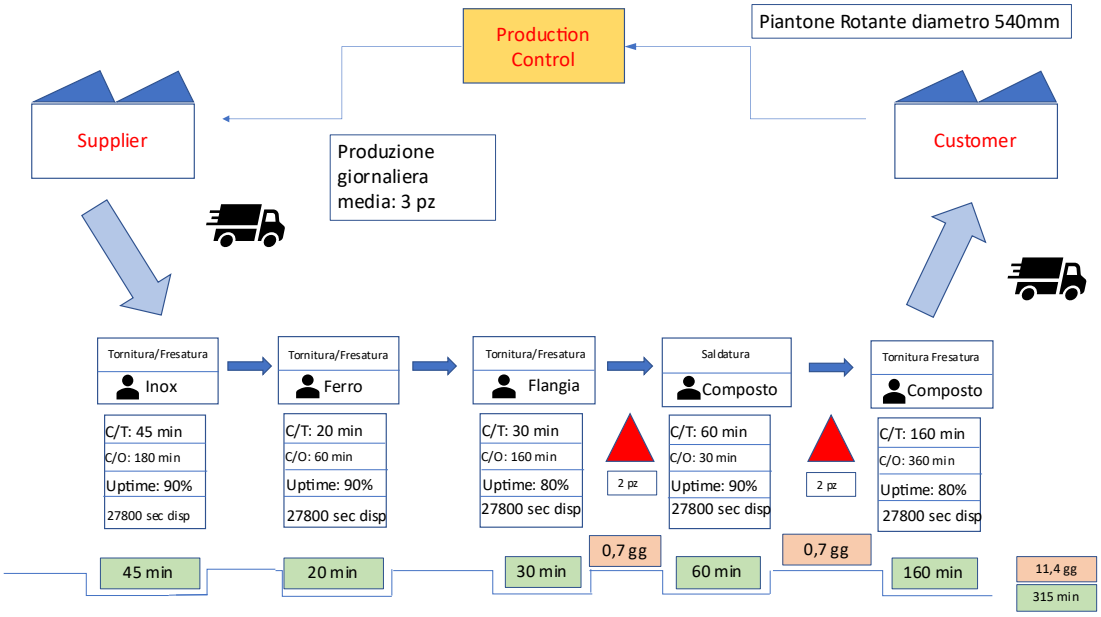

Figura 4.9: VSM di piantone rotante

4.4 Data Card

La standardizzazione dei cicli produttivi, per un'azienda che gestisce un gran numero di codici nuovi ogni anno come AROL S.P.A (circa settantamila codici nuovi ogni anno) risulta essere particolarmente difficoltosa ma di fondamentale importanza per poter automatizzare il più possibile le fasi di anagrafica, evasione e programmazione.

Per prima cosa è importante capire attraverso quali discriminanti si deve passare per ottenere un ciclo standard e successivamente determinare il processo di assegnazione del ciclo all'articolo preso in esame.

In questo momento in AROL S.P.A, ogni volta che un ufficio tecnico progetta un articolo attraverso il CAD3D, sul PDM (Product Data Management), uno strumento informatico che raccoglie tutte le informazioni relative ad un determinato prodotto, si genera una data card che riassume tutte le informazioni utili.

La data card (fig 4.10) presenta diversi campi:

- Codice dell'articolo;
- Macrocategoria dell'articolo: può variare tra componente e gruppo;
- Categoria dell'articolo: definisce la famiglia di cui fa parte il componente;
- Descrizione dell'articolo: questo campo va a definire in maniera più accurata il campo della "Categoria";
- Trattamenti superficiali: descrizione di quali trattamenti superficiali necessita l'articolo in questione. I principali trattamenti superficiali possono essere:
    - Lucidatura a specchio
    - Elettrolucidatura
    - Pallinatura
    - Sabbiatura
    - Lucidatura meccanica
    - Verniciatura

        - Lucidatura buratto
        - Brunitura
- Trattamenti termici: descrizione di quali trattamenti termici necessita l'articolo in questione. I principali trattamenti termici possono essere:
        - Tempra ad induzione
        - Tempra sottovuoto
        - Rinvenimento
        - Tempra a cuore
        - Stabilizzazione
- Ricavabilità da 7SEM o da "finito":
        - 7SEM: per la produzione dell'articolo che in data card presenta il campo "ricavabile da 7SEM" si utilizza un semilavorato presente a stock;
        - Finito: per la produzione dell'articolo che in data card presenta il campo "ricavabile da finito" si utilizza un particolare finito presente a stock da rilavorare e portare alle misure richieste dal progetto.
- Taglio laser, taglio acqua, fototranciatura, stampo: descrizione delle lavorazioni a cui va incontro l'articolo. Essendo molto specifiche vengono utilizzati dei flag per indicarle in modo che si compili in automatico l'anagrafica;
- Materie prime che compongono l'articolo;

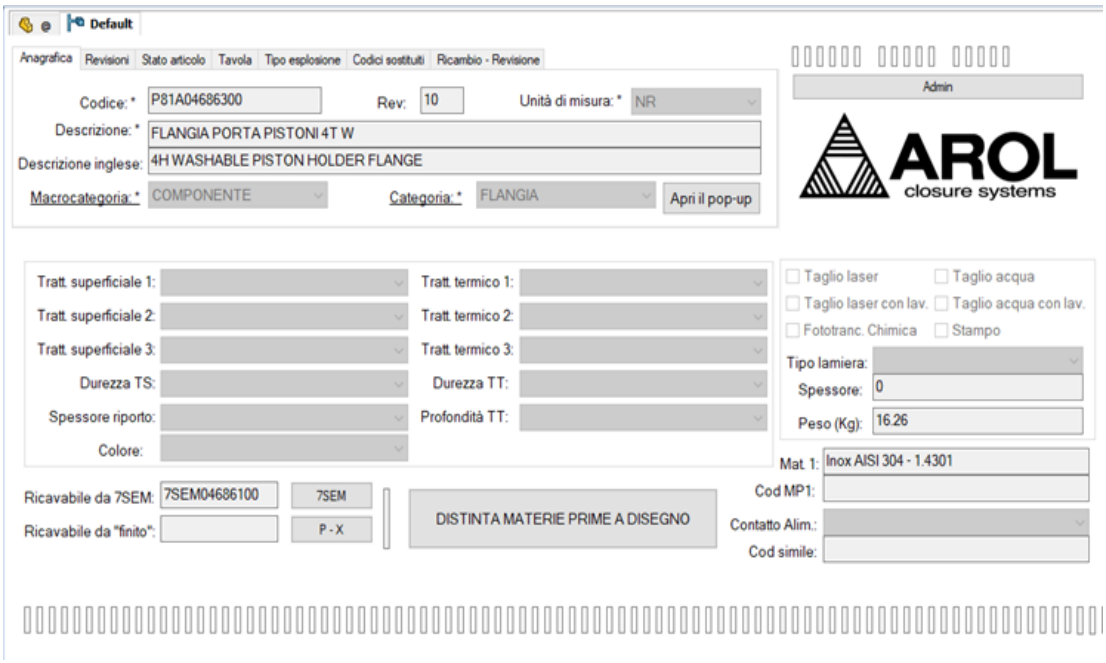

Figura 4.10: Esempio di Data Card

Recentemente in data card è stato compilato un ulteriore pop-up (fig 4.11) che permette l'inserimento di informazioni aggiuntive necessarie ad una completa descrizione dell'articolo:

- Dimensioni del componente:
    - Diametro Esterno
    - Diametro Interno
    - Diametro Primitivo della macchina
    - Altezza
- Numero teste della macchina
- Tipologia della macchina

Questi campi sono di fondamentale importanza per poter definire i cicli produttivi visto che le dimensioni del componente e le caratteristiche della macchina possono determinarne di completamente differenti anche se si tratta della stessa tipologia di componente.

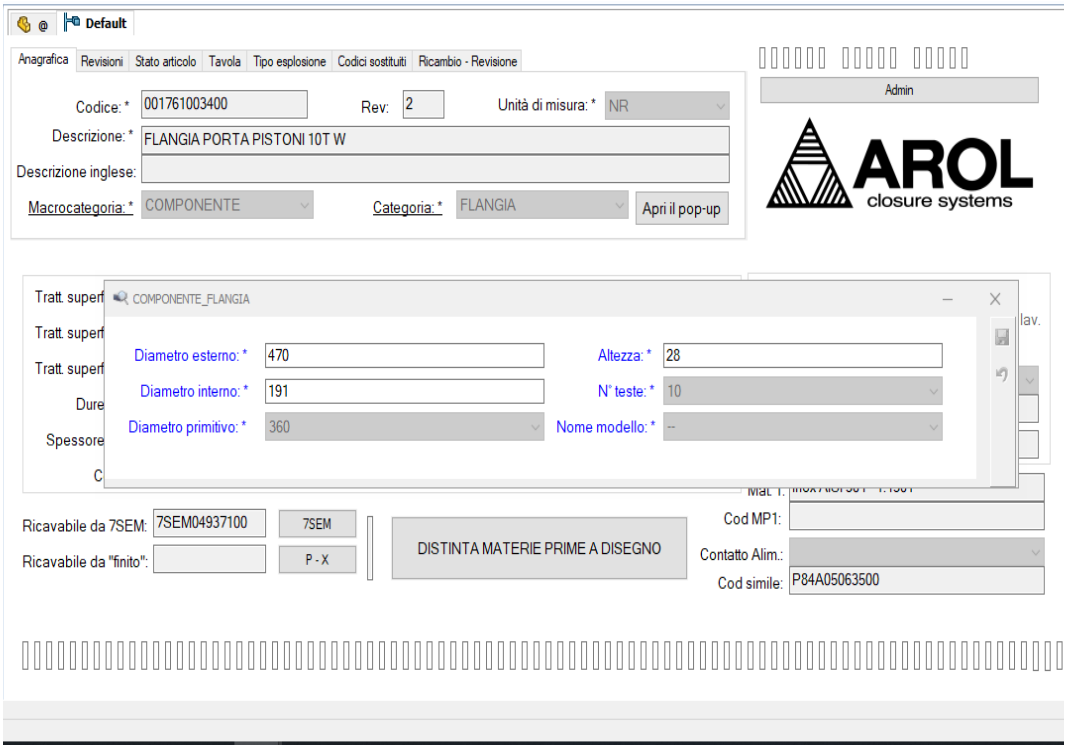

Figura 4.11: Esempio di un pop-up compilato

4.5 Discriminanti per un ciclo standard in AROL S.P.A

Per poter raggruppare il maggior numero di codici possibili, riducendo così il numero di cicli standard specifici da creare, si è deciso di procedere attraverso l'individuazione di discriminanti che possano rendere chiara ed immediata la procedura di standardizzazione.

Attraverso un'analisi incrociata degli articoli più frequenti e di quelli più difficoltosi si sono definiti 12 discriminanti:

- Categoria: serve per identificare la famiglia dell'articolo preso in esame per poter determinare le fasi e i campi del ciclo più adatti;
- Descrizione: serve per determinare il tipo di pezzo e le fasi in modo più completo ed approfondito;

- Materia prima: a seconda della materia prima o delle materie prime che compongono un articolo si possono generare cicli diversi per via della specificità delle macchine lavorative;
- Tipo macchina: serve per identificare di quale macchina tappatrice è un componente l'articolo preso in esame. In base alla tipologia della macchina si possono generare cicli differenti per componenti con uguale categoria e descrizione perché alcune macchine richiedono pezzi personalizzati;
- Diametro primitivo: discriminante che permette di individuare quali macchine a controllo numerico possono lavorare l'articolo preso in esame;
- Numero teste: discriminante che serve a definire un tempo ciclo preciso per determinati articoli che subiscono la fase di fresatura legata al passaggio delle teste tappatrici come, ad esempio, la flangia porta pistoni;
- Ricavabilità: un componente si dice ricavabile se esiste un componente a stock che può essere utilizzato per ottenere l'articolo in analisi. Risulta essere una determinante molto importante perché possono cambiare dei cicli. Ci sono diverse alternative per quanto riguarda la ricavabilità:
    - Ricavabile da materia prima: il principale, consiste nell'avere una fase di prelievo e una di taglio automatico;
    - Ricavabile da 7SEM: semilavorati presenti a magazzino che presentano la misura già corretta del diametro esterno e di quello esterno; nelle flange ricavabili da 7SEM è presente una fase di prelievo ma viene saltata la fase di tornitura;
    - Ricavabile da 7SEM da tornire: si utilizzano 7SEM presenti a magazzino per articoli con diametro esterno ed interno simile; si risparmia tempo sull'approvvigionamento e sulle lavorazioni per il grezzo ma comunque per portarlo alla misura adatta si necessita una fase di tornitura;

        - Ricavabile da “finito”: si ha quando il componente preso in esame è ricavabile, tramite delle lavorazioni meccaniche, da uno presente a magazzino in stock.
- Tipo di lavorazione per componenti simili: esistono alcuni componenti che, pur essendo della stessa famiglia o categoria, presentano una o più fasi di lavorazione differenti (per esempio una boccola scorrevole) questa discriminante può determinare cicli di lavorazione diversi;
- Fasi di lavoro: discriminante principale per i cicli di lavorazione. La determinazione delle fasi di lavoro deve essere definita, in un futuro, in maniera automatiche a seconda del ciclo standard che si genera per un determinato articolo;
- Macchinari: i macchinari su cui viene lavorato un determinato articolo vengono associati a seconda della dimensione e del tipo di fasi che esso presenta;
- Gestione del conto lavoro: il conto lavoro è determinato dalla tipologia dell’articolo, da che lavorazioni deve subire e dalla situazione dei carichi macchina interni;
- Numero trattamenti: questa discriminante permette di gestire i tempi di consegna tramite lead time fissi.

4.6 Primo tentativo di determinazione di un ciclo standard

La prima fase di studio per determinare una procedura di un ciclo standard ha definito i due reparti che, per importanza dei componenti lavorati e per varietà delle discriminanti trattate, risultavano i più adatti da cui cominciare. Si tratta dei reparti:

- Central Structure, dove vengono lavorati boccole e piantoni;
- Flanges, dove vengono lavorate le flange.

Una volta capito su quali reparti era preferibile iniziare si è definito l'intervallo di caratteri che si possono utilizzare perché vengano letti dal sistema gestionale. JGalileo è un software gestionale ERP che riesce a trattare stringe alfanumeriche di, al massimo, tredici caratteri.

Dei tredici caratteri utilizzabili si è deciso di dedicarne, in alcuni casi, due per tenere traccia delle revisioni a cui può andare incontro il ciclo produttivo.

Con undici caratteri disponibili si è iniziato un processo di generazione di idee per definire lo scheletro della codifica. È importante sottolineare che, inizialmente, si era deciso di procedere tramite la generazione di un unico codice standard per tutta la gamma di prodotti che si lavorano internamente.

Il ciclo standard iniziale prevedeva che ad ogni carattere fosse associata una codifica alfanumerica secondo il determinato procedimento:

- Primo carattere: utilizzato per determinare la famiglia di appartenenza dell'articolo, come ad esempio "Flangia", Boccola", "Piantone";
- Secondo carattere: utilizzato per determinare la tipologia del componente, come ad esempio "Flangia Porta Pistoni", "Boccola Scorrevole" e "Piantone Fisso";
- Terzo carattere: utilizzato per definire il tipo della macchina in cui l'articolo confluisce;
- Quarto carattere e quinto carattere: usati per definire il diametro primitivo della macchina finale;

- Sesto e settimo carattere: definizione delle macchine utensili che lo possono lavorare;
- Ottavo carattere e nono carattere: tipologia del materiale che lo compone;
- Decimo carattere e undicesimo carattere: trattamenti a cui va sottoposto l'articolo;
- Dodicesimo e tredicesimo carattere: utilizzati per tener traccia della revisione del ciclo.

Questa tipologia di ciclo prevedeva una previa codifica dei vari campi per poter avere una assegnazione delle caratteristiche dell'articolo ad ogni carattere in modo semplice e veloce.

Le fasi di lavorazione venivano associate alla codifica del primo carattere e del secondo, inoltre tramite l'utilizzo del diametro primitivo, della tipologia della macchina e dei trattamenti si assegnavano i tempi di lavorazione.

Questo procedimento presenta però differenti limiti:

- La grande varietà dei prodotti e delle alternative che possiede AROL S.P.A è difficilmente rappresentabile da una codifica unica per tutti gli articoli;
- Utilizzo di un gran numero di caratteri in modo non ottimale: la definizione del diametro primitivo della macchina finale, pur prevedendo più di dieci possibilità, non ne richiede più di 36. Di conseguenza, dopo esser venuti a conoscenza che si potessero utilizzare caratteri alfanumerici si è modificato il progetto utilizzando solo più un carattere;
- Utilizzo della potenza del software non ottimo;
- Procedendo per confutazione, ossia utilizzando altri articoli che non fossero di quei due reparti, si è notato come la codifica in realtà fosse molto specifica e non utilizzabile per tutti gli articoli.

La pluralità dei limiti appena presentati ha richiesto che il problema venisse affrontato con altre modalità.

4.7 Secondo tentativo di determinazione di un ciclo standard

Nel secondo tentativo per la determinazione di un ciclo standard si è deciso di procedere fin dall'inizio in maniera diversa rispetto a quanto fatto inizialmente.

Come si è già visto, la codifica attraverso un unico ciclo standard per tutti gli articoli lavorati internamente non risultava essere possibile, di conseguenza il secondo tentativo presupponeva di creare un ciclo standard personalizzato per ogni famiglia di prodotti.

L'idea è stata che, avendo un numero di famiglie codificate dagli uffici tecnici minore di 36, si utilizzasse il primo carattere della codifica come discriminante per alcuni campi che vengono compilati successivamente, mantenendo però la maggior parte di essi invariati.

In questo modo risulta essere possibile utilizzare i campi e i caratteri più adatti per ogni tipologia di prodotto che viene lavorato in AROL S.P.A senza che questo possa impattare su tutte le famiglie di prodotto che vengono lavorate internamente e senza sovraccaricare il sistema con un numero infinito di possibili codifiche.

Si è deciso, inoltre, di escludere dalla codifica i campi dedicati all'assegnazione delle macchine utensili che possono lavorare l'articolo. Questo perché, tramite la famiglia, le materie prime, il diametro primitivo e la macchina su cui verrà montato il componente è già possibile determinare un insieme di macchine a controllo numerico con i requisiti necessari.

4.7.1 Codifica dei campi comuni

Nella seconda analisi condotta fino a questo momento in AROL S.P.A si sono determinati i campi necessari per determinare i cicli produttivi per le flange, le boccole e i piantoni. Questi tre componenti presentano, come si mostrerà successivamente, dodici campi in comune, ed uno specifico che varia a seconda del valore che ha il primo campo.

I dodici campi in comune sono stati codificati secondo la seguente logica:

- Le famiglie vengono codificate con la lettera iniziale di una di esse o, in presenza di una ripetizione, tramite un'altra collegabile ad essa: secondo questo principio si codificheranno "Flangia", "Boccola" e "Piantone" rispettivamente con "F", "B" e "P";
- Le parti di struttura vengono codificate con:
    - "S" per la torretta superiore;
    - "I" per la torretta inferiore;
    - "O" per l'alimentatore;
    - "L" per l'alimentazione;
    - "A" per l'attrezzatura;
    - "P" per le protezioni;
    - "B" per il basamento;
- I materiali vengono codificati nella loro totalità con una lettera dedicata mentre le combinazioni di essi ne possiederanno un'altra;
- Per la ricavabilità si utilizzeranno:
    - "0" se si tratta di componente da "Materia Prima";
    - "1" se si tratta di componente ricavabile da "7SEM";
    - "2" se si tratta di componente ricavabile da "7SEM da tornire";
    - "3" se si tratta di componente ricavabile da "Finito";
    - "4" se si tratta di componente ricavabile da "Flangia Grezza";
    - "5" se si tratta di componente di "Commercio";

        - "6" se si tratta di componente composto da "Materia Prima (taglio) + Flangia (prelievo)".
- Per definire le macchine tappatrici si utilizzano due campi che permettono di determinare il modello della macchina e del tappo;
- Il diametro primitivo viene codificato attraverso numeri e lettere in ordine crescente;
- Il numero di teste viene codificato attraverso numeri e lettere in ordine crescente;
- Il numero trattamenti viene codificato attraverso numeri e lettere in ordine crescente;
- Il numero di revisioni viene codificato attraverso numeri e lettere in ordine crescente;

4.7.2 Ciclo standard per la famiglia delle flange

Prendendo come articolo un qualsiasi tipo di flangia, la sua famiglia sarà quella delle "Flange" potenzialmente codificabile con F.

Da questa scelta, attraverso il primo carattere, si da il via alla generazione di un ciclo standard personalizzato per questa famiglia.

Questo ciclo presenta i seguenti campi:

- Primo carattere: utilizzato per determinare la famiglia di appartenenza dell'articolo, come ad esempio "Flangia", Boccola", "Piantone"; in questo caso specifico sarà pari a "F";
- Secondo carattere: utilizzato per stabilire di quale macrostruttura della macchina tappatrice il codice in questione farà parte, ad esempio "Torretta Superiore", "Torretta Inferiore";
- Terzo carattere: utilizzato per determinare la tipologia del componente, come ad esempio "Flangia Porta Pistoni", "Flangia Porta Ralla";

- Quarto carattere: utilizzato per definire in modo ancora più preciso il campo relativo al terzo carattere; per esempio per "Flangia Porta Ralla" è importante determinare se si tratta di "Superiore" o "Inferiore";
- Quinto carattere: usato per definire il tipo di materiale che si utilizza per il prodotto; per esempio per le flange il più utilizzato è l'Inox AISI 304-1.4301, ma può anche essere utilizzato l'alluminio o l'Acciaio FE360 – 1.0037;
- Sesto carattere: utilizzato per determinare la ricavabilità; è importante sapere se una flangia è ricavata da 7SEM, da tornire o meno, o da flangia grezza;
- Settimo ed ottavo carattere: utilizzati per definire la tipologia della macchina tappatrice;
- Nono carattere: usato per determinare il diametro primitivo;
- Decimo: utilizzato per determinare il numero di teste della macchina tappatrice, campo necessario, ad esempio, alla "Flangia Porta Pistoni";
- Undicesimo carattere: utilizzato per determinare il numero di trattamenti a cui va incontro la flangia in questione;
- Dodicesimo carattere: dedicato a definire in maniera dettagliata caratteristiche specifiche dell'articolo in analisi. Questo campo presenterà differenti codifiche in base al tipo di famiglia di cui fa parte il componente. Per la flangia, per esempio, è importante definire l'ingombro specifico;
- Tredicesimo carattere: utilizzato per tener traccia delle potenziali revisioni a cui potrebbe andare incontro il ciclo standard;

Il dodicesimo carattere essendo quello specifico, viene codificato secondo i seguenti aspetti:

- "Z" codice generico;
- "A" se le dimensioni sono minori uguali a 450 mm;
- "B" se le dimensioni sono superiori a 450 mm e minori uguali a 600 mm;
- "C" se le dimensioni sono superiori a 600 mm e minori uguali a 800 mm;
- "D" se le dimensioni sono superiori a 800 mm e minori uguali a 900 mm;
- "E" se le dimensioni sono superiori a 900 mm minori uguali a 1000 mm;

- “F” se le dimensioni sono superiori a 1000 mm minori uguali a 1200 mm;
- “G” se le dimensioni sono superiori a 1200 mm minori uguali a 1500 mm;
- “H” se le dimensioni sono superiori a 1500 mm minori uguali a 2000 mm;
- “L” se le dimensioni sono maggiori di 2000 mm;

Il ciclo, così strutturato, riesce a tener conto delle principali variabili che possono influenzare il ciclo produttivo di una flangia all’interno di AROL S.P.A. È inoltre possibile, tramite l’associazione delle differenti fasi di lavorazione e dei rispettivi tempi, determinare il tempo di attraversamento e produzione dello stesso.

4.7.2.1 Esempio di un ciclo standard per le flange

Esaminando “Flangia Porta Camma con Riduttore W” (fig 4.12), è possibile determinare la sequenza di scelte che portano alla codifica di un ciclo standard (fig 4.13):

- Primo carattere: trattandosi di una Flangia si avrà una codifica che incomincia con la lettera “F”;
- Secondo carattere: la “Flangia Porta Camma con Riduttore W” si trova nella torretta superiore quindi si avrà la lettera “S”;
- Terzo carattere: è necessario definire che si tratta di una porta camma, quindi si avrà una lettera “C” al terzo posto;
- Quarto carattere: essendo con riduttore è necessario specificarlo al quarto posto, si avrà allora una lettera “R” in quel punto;
- Quinto carattere: il materiale è l’Inox AISI 304-1.4301, codificato con “I”;
- Sesto carattere: la flangia in questione risulta ricavabile da 7SEM, di conseguenza si avrà il numero “1” al sesto posto;
- Settimo e Ottavo carattere: la macchina tappatrice è una Euro Asettica, codificata con “A” e “D”;
- Nono carattere: il diametro primitivo è pari a “360” quindi al nono posto ci sarà “4”;
- Decimo carattere: il numero di teste è pari a “10”, codificato con “A”;

- Undicesimo carattere: non sono presenti trattamenti, all'undicesimo posto ci sarà uno "0";
- Dodicesimo carattere: l'ingombro della flangia in questione è pari a "600" codificato con "3";
- Tredicesimo carattere: non sono presenti revisioni del ciclo, di conseguenza ci sarà come ultimo carattere lo "0".

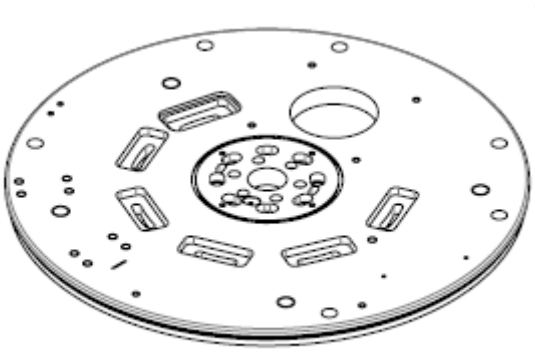

Figura 4.12: Flangia Porta Camma con Riduttore W

GRUPPO PEZZO		TIPO PEZZO		TIPO PEZZO		TIPO PEZZO		MATERIALE		RICAVABILITÀ		TIPO MACCHINA		TIPO MACCHINA		DIAMETRO PRIMITIVO		NUMERO TESTE		NUMERO TRATTAMENTI		SPECIFICHE		REVISIONE	
F	FLANGIA	S	TSU	C	PORTA CAMMA	R	RIDUTTORE	I	INOX	1	7SEM	A	EURO	D	ASETTICA	4	360	A	10	0	NON PRESENTE	3	600	0	NON PRESENTE

Figura 4.13 : Esempio di ciclo standard per la Flangia Porta Camma con Riduttore W

4.7.3 Ciclo standard per la famiglia delle boccole

Prendendo come articolo un qualsiasi tipo di boccola, la sua famiglia sarà quella delle "Boccole" potenzialmente codificabile con B.

Da questa scelta, attraverso il primo carattere, si da il via alla generazione di un ciclo standard personalizzato per questa famiglia.

Questo ciclo presenta i seguenti campi:

- Primo carattere: utilizzato per determinare la famiglia di appartenenza dell'articolo, come ad esempio "Flangia", "Boccola", "Piantone"; in questo caso specifico sarà pari a B;
- Secondo carattere: utilizzato per stabilire di quale macrostruttura della macchina tappatrice il codice in questione farà parte, ad esempio "Torretta Superiore", "Torretta Inferiore";
- Terzo carattere: utilizzato per determinare la tipologia del componente, come ad esempio "Boccola Scorrevole", "Boccola Porta Ingranaggio";
- Quarta carattere: utilizzato per definire in modo ancora più preciso il campo relativo al secondo carattere; per esempio per "Boccola Porta Ingranaggio" è importante determinare se si tratta di "Superiore" o "Inferiore";
- Quinto carattere: usati per definire il tipo di materiale che si utilizza per il prodotto; per esempio per le boccole il materiale esterno è l'Inox AISI 304 - 1.4301, ma può anche essere un insieme di più componenti come ad esempio l'Inox AISI 304 - 1.4301 con il Bronzo 85.5.5.5 – 2.1096 e l'Acciaio FE360 – 1.0037;
- Sesto carattere: utilizzato per determinare la ricavabilità; è importante sapere se una boccola è ricavata da 7SEM, da tornire o meno, da materia prima o da materia prima con flangia;
- Settimo ed ottavo carattere: utilizzati per definire la tipologia della macchina tappatrice;
- Nono carattere: usato per determinare il diametro primitivo;
- Decimo carattere: utilizzato per indicare il numero di teste della macchina tappatrice;
- Undicesimo carattere: utilizzato per determinare il numero di trattamenti a cui va incontro la boccola in questione;
- Dodicesimo carattere: dedicato a definire in maniera dettagliata caratteristiche specifiche dell'articolo in analisi. Questo campo presenterà differenti codifiche in base al tipo di famiglia di cui fa parte il componente. Per le boccole, per esempio,

è importante definire se presenta delle saldature o se altri componenti vengono avvitati ad essa;

- Tredicesimo carattere: utilizzato per tener traccia delle potenziali revisioni a cui potrebbe andare incontro il ciclo standard;

Il dodicesimo carattere essendo quello specifico, viene codificato secondo i seguenti aspetti:

- "0" se non è presente nulla;
- "S" se la boccola presenta una flangia saldata ad essa;
- "A" se la boccola è assemblata mediante viti;
- "C" se presenta sia la flangia che una parte avvitata;

Il ciclo, così strutturato, riesce a tener conto delle principali variabili che possono influenzare il ciclo produttivo di una boccola all'interno di AROL S.P.A. È inoltre possibile, tramite l'associazione delle differenti fasi di lavorazione e dei rispettivi tempi, determinare il tempo di attraversamento e produzione dello stesso.

4.7.3.1 Esempio di un ciclo standard per le boccole

Esaminando "Boccola Scorrevole" (fig 4.14), è possibile determinare la sequenza di scelte che portano alla codifica di un ciclo standard (fig 4.15):

- Primo carattere: trattandosi di una Boccola si avrà una codifica che incomincia con la lettera "B";
- Secondo carattere: la "Boccola Scorrevole" in questo caso si trova nella torretta superiore quindi si avrà la lettera "S";
- Terzo carattere: è necessario definire che si tratta di una "Scorrevole", quindi si avrà una lettera "S" al terzo posto;
- Quarto carattere: campo non presente, al quarto posto ci sarà uno "0";

- Quinto carattere: il materiale è Inox AISI 304 – 1.4301 per il tubo esterno della boccola e per la flangia che gli verrà saldata, Bronzo 85.5.5.5 – 2.1096 per il tubo che verrà pressato internamente. La codifica sarà "J";
- Sesto carattere: la boccola in questione risulta ricavabile da "Materia prima + Flangia", di conseguenza si avrà il numero "6" al sesto posto;
- Settimo e Ottavo carattere: la macchina tappatrice è una Euro PK Asettica, codificata con "B" e "C";
- Nono carattere: il diametro primitivo è pari a "400" approssimabile a "420" quindi al nono posto ci sarà "5";
- Decimo carattere: il numero di teste è pari a "8", codificato con "8";
- Undicesimo carattere: non essendo presenti trattamenti all'undicesimo posto ci sarà "0";
- Dodicesimo carattere: la boccola presenta una flangia saldata e dei grani avvitati, quindi al dodicesimo posto ci sarà "C";
- Tredicesimo carattere: non sono presenti revisioni del ciclo, di conseguenza ci sarà come ultimo carattere lo "0".

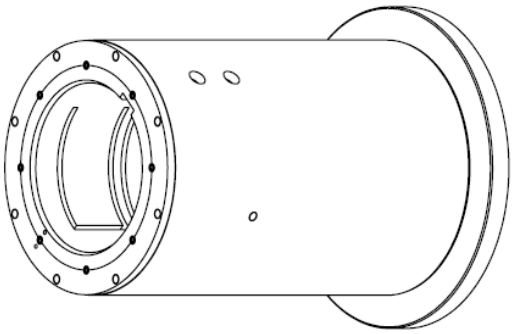

Figura 4.14: Boccola Scorrevole

GRUPPO PEZZO		TIPO PEZZO		TIPO PEZZO		TIPO PEZZO		MATERIALE		RICAVABILITÀ		TIPO MACCHINA		TIPO MACCHINA		DIAMETRO PRIMITIVO		NUMERO TESTE		NUMERO TRATTAMENTI		SPECIFICHE		REVISIONE	
B	BOCCOLE	S	TSU	S	SCORREVOLE	0	NON PRESENTE	J	INOX BRONZO INOX	0	MATERIA PRIMA	B	EURO PK	C	ASETTICA	5	400	8	8	0	---	C	A+S	0	---

Figura 4.15: Esempio di ciclo standard per Boccola Scorrevole

4.7.4 Ciclo standard per la famiglia dei piantoni

Prendendo come articolo un qualsiasi tipo di flangia, la sua famiglia sarà quella dei "Piantoni" potenzialmente codificabile con P.

Da questa scelta, attraverso il primo carattere, si da il via alla generazione di un ciclo standard personalizzato per questa famiglia.

Questo ciclo presenta i seguenti campi:

- Primo carattere: utilizzato per determinare la famiglia di appartenenza dell'articolo, come ad esempio "Flangia", Boccola", "Piantone"; in questo caso specifico sarà pari a P;
- Secondo carattere: utilizzato per stabilire di quale macrostruttura della macchina tappatrice il codice in questione farà parte, ad esempio "Torretta Superiore", "Torretta Inferiore";
- Terzo carattere: utilizzato per determinare la tipologia del componente, come ad esempio "Piantone Centrale", "Piantone Anti Torsione";
- Quarto carattere: utilizzato per definire in modo ancora più preciso il campo relativo al secondo carattere; per esempio per "Piantone Centrale" è importante determinare se si tratta di "Fisso" o "Rotante";
- Quinto carattere: usati per definire il tipo di materiale che si utilizza per il prodotto; per esempio per i piantoni il più utilizzato è l'Inox AISI 304 - 1.4301, ma può anche essere un insieme di più componenti come ad esempio i piantoni a cui vengono saldate le flange di Inox AISI 304 – 1.4301;
- Sesto carattere: utilizzato per determinare la ricavabilità; è importante sapere se una flangia è ricavata da 7SEM, da tornire o meno, o da materia prima;
- Settimo ed ottavo carattere: utilizzati per definire la tipologia della macchina tappatrice;
- Nono carattere: usato per determinare il diametro primitivo;
- Decimo carattere: utilizzato per indicare numero di teste che compongono la macchina tappatrice;

- Undicesimo carattere: utilizzato per determinare il numero di trattamenti a cui va incontro il piantone in questione;
- Dodicesimo carattere: dedicato a definire in maniera dettagliata caratteristiche specifiche dell'articolo in analisi. Questo campo presenterà differenti codifiche in base al tipo di famiglia di cui fa parte il componente. Per i piantoni, per esempio, è importante definire se presenta delle saldature o se gli altri componenti vengono avvitati ad esso;
- Tredicesimo carattere: utilizzato per tener traccia delle potenziali revisioni a cui potrebbe andare incontro il ciclo standard;

Il dodicesimo carattere essendo quello specifico, viene codificato secondo i seguenti aspetti:

- "0" se non è presente nulla;
- "S" se il piantone presenta una flangia saldata ad esso;

Il ciclo, così strutturato, riesce a tener conto delle principali variabili che possono influenzare il ciclo produttivo di un piantone all'interno di AROL S.P.A. È inoltre possibile, tramite l'associazione delle differenti fasi di lavorazione e dei rispettivi tempi all'articolo, determinare il tempo di attraversamento e produzione dello stesso.

4.7.3.1 Esempio di un ciclo standard per i piantoni

Esaminando ovvero "Piantone Centrale Rotante" (fig 4.16)**,** è possibile determinare la sequenza di scelte che portano alla codifica di un ciclo standard (fig 4.17):

- Primo carattere: trattandosi di un Piantone si avrà una codifica che incomincia con la lettera "P";
- Secondo carattere: il "Piantone Centrale Rotante" si trova nella torretta inferiore quindi si avrà la lettera "I";
- Terzo carattere: è necessario definire che si tratta di un "Centrale", quindi si avrà una lettera "C" al terzo posto;
- Quarto carattere: : essendo "Rotante" è necessario specificarlo al quarto posto, si avrà allora una lettera "R" in quel punto;
- Quinto carattere: il materiale del tubo esterno è l'Acciaio FE360 – 1.0037, così come la flangia che gli viene saldata sopra. Il tubo interno invece è di Inox AISI 304 - 1.4301. La codifica sarà "D";
- Sesto carattere: il piantone in questione risulta ricavabile da "Materia prima", di conseguenza si avrà il numero "1" al sesto posto;
- Settimo e Ottavo carattere: la macchina tappatrice è una Saturno R, codificata con "C" e "S";
- Nono carattere: il diametro primitivo è pari a "336" quindi al nono posto ci sarà "3";
- Decimo carattere: il numero di teste è pari a "8", codificato con "8";
- Undicesimo carattere: è presente la verniciatura, all'undicesimo posto ci sarà "1";
- Dodicesimo carattere: il piantone presenta una flangia saldata, quindi al dodicesimo posto ci sarà "S";
- Tredicesimo carattere: non sono presenti revisioni del ciclo, di conseguenza ci sarà come ultimo carattere lo "0".

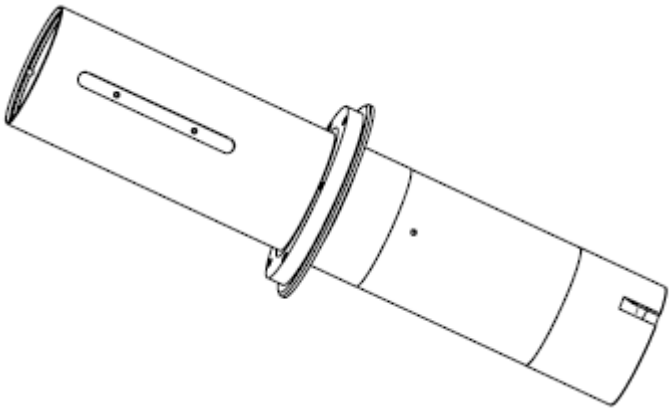

Figura 4.16: Piantone Centrale Rotante

GRUPPO PEZZO		TIPO PEZZO		TIPO PEZZO		TIPO PEZZO		MATERIALE 1		RICAVABILITÀ (TIPOLOGIA)		TIPO MACCHINA		TIPO MACCHINA		DIAMETRO PRIMITIVO		NUMERO TESTE		NUMERO TRATTAMENTI		SPECIFICHE		REVISIONE	
P	PIANTONE	I	TIN	C	CENTRALE	R	ROTANTE	D	INOX FERRO FERRO	0	MATERIA PRIMA	C	SATURNO	S	R	3	336	8	8	1	VERNICIATURA	S	SALDATO	0	NON PRESENTE

Figura 4.17: Esempio di ciclo standard per Piantone Centrale Rotante

4.7.4 Metodo di assegnazione dei tempi e dei costi

Una volta definite le codifiche e di conseguenza i cicli standard per i differenti componenti all'interno di AROL S.P.A è necessario sviluppare ulteriormente il progetto per poter ottenere un monitoraggio della commessa e della produzione efficiente. L'unica via percorribile è quella dell'assegnazione dei tempi e dei costi di produzione ai vari articoli presi in esame a seconda delle caratteristiche che ognuno di essi possiede.

La stima dei tempi si basa sull'analizzare da che famiglia proviene l'articolo, la macrostruttura che andrà a comporre, il diametro primitivo della macchina finale, le macchine utensili su cui deve essere lavorato e i trattamenti, sia termici che superficiali. Da tutti questi dati e attraverso una minuziosa raccolta di informazioni a consuntivo è possibile determinare i tempi di produzione in modo automatizzato a seconda del codice ciclo che viene generato.

Per quanto riguarda i costi invece è necessario che venga conteggiata la materia prima, attraverso la distinta base, e le fasi di lavorazione con annessi scarti manodopera e costi macchina.

Conclusione e progetti futuri

La standardizzazione dei cicli produttivi è un passo fondamentale per poter continuare il percorso di crescita intrapreso da AROL S.P.A, basato sul vendere ogni anno un maggior numero di macchine tappatrici e di diversificare il proprio portafoglio di prodotti.

Questo percorso però è importante che venga intrapreso basandosi sull'efficienza e sulla corretta organizzazione industriale. La standardizzazione dei cicli produttivi risulta essere, per un'azienda che lavora su commessa e che presenta una moltitudine di codici nuovi ogni anno, sull'ordine dei settantacinquemila, un passo fondamentale per avviarsi verso una gestione automatizzata della produzione.

I progetti futuri, infatti, guardano verso questa direzione: una volta messi a punto i cicli standard, AROL S.P.A sarà pronta per automatizzare la fase di anagrafica e la programmazione dei carichi macchina attraverso delle fasi automatiche e attraverso l'utilizzo di uno schedulatore a capacità finita.

Bibliografia

- Slack N., Brandon-Jones A., Johnston R., Betts A., Vinelli A., Romano P., Danese P., 2013, *Gestione delle operations e dei processi*, Pearson, Italia.
- Rother M., Shook J., 1999, Learning to See: Value Stream Mapping to Create Value and Eliminate Muda, Lean Enterprise Institute, Cambridge.
- Bracchi, Francalanci, Motta, Sistemi informativi d'impresa, McGraw Hill, 2010.
- Bruno G., Dispense delle lezioni, Materiale Didattico del corso Analisi e Gestione dei Sistemi Produttivi, anno accademico 2019/2020, Politecnico di Torino.
- Torchiano M., Dispense delle lezioni, Materiale Didattico del corso Sistemi Informativi Industriali, anno accademico 2019/2020, Politecnico di Torino.
- Villa A., Analisi di Sistemi di Produzione Industriale, CLUT, Torino, 2006. Hopp W. & Spearman M. (3rd Edition, 2007) Factory Physics, The Mcgraw-Hil/Irwin Series.
- Altiok T., "Performance Analysis of Manufacturing Systems", Springer, London, 1993.
- Fontana F., Il sistema organizzativo aziendale, Franco Angeli, 1999.
- Lavecchia V,. Tecnologia dell'informazione e della Comunicazione (ICT), 2016.
- Womack J. P., Jones T. D., Lean Thinking: banish waste and create wealth in your corporation, New York, Free Press, 2003.
- Taiichi O., Toyota Production System: Beyond Large-Scale Production, Productivity Press, 1988.

Sitografia

www.AROL.com

www.tirelli.net

www.unimac-gherri.com

www.macaengineering.com

www.kanban.it

www.leanmanufacturing.it

www.considi.it/lean-thinking

www.uno-sistemi.it/erp-management/differenza-tra-software-erp-e-gestionale

www.teknoring.com/wikitecnica/tecnologia/ciclo-produttivo/

www.tecnologia.joomlafree.it/index.php?option=com_content&view=article&id=71&Itemid=66

Ringraziamenti

Grazie alla Professoressa Bruno Giulia per la sua disponibilità, professionalità e gentilezza con cui mi ha guidato nella stesura di questo progetto.

Grazie al Politecnico di Torino per avermi fatto vivere l'esperienza più soddisfacente, gratificante e al tempo stesso difficile della mia vita.

Grazie ad AROL S.P.A e a tutti i miei colleghi, mi sono sentito parte di una grande famiglia che mi ha aiutato e sostenuto fin dal primo giorno.

Grazie ai miei genitori per tutti i sacrifici che hanno fatto fino ad oggi per me. Un domani vorrei essere capace di essere generoso come voi.

Grazie ai miei fratelli per esserci sempre stati. Sono stati anni duri, per un motivo o per l'altro, ma tutto ciò che è successo ha contribuito a legarci indissolubilmente.

Grazie a Stefania, Salvatore e Lorenzo per avermi adottato. Siete un punto di riferimento su cui so di poter contare.

Grazie a Larita che purtroppo non c'è più. Spero tu sia orgogliosa che ho portato a termine questa esperienza.

Grazie a tutti coloro che mi sono stati vicino in questo percorso, siete tanti e devo ammettere che questa cosa mi inorgoglisce molto.

Grazie a Davide, prima amico che collega, per essere stato il mio dispensatore personale di pazienza, competenza e spensieratezza durante la tesi.

Grazie a Cloe, per permettermi di ricevere il suo affetto senza pretendere nulla in cambio.

Grazie a Ilaria, per avermi affiancato in tutto questo percorso, esserci sempre stata e avermi permesso di migliorare imparando da te. Ora è il nostro momento.