



UNIVERSITA' POLITECNICA DELLE MARCHE

FACOLTA' DI INGEGNERIA

Corso di Laurea triennale in Ingegneria Meccanica

MONITORAGGIO E OTTIMIZZAZIONE DELLA PRODUZIONE

DI MATERIE PLASTICHE E GOMMA

MONITORING AND OPTIMIZATION OF PLASTICS AND RUBBER PRODUCTION

Relatore: Chiar.mo

Prof. Filippo Emanuele Ciarapica

Tesi di Laurea di:

Simone Dolce

A.A. 2020 / 2021

Indice

Introduzione.....	5
--------------------------	----------

1. CAPITOLO

STAMPAGGIO PLASTICO.....	7
---------------------------------	----------

1.1 Descrizione Pressa ad Iniezione.....	7
---	----------

1.2 Ciclo Produttivo.....	9
----------------------------------	----------

2. CAPITOLO

MONITORAGGIO PRODUZIONE.....	12
-------------------------------------	-----------

2.1 Layout nuova scheda di produzione.....	12
---	-----------

2.2 Registro attività produttiva.....	14
--	-----------

3. CAPITOLO

CALCOLO COSTI E PROFITTI PRODUZIONE.....	16
---	-----------

3.1 Consumo energetico della pressa.....	16
---	-----------

3.2 Profitti orari produzione.....	18
---	-----------

4. CAPITOLO

OTTIMIZZAZIONE PRODUZIONE.....	22
4.1 Considerazioni ottimizzazione produzione ART. 46111092A.....	22
4.2 Considerazione ottimizzazione produzione ART. 71314703A....	23

5. CAPITOLO

PROGRAMMAZIONE PRODUZIONE SETTIMANALE.....	26
5.1 Programma produttivo per ogni singola pressa.....	26
Conclusioni.....	29
Ringraziamenti.....	31
Bibliografia e Sitografia.....	34

INTRODUZIONE

Il presente elaborato rappresenta la conclusione del mio tirocinio svolto presso l'azienda T.T. MOULDING S.R.L.S. con sede ad Esanatoglia (MC); che si occupa da circa 30 anni, per conto di terzi, dello stampaggio ad iniezione di materie plastiche e gommose per il settore motociclistico.

Lo scopo di questo lavoro è stato quello di fornire un **nuovo sistema di monitoraggio della produzione e dei costi**, inoltre si è cercato di fornire una base più o meno solida per un nuovo ipotetico **sistema di programmazione della produzione**, data la repentina impennata della domanda dei clienti nel periodo in cui ero presente in azienda.

Nel primo capitolo sarà presente una piccola descrizione dei macchinari atti allo stampaggio plastico ad iniezione e verrà successivamente esposto il ciclo produttivo del suddetto processo; seguirà nel secondo capitolo, la presentazione della nuova scheda di produzione e del relativo "database" di raccolta di quest'ultime.

Terzo e quarto capitolo, strettamente collegati tra di loro, raccolgono la parte più consistente di questo elaborato, è presente infatti il foglio di calcolo dei profitti della produzione, frutto di una collaborazione fra me e uno dei soci dell'azienda; e la relativa discussione sull'ottimizzazione della produzione di due articoli del catalogo prodotti.

In conclusione, nel quinto capitolo verrà esposto un foglio Excel in cui vengono raccolte le principali informazioni sull'organizzazione della produzione, con il fine di aiutare chi si occupa della programmazione settimanale del lavoro di ogni singola pressa.

1. CAPITOLO

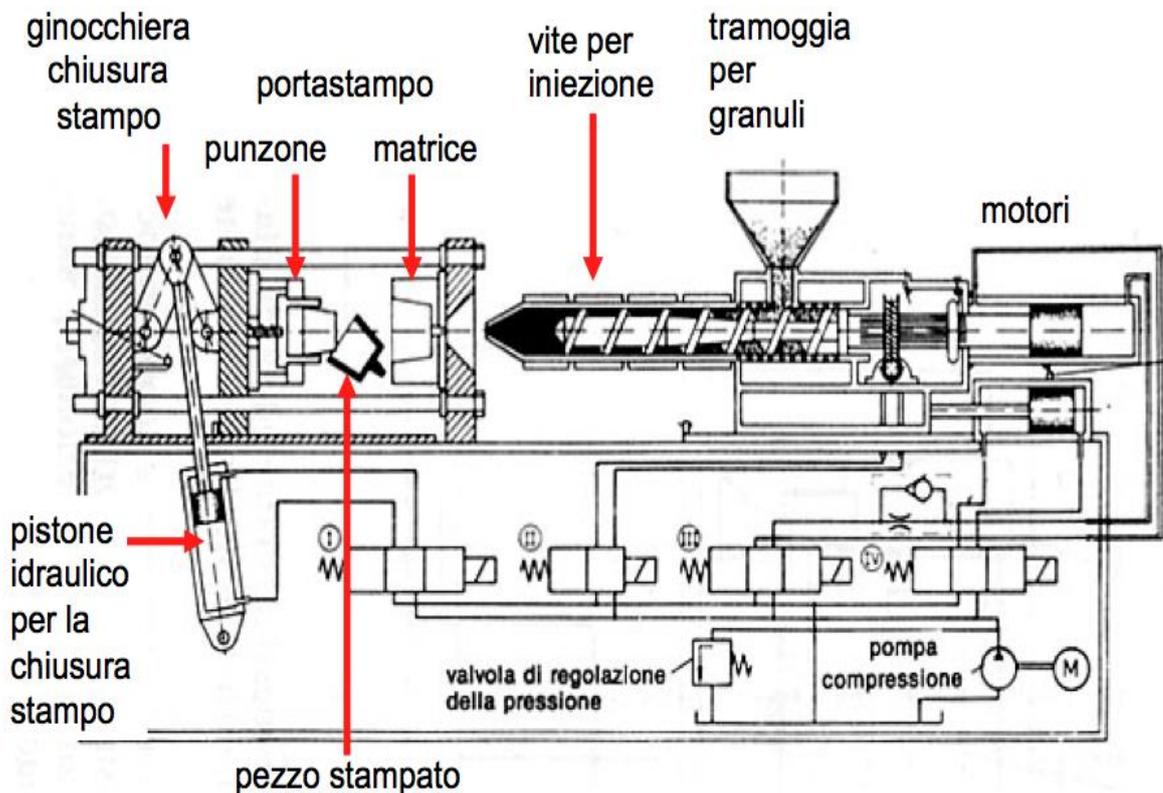
STAMPAGGIO PLASTICO

1.1 Descrizione Pressa ad iniezione

Lo stampaggio ad iniezione è un particolare processo produttivo che nasce alla fine del XIX secolo per poi sviluppandosi per tutto il secolo successivo, la sua evoluzione ha portato all'aumento sia delle capacità produttive che della varietà dei materiali stampabili e ovviamente, delle tecniche con cui il prodotto viene dato alla luce.

La **pressa ad iniezione** è il cuore pulsante di questo processo produttivo, basato appunto sulla fusione del materiale da lavoro e sulla sua iniezione all'interno di uno stampo chiuso, successivamente aperto dopo che il prodotto è quasi completamente raffreddato.

Il macchinario è costituito fondamentalmente da due parti distinte: **gruppo di iniezione** e gruppo di chiusura.



Il **gruppo di iniezione** è la parte da cui la macchina prende il nome e si occupa ovviamente di portare il materiale all'interno dello stampo. Le parti principali di questo gruppo sono la **tramoggia di carico** e la **vite di iniezione**.

La **tramoggia** accoglie il materiale in granuli, più o meno grandi a seconda appunto del materiale usato per il prodotto da stampare, essa si occupa anche, attraverso particolari sensori di portata, di **regolare il flusso del materiale** all'interno della macchina per evitare sovraccarichi che corromperebbero la corretta fusione del materiale.

La **vite di iniezione**, parte fondamentale della macchina, è il vero e proprio organo che si occupa di trasportare, ad alta pressione, il materiale contenuto nella sopracitata tramoggia fino all'interno dello stampo. Questa grande vite senza fine si muove di moto rotatorio continuo all'interno del canale di alimentazione cilindrico così da trasportare, senza particolare difficoltà, il materiale che viene riscaldato e portato a fusione durante il suo tragitto verso lo stampo. Il **condotto di alimentazione** è infatti riscaldato da delle particolari **resistenze elettriche** simili a dei cilindri cavi, che abbracciano il canale di alimentazione in cui ruota la vite.

Nella parte terminale ovviamente, il condotto è provvisto di un particolare **ugello** che ha il compito di iniettare il fuso all'interno dello stampo.



Gruppo iniezione con tramoggia e vite senza fine

Il **gruppo di chiusura**, invece, è la parte terminale del macchinario ed è costituita principalmente dallo **stampo** e dal dedicato **sistema di chiusura a ginocchiera**.

L'acciaio che costituisce lo stampo, di solito acciaio di tipo 1.2738, gode di buone capacità di dissipative ed è inoltre un materiale perfetto per essere lavorato alle macchine utensili. Grazie quindi alle sue proprietà è adatto ad ospitare la cavità che darà alla luce il prodotto finito. Lo stampo è ovviamente diviso in due parti, una fissa e una mobile.

La parte fissa è chiamata, nel gergo tecnico "**femmina**" ed è solidale al corpo del macchinario, questo semi-stampo viene avvicinato dal suo complementare mobile "**maschio**" attraverso meccanismi pneumatici o idraulici per completare la chiusura dello stampo.



Semistampo mobile



Semistampo fisso

1.2 Ciclo produttivo

Il ciclo produttivo inizia con il carico dello stampo sul macchinario, esso viene effettuato attraverso carrelli elevatori o carroponti in base al suo peso e alla sua grandezza. Viene quindi inserito il materiale all'interno della tramoggia e i tecnici specializzati inseriscono i parametri adeguati, allo stampaggio del componente da produrre, all'interno del computer che controlla il funzionamento del macchinario.

I parametri inseriti vanno ovviamente calcolati e corretti in base al materiale, al peso e alle rifiniture superficiali che vogliamo ottenere dal pezzo finito.

Inizialmente vengono fatti dei **cicli a vuoto** affinché il canale della vite senza fine si alimenti con il dovuto materiale fuso e tutti i componenti della macchina arrivino alla **temperatura e pressione adeguata** di esercizio.

La macchina viene quindi regolata nei suoi parametri più importanti come: **avanzamento e arretramento della vite e velocità di rotazione, pressione e temperatura fuso, intervallo di tempo di mantenimento della pressione** e ovviamente il **tempo di iniezione**.

La regolazione viene fatta da specifici addetti che, osservando gli eventuali difetti dei primi pezzi prodotti dalla stampante, cambiano se necessario i parametri, affinché ogni singola stampata produca pezzi identici e della qualità voluta.



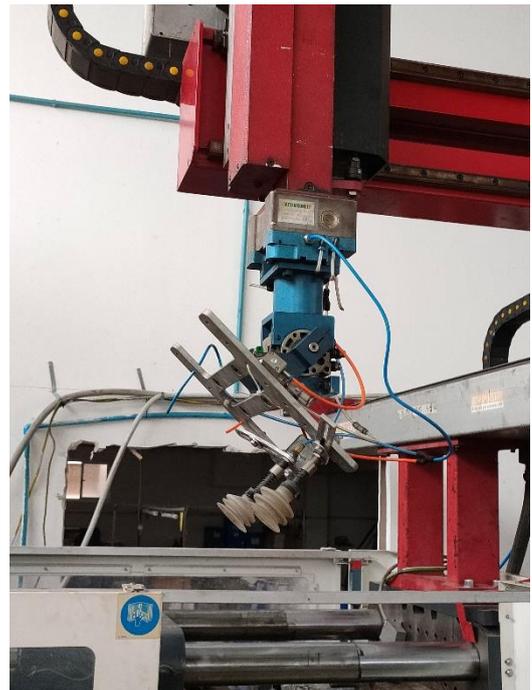
Pressa 680T

Ha inizio quindi la produzione: il sistema a ginocchiera fa chiudere i due semi-stampi e quindi il materiale prelevato dalla tramoggia passando attraverso il canale riscaldato, in cui la vite senza fine ruota ed avanza per far fluire il fuso, raggiunge lo stampo.

Una volta iniettato tutto il fuso, inizia il processo di **solidificazione**, lo stampo inizia infatti a raffreddare all'interno delle figure ancora chiuse e a solidificazione completata, lo stampo si apre automaticamente.

Il semilavorato viene prelevato dallo stampo da un **operatore** o da un **robot munito di ventose**.

La soluzione robotizzata, perlomeno in questa azienda, viene adoperata se il pezzo non deve essere ulteriormente lavorato all'uscita dallo stampo, quest'ultimo viene infatti delicatamente appoggiato su un nastro trasportatore che conduce il pezzo direttamente all'operatore addetto all'imballaggio di quello specifico componente.



I pezzi non conformi ad essere consegnati ai clienti, vengono messi da parte e successivamente macinati per consentire il **recupero delle materie prime** e quindi il loro riutilizzo dopo un rapido controllo qualità.

2. CAPITOLO

MONITORAGGIO PRODUZIONE

2.1 Layout nuova scheda di produzione

A causa del periodo di innalzamento della domanda che l'azienda ha dovuto sostenere, è stato necessario ricostruire la scheda di produzione per aumentare il grado di efficienza della raccolta dati e del controllo dell'attività produttiva.

La **scheda di produzione** è uno degli elementi fondamentali che collega la produzione alla raccolta di dati necessaria alla sua ottimizzazione e al suo monitoraggio.

Ogni scheda è relativa ad un **cambio-stampo** e quindi va cambiata ogni volta che si inizia la produzione di un articolo diverso.

Come possiamo vedere nell'immagine della pagina seguente troviamo, nella parte alta, le caselle dedicate alle **caratteristiche del prodotto e del materiale** da caricare nel macchinario per avviare la produzione, inoltre trova posto anche la sezione relativa alla **quantità in ordine** e ai **pezzi/ora o pezzi/turno** teoricamente previsti in base ai tempi ciclo; questa parte deve essere **assolutamente compilata e firmata** dal responsabile che si occupa del cambio stampo e dell'avvio della macchina.

I punti cruciali della parte superiore della tabella, sono senza dubbio il **RISCONTRO MATERIE PRIME** e la parte relativa al **BENESTARE INIZIO**; come si può immaginare, la sezione relativa alle materie prime è di rilevante importanza nel caso si dovessero riscontrare in secondo momento **problemi qualitativi**, è quindi di vitale importanza saper intercettare con facilità il lotto di provenienza del materiale, per capire se il problema in questione possa derivare da materiale difettato acquistato dai fornitori.

Nelle griglie relative al benessere inizio vanno raccolte le informazioni relative appunto all'inizio della produzione come la data e l'ora, inoltre, vanno segnati anche i **pezzi non conformi al benessere**: essi sono i pezzi non qualitativamente adatti alla vendita, quindi scartati, prima di arrivare alla produzione di pezzi finiti senza difetti o comunque entro i limiti della qualità richiesta dai clienti.

La parte in basso interessa invece l'**operatore**, poiché ogni operatore nel proprio turno di lavoro è tenuto a compilare la scheda produzione affissa nella sua stazione di lavoro con le informazioni adeguate; la sezione più importante è sicuramente quella relativa ai pezzi non conformi: in essa, oltre ad elencare il **numero dei pezzi difettati**, devono essere indicate e conteggiate le **tipologie di imperfezione** riscontrate affinché gli operatori competenti, di solito a fine produzione, possano ottimizzare i **parametri della macchina** per limitare o nel migliore dei casi addirittura annullare la percentuale degli scarti.

Confronto vecchia e nuova scheda di produzione:

Vecchia

SCHEDA PRODUZIONE								QUANTITA' PREVISTA	RISCONTRO MATERIE PRIME				
Codice prodotto		Descrizione			Cliente				MATERIA PRIMA		LOTTO		
BENESTARE INIZIO		ORA	PZ TURNO PREVISTI		PZ TURNO FATTI			GR. PEZZO		PZ/ORA			
FIRMA OPERAIO													
FIRMA RESPONSABILE													
DATA	ORA IN.	ORA FINE	TURN O	N. MAC	COD OPE RA	NC	C	NOTE	COD LOTTO	NC ROTTURE GRAFFI	NC INCOMP BRUCIATI	NC RISUC DEFO	NC ALTRO

Nuova

CODICE STAMPO		SCHEDA PRODUZIONE						QUANTITA' PREVISTA	DATA LOTTO		RISCONTRO MATERIE PRIME				
		CODICE PRODOTTO		COD. CLIENTE		CLIENTE			DESCRIZIONE PRODOTTO		MATERIA PRIMA	LOTTO n°:	CODICE OPE.		FIRMA
BENESTARE INIZIO											CAMBIO LOTTO	LOTTO n°:	CODICE OPE.		FIRMA
DATA	ORA	FIRMA									CAMBIO LOTTO	LOTTO n°:	CODICE OPE.		FIRMA
		PZ. N.C. BENESTARE		PZ TURNO PREVISTI		PZ/ORA		TON. MACCHINA		FIRMA RESPONSABILE					
DATA	INIZIO	FINE TURNO		TURN O	OPERATORE		CONFORME	NON CONFORME	NC :Tip 1 bave/impurità	NC :Tip 2 graffi	NC :Tip 3 incompleti	NC :Tip 4 ritiro	NC :Tip 5 sfiammature		

3.CAPITOLO

CALCOLO COSTI E PROFITTI PRODUZIONE

3.1 Calcolo consumo pressa

Essendo lo stampaggio plastico l'attività di punta dell'azienda è ovvio che il consumo dato dei macchinari in funzione, anche se molto contenuto rispetto a quello del materiale e della manodopera, andava considerato con un minimo di cura.

La prima soluzione pensata fu quella di adoperare un misuratore di kWh da attaccare ad ogni macchina durante i cicli di produzione, la soluzione è stata ovviamente scartata poco dopo, poiché sarebbe stato pressoché impossibile ma soprattutto troppo lungo questo processo, che avrebbe inoltre rallentato i cicli di produzione a causa dell'installazione dei dispositivi sopraccitati; inoltre non essendo gli stampi tutti uguali, l'operazione sarebbe dovuta essere ripetuta per ogni stampo proprio perché i materiali e le figure, e quindi i pesi dei componenti, sono differenti tra loro.

Perciò la misurazione sarebbe dovuta essere effettuata per ogni stampo della macchina e registrata magari in un foglio Excel da tirare in ballo ogni per ogni singolo componente.

Fortunatamente, nel mio periodo di permanenza era in installazione una nuova macchina, la più grande in uso ora nello stabilimento e quindi, esponendo il suddetto problema agli addetti specializzati al montaggio e settaggio della macchina ne è uscita la seguente tabella:

Peso Stampata	Gr.	94,8
Tempo Ciclo	Sec	80
Materiale Trasformato	Kg/h	4,266
Consumo Orario	Kwh/h	2,9862
Rendimento	Kwh/kg	0,7
Costo energia	Kw/h	0,2
Costo orario		€ 0,60

Gli operatori mi hanno spiegato infatti che convenzionalmente, il **consumo orario** dipende dalla **quantità di materiale trasformato** e da un **coefficiente di rendimento di stampaggio** dipendente dalla tecnologia, avanzata o meno, del macchinario considerato.

PRESSA		RENDIMENTO
80		0,7
100		0,7
135		0,7
210		0,4
260		0,4
360		0,7
460		0,7
680		0,4

Nella tabella qui rappresentata in alto troviamo il **coefficiente di rendimento** da usare per ogni pressa. Per le presse di vecchia generazione (anni '90), meno efficienti, e quindi che provocano un dispendio di corrente maggiore viene usato il coefficiente 0,7; per quelle di nuova generazione come si può vedere, il valore da inserire nella tabella è di 0,4.

L'altro valore fondamentale per il calcolo come già detto in precedenza è la **quantità di materiale trasformato**, in questo caso riportato in ore. Nella prima riga della tabella va inserito il **peso dell'articolo stampato**, di cui approfondiremo il calcolo nel prossimo paragrafo, esso va diviso poi per il valore inserito nella seconda riga in cui deve essere inserito il **tempo ciclo** ovviamente in secondi. La terza riga si occupa quindi dell'operazione e della conversione da gr. a kg. e da sec a h.

Moltiplicando poi il materiale trasformato per il rendimento della macchina otteniamo il **consumo orario della macchina** che a sua volta moltiplicato per il costo medio dell'energia per enti industriali, pari a 0,2 Euro al kW/h otteniamo il costo vero e proprio di un'ora di funzionamento del macchinario in base alla quantità di materiale stampato e al tempo ciclo.

3.2 Profitti orari produzione

Come già citato nell'introduzione il foglio elettronico che segue è stato il lavoro più articolato svolto durante il tirocinio, sviluppato anche grazie alla collaborazione di uno dei soci dell'azienda stessa, ha il fine ultimo di **monitorare i profitti della produzione** e inoltre, essendo appunto un foglio di calcolo consente di variare i valori in esso contenuti in modo da cercare di **ottimizzare ogni campo per massimizzare il profitto**.

CLIENTE		PRESENZA OPERATORE E PRESSA DESIGNATA		
ARTICOLO		OPERATORE <input type="text"/> %		
CODICE ARTICOLO		PRESSA <input type="text"/> kW/h		
N° STAMPO				
N° FIGURE				
PRODUZIONE ORARIA				
ACCESSORI MACCHINA				
ESSICCATORE				
CAMERA CALDA				
TERMOREGOLATORE				
		PESO ARTICOLO E MATERIALE DEDICATO		
PESO NETTO	gr			
SFRIDI	0			
MATEROZZA				
TOT PESO	0			
		MATERIALE <input type="text"/> EURO/Kg <input type="text"/> Kg <input type="text"/> TOT MATERIALE - €		

COSTI DIRETTI PRODUZIONE		EURO/h
MATERIALE		0,00 €
MANODOPERA		0,00 €
TRASPORTI		
		0,00 €
COSTI INDIRETTI PRODUZIONE		EURO/h
ENERGIA ELETTRICA		0,00 €
PERSONALE TECNICO		
PERSONALE COMM.LE		
AMMORTAMENTI		
		0,00 €
COSTI TOTALI		EURO/h
		0,00 €

		EURO/PZ
PREZZO VENDITA		0
		EURO/h
RICAVO LORDO		0
		EURO/h
RICAVO NETTO		0,00 €

Nella parte superiore troviamo le informazioni principali dello stampo in questione: il **cliente commissionante**, il **nome dell'articolo** con il **codice** e infine il **numero dello stampo** con scritte anche il **numero di cavità** atte allo stampaggio (numero figure) e la produzione oraria.

La produzione oraria è banalmente ricavata dal **tempo ciclo** di funzionamento della macchina, le altre informazioni sono invece ricavate dall'**archivio stampi**, nel quale sono raccolte tutte le informazioni relative, ovviamente, agli stampi e agli **accessori** necessari alla macchina per ospitare quel determinato stampo, inoltre, questo particolare documento ci dice se la pressa necessita di **operatore fisso o al 50%**.

La differenza sostanziale tra operatore fisso o al 50% è che nel primo caso, l'operatore si occupa sia che dell'estrazione del pezzo dalle figure dello stampo che della rifinitura e successivo imballaggio del pezzo, al contrario, nel secondo caso l'estrazione del pezzo dallo stampo è compiuta da particolari robot muniti di ventose che prelevano autonomamente il pezzo dallo stampo per poi porlo su di un nastro trasportatore e ricominciare il loro ciclo.

Nella parte centrale sono presenti i valori relativi al **peso dell'articolo** e al **materiale** di cui è composto, per racimolare queste informazioni è stato pressoché obbligatorio recarsi nella stanza atta al **deposito dei campioni**, in questa specie di piccolo magazzino sono infatti stipati tutti i campioni degli articoli da stampare.

Ogni articolo finito, pronto ad essere registrato nella tabella, deve essere quindi pesato e confrontato inoltre con quelli appena usciti dalla macchina per riuscire ad individuare i pesi degli sfridi e della materozza; per semplificare leggermente la trattazione del problema si è pensato di effettuare questi confronti per una ampia famiglia di articoli, circa 20, per dare un impostazione non troppo specifica al foglio di calcolo prendendo quindi dei valori standard, dato che quest'ultimo ha anche l'obbiettivo di poter essere usato per ogni articolo prodotto dall'azienda cambiando solamente pochi valori.

Quindi dopo molte misurazioni ci si è resi conto che i pesi degli sfridi si aggiravano sempre sul 2/3% del peso dell'articolo finito e la materozza, in base alla grandezza del pezzo, si aggirava tra i 3 e i 5 gr.

La visione dei campioni è stata ovviamente importantissima sia per determinare il peso complessivo dell'articolo sia perché su ogni articolo è stampato il nome del materiale di cui è composto, quindi è stato possibile registrare, grazie anche all'ausilio del **portafoglio ordini** delle materie prime dell'azienda, la tipologia di materiale e il suo costo al Kg; ricavando così da banali passaggi matematici, il costo del materiale necessario per una singola stampata.



La parte finale del foglio di calcolo si occupa invece di **conteggiare i profitti orari** veri e propri dell'azienda. I profitti come ovvio che sia sono la differenza tra i ricavi totali provenienti dalla vendita dei prodotti e i costi totali che devono essere sostenuti per la produzione e la vendita.

I ricavi totali dell'azienda sono pressoché dettati dai clienti, infatti ogni articolo ha un **prezzo e una quantità fissati ad inizio ordine** e non avendo praticamente potere decisionale sul prezzo di vendita, l'ottimizzazione della produzione si basa esclusivamente sul cercare di ottenere il completamento dell'ordine in produzione con il minor costo possibile, massimizzando quindi i profitti.

Il calcolo dei costi rimane, per modo di dire, più complesso; è basato infatti sul metodo del costo totale detto anche "**full costing**" che basa appunto il calcolo degli esborsi per la produzione su **costi diretti e indiretti** (o generali) del periodo: quelli diretti sono imputabili a fattori produttivi direttamente collegati alla nascita vera e propria del prodotto, quelli indiretti invece, comprendono fondamentalmente tutti quei costi a cui l'azienda deve far fronte affinché la produzione possa innanzitutto esistere e ovviamente avanzare senza problemi.

Questo metodo di calcolo presenta come unico tallone d'Achille il fatto che i costi totali variano con la variazione del volume dell'attività: poiché i costi fissi aumentano se la produzione aumenta e viceversa, infine è abbastanza intuibile, che anche le aliquote dei costi indiretti sono difficilmente ripartibili tra i prodotti finiti. Tutto ciò rende questo metodo meno soggettivo di altri.

A questo punto data la non soggettività del metodo chiunque si chiederebbe il motivo della scelta ed ovviamente è presto spiegato: è stato scelto questo metodo di calcolo proprio per la sua peculiarità di variare i costi in funzione della variazione del volume produttivo; infatti questo foglio di calcolo oltre ad esporre i ricavi netti della produzione dà la possibilità all'operatore di scegliere i volumi produttivi con il fine ultimo di massimizzare i profitti, ovviamente nel **limite di funzionamento della macchina**

e nell'assoluto **rispetto dell'operatore designato alla pressa** che ospita lo stampo di cui si sta ottimizzando la produzione.

Nei **costi diretti** troviamo come già detto, quelli imputati alla produzione del servizio vero e proprio e quindi abbiamo: il **materiale**, che viene calcolato moltiplicando il costo di un singolo pezzo per la produzione oraria, il **costo orario dell'operatore** addetto alla pressa che varia in base alla percentuale di presenza dell'operatore sulla macchina e infine viene contato ovviamente anche il **trasporto** del prodotto finito dall'azienda al cliente.

Nei costi indiretti al contrario, troviamo tutti i costi di contorno quindi: **energia elettrica**, che comprende quella consumata della pressa senza considerare, per semplicità, quella per i riscaldamenti; **personale tecnico** per il quale si intende quella particolare categoria di operatori, di solito i capoturno, che si occupano del cambio stampo, del carico e scarico macchina e dei settaggi indispensabili per il funzionamento ottimale della macchina; sono compresi tra i costi indiretti anche gli **stipendi del personale commerciale**, cioè di coloro che svolgono le mansioni di ufficio come ad esempio occuparsi degli ordini da fare ai fornitori, delle lettere di vettura per trasportare prodotti finiti ai clienti e della ricezione degli ordini di quest'ultimi; infine vanno considerati anche gli **ammortamenti** della macchina calcolati dividendo il costo della macchina per le ore di funzionamento della sua intera vita, in questo caso 220 giorni lavorativi effettivi durante l'anno per 24 ore al giorno.

I ricavi dell'azienda sono fondamentalmente basati sulle quantità ordinate e quindi vendute, infatti ogni pezzo ha un prezzo prefissato e quindi per trovare i ricavi totali orari basta moltiplicare i pezzi prodotti durante un ora per il prezzo al pezzo. Ovviamente sottraendo ai ricavi i costi totali, somma dei costi diretti e indiretti, otteniamo i profitti orari dell'azienda.



4. CAPITOLO

OTTIMIZZAZIONE PRODUZIONE

4.1 Considerazioni ottimizzazione produzione ART. 46111092A

L'articolo in questione è un **para-calore** che trova posizione nel comparto di scarico di alcuni motoveicoli di una nota azienda produttrice italiana.

Essendo un elemento esposto al calore anche per lunghi tempi di esercizio è costituito da **PPA6 GF30** una particolare polifitalammide derivata dalla famiglia delle poliammidi; questo materiale ha infatti un'elevata resistenza a rottura e risponde molto bene allo stress meccanico, ma soprattutto resiste alle alte temperature, infatti ha un punto di fusione che si aggira attorno ai 320 °C che si abbassa, sotto carico (8MPa), attorno ai 160 °C, questo materiale trova infatti applicazioni anche nell'industria navale ed aeronautica.

Il problema con questo articolo derivava dalla sua dimensione e forma sferoidale nella parte di estrazione dallo stampo, infatti la sua produzione oraria era stata abbassata poiché rimaneva difficoltoso all'operatore estrarre il suddetto pezzo in modo veloce e sicuro; è pressoché intuibile che questa perdita di tempo dovuta al problema dell'estrazione faceva calare a picco il profitto derivante dalla produzione di questo articolo.



Essendo senza dubbio l'estrazione il problema principale, si è subito valutato l'uso di un robot per l'estrazione automatica che avrebbe sicuramente velocizzato l'operazione.

Il robot presente in azienda che doveva essere designato a quella macchina però aveva delle ventose di tipo standard per catturare il pezzo, non adatte all'estrazione dell'articolo in questione a causa della sua particolare forma curva nel punto di estrazione. Quindi dopo la sostituzione delle ventose con un modello simile ma con le suddette orientabili il robot era pronto all'uso.

A questo punto il robot, che aveva rimpiazzato il lavoro difficoltoso dell'operatore non solo ha fatto aumentare la produzione di più del 10%, ha anche dimezzato la presenza dell'operatore sulla pressa, che a questo punto dovrà solo ricevere il pezzo dal nastro trasportatore, rifinire il pezzo e procedere all'imballaggio. E' banale quindi intuire che così facendo si assiste ad un rilevante **abbassamento dei costi diretti** della produzione di questo articolo e ad un incremento **significativo dei profitti produttivi**.

4.2 Considerazioni ottimizzazione produzione ART. 71314703A

Il prodotto in questione costituisce un **supporto per gli indicatori di direzione** di motoveicoli prodotti dall'azienda a cui viene fornito anche il pezzo del paragrafo precedente.



Esso è costituito da un particolare elastomero termoplastico poliuretano detto anche **TPU**, è un materiale altamente resistente all'usura, all'abrasione, allo strappo e alla lacerazione, che ha inoltre una grande capacità di ammortizzare gli urti e è molto flessibile anche a basse temperature.

Questo materiale trova quindi applicazioni nel settore automobilistico e motociclistico, in settori sportivi per quanto riguarda le soles delle calzature e inoltre trova posto anche nel settore della produzione di rulli di trasporto e di ruote dei carrelli.

L'articolo in questione viene estratto direttamente dall'operatore da uno stampo abbastanza complesso, di dimensioni contenute e con 4 figure, posto su uno dei macchinari più piccoli e semplici (pressa 80T) e come si può immaginare la macchina in questione è relativamente più longeva e con tecnologia più arretrata rispetto alle altre presenti in azienda.

Il problema riscontrato nella produzione di questo articolo era proprio la quantità di scarti prodotta, infatti il binomio stampo complesso e macchinario di età avanzata, riduceva drasticamente i prodotti idonei ad essere imballati.



Pressa 80T

Caricare lo stampo su una macchina più grande e tecnologicamente più avanzata non avrebbe avuto senso poiché si sarebbe tolto tempo alla produzione di altri stampi che sulla pressa più piccola non potevano essere ovviamente montati per motivi dimensionali.

La prima soluzione proposta fu quella di aumentare ancora di più il tempo ciclo così da dar modo all'operatore di seguire due macchine, in modo da dimezzare il costo della manodopera e allo stesso tempo far fluire il materiale in modo più uniforme nello stampo per evitare parti incomplete, difetto più frequente di questa produzione.

Inizialmente, numeri alla mano parlando, la soluzione sembrava funzionare, ovviamente però così facendo bisognava aumentare il tempo ciclo anche della seconda macchina controllata dall'operatore così da far alternare l'attività di scarico di una macchina con quella di avvio dell'altra; è inutile dire che anche se gli scarti dell'articolo in questione fossero proporzionalmente diminuiti rispetto a prima, i profitti derivanti dalla seconda macchina si erano abbassati considerevolmente proprio perché la quantità prodotta era diminuita rispetto al normale funzionamento.

Grazie all'aiuto del registro della produzione fornito ai clienti, prendendo visione del fatto che gli scarti venivano sempre classificati come "incompleti", il personale specializzato dell'azienda ha consigliato di usare per la produzione: sempre lo stesso materiale ma con una qualità manifatturiera più elevata che avrebbe garantito, oltre a migliori qualità meccaniche del pezzo, sicuramente meno scarti per la presenza di parti incomplete del prodotto.

Seguendo questo consiglio gli scarti sono pressoché scomparsi, **umentando la capacità produttiva oraria** di circa il 50% e anche riportando l'operatore fisso sul macchinario e quindi raddoppiando il costo della manodopera rispetto alla prima soluzione i profitti della produzione sono molto migliorati tenendo conto ovviamente anche del leggero aumento di costo del nuovo materiale.

5.CAPITOLO

PROGRAMMAZIONE PRODUZIONE SETTIMANALE

5.1 Programmazione produzione per ogni singola pressa

È abbastanza intuibile che per portare a termine ogni singola commessa dei clienti, va stilata una **tabella di marcia per organizzare il lavoro** in modo da consegnare entro le date stabilite ogni prodotto finito con i minimi problemi possibili.

Ovviamente è difficile saper dire con certezza se si possano verificare guasti inaspettati o comunque sia problemi che potrebbero rallentare o addirittura fermare la produzione dell'azienda; proprio per questo la programmazione della produzione all'interno dell'azienda viene stilata di settimana in settimana dalla titolare e dai capoturno seguendo il portafoglio degli ordini dei clienti.

La programmazione viene quindi abbozzata su di una semplice tabella a doppia entrata con sulle colonne i **giorni della settimana** e sulle righe tutte le **presse a iniezione** così da ottenere in modo molto schematico, inserendo quindi i **codici dei prodotti** da produrre nelle caselle, una visione abbastanza schematica di quale stampo sarà in produzione, in quale giorno e su quale pressa.

Palese è il fatto che se il portafoglio degli ordini inizia ad essere vario e le quantità anche molto alte, la faccenda si complica e non di poco, sia per quanto riguarda i **tempi di produzione** sia per il **materiale da acquistare** per quest'ultima.

Quindi per riuscire a semplificare almeno un minimo il lavoro di programmazione e organizzazione della produzione, verso la fine del percorso di tirocinio, ho elaborato questa semplice tabella che raccoglie i dati principali per iniziare e far avanzare la produzione di ogni singola pressa durante un'unica settimana lavorativa:

Nelle prime tre colonne della prima tabella troviamo le informazioni riguardanti **clienti e codici articolo**, non compilate per riservatezza e rispetto dell'azienda, gli altri campi sono compilati con valori casuali in modo da introdurre e spiegare meglio il funzionamento del dato foglio di calcolo.

Il primo valore da inserire è la **quantità di pezzi prodotti in un'ora** (produzione oraria) basata sul **tempo ciclo**; successivamente viene inserita la quantità in ordine e i pezzi eventualmente già **presenti in magazzino** sotto la voce "fatti".

Vengono dunque conteggiati, applicando la differenza tra i pezzi in ordine e quelli già presenti in azienda, gli **articoli da produrre** e nella colonna vicina vengono calcolate inoltre le ore di cui si necessita per **completare la produzione dei pezzi in programma**, nelle ore in questione è stato inserito anche il **tempo per il cambio stampo**: è infatti stato considerato un periodo di 1 ora in più. (ovviamente il valore non è stato inserito in modo casuale, ma è stato ricavato come media di alcuni tempi misurati durante il ciclo di scarico e avvio macchina).

Nella colonna successiva, le ore sono state conteggiate in **turni lavorativi**, dividendo il loro complessivo per le ore equivalenti ad un turno lavorativo, 7 in questo caso, poiché dal classico turno di 8 ore sono stati tolti i tempi per la pausa dell'operatore e per eventuali inconvenienti. Nella parte destra della tabella oltre alla **data di consegna dei prodotti finiti**, sono calcolati, in base al peso degli articoli e alla quantità da produrre, i **materiali necessari alla produzione** e quindi da ordinare, ovviamente vengono sottratte da quest'ultimi le quantità presenti in magazzino, conteggiate a fine settimana dagli addetti al magazzino.

La tabella più in basso invece, considerando 3 turni da 8 ore al giorno come si stava lavorando durante il periodo del mio tirocinio, espone grazie alle ore necessarie alla produzione, il giorno e l'ora in quei lo stampo dovrebbe essere caricato e scaricato dalla macchina per seguire in modo ottimale i freddi calcoli del foglio Excel.

Il valore finale e più importante è quello in arancio, rappresenta infatti i **giorni necessari all'intera produzione degli articoli destinati a quella data pressa**; se riusciamo a rientrare nei tempi di consegna, come nel caso della tabella precedente, la produzione può anche essere avviata nel modo appena stilato, altrimenti dovremmo spostare la produzione di qualche prodotto su altri macchinari in modo da diminuire il lavoro sulla prima pressa; è ovvio che bisogna far in modo che così facendo non si abbiano problemi con le tempistiche relative alla consegne che devono essere rispettate dalla seconda pressa.

CONCLUSIONI

I fogli di calcolo esposti nell'elaborato, potrebbero sembrare banali ma in assenza di un software specializzato per il monitoraggio e l'organizzazione della produzione, anche dopo un confronto con il Prof. Filippo Emanuele Ciarapica, è stato reputato praticamente impossibile cercare di organizzare in modo pulito e assolutamente funzionale l'intera produzione dell'azienda, che soprattutto nel periodo del mio tirocinio, stava affrontando una ondata di ordini mai vista prima.

Si è cercato quindi di **rivedere ed organizzare nel modo più semplice e veloce possibile** i punti fondamentali della produzione aziendale, richiedendo più attenzione sia al personale sia agli addetti specializzati per quanto riguarda l'attività produttiva (scheda di produzione), stabilendo determinati passaggi indispensabili da rispettare per un corretto monitoraggio.

La tabella di calcolo dei ricavi è stata fondamentale per **capire meglio ed organizzare i fattori produttivi** in modo da ottimizzare l'intera attività dell'azienda.

Tutte le attività sono state poi divise per ogni pressa e riportate nel foglio di programmazione settimanale in modo da avere un quadro generale delle attività da svolgere durante tutta la settimana.

Questa esperienza è stata per me qualcosa di sicuramente nuovo, che mi ha fatto affacciare per la prima volta sul mondo lavorativo collegato ai miei studi e che mi ha fatto capire senza dubbio cosa avrò da affrontare in futuro: un mondo completamente diverso da quello a cui sono abituato ora ma che non mi spaventa affatto, anzi, mi affascina anche forse più del dovuto.

Ho imparato a ragionare con più criticità, ho inoltre notato che il mio modo di pensare è progressivamente cambiato, si è focalizzato, man mano che si andava avanti nel tirocinio, su ogni punto saliente della produzione: come i tempi, gli spazi, i costi e tutti gli altri fattori fondamentali per il sostenimento di un'attività produttiva; e sento come se questo percorso abbia ancora di più sollecitato lo sviluppo di uno dei punti, a mio avviso fondamentali, di tutto il percorso accademico: **la forma mentis dell'ingegnere.**

RINGRAZIAMENTI

Dopo tre anni intrisi di sforzi ma soprattutto emozioni, si conclude uno dei percorsi probabilmente più importanti della mia vita e vorrei quindi spendere qualche parola per tutte le persone che mi hanno supportato e spronato durante questo percorso.

Vorrei innanzitutto ringraziare il mio correlatore, il prof. Filippo Emanuele Ciarapica, che è sempre stato disponibile per qualsiasi chiarimento riguardo questo elaborato con le sue risposte esaurienti e rapidissime.

Un ringraziamento va anche alla sig.ra Tozzi Tania, ai soci Omar e Noris; e ovviamente a tutti i dipendenti della T.T. MOULDING S.R.L.S. che mi hanno dato la possibilità di applicare per la prima volta tutto ciò che ho appreso in questi anni di studio, accogliendomi e coinvolgendomi sempre nel loro lavoro.

Vanno ringraziati senza dubbio anche i miei genitori Eleonora e Fabio e mio fratello Samuele che mi hanno sempre sostenuto e soprattutto sopportato anche nei momenti in cui ero più irritabile e scorbutico, a causa di giornate non proprio rosee. Sono stati sempre presenti ma mai in modo oppressivo o invasivo, rispettando le mie scelte e senza mai intromettersi nelle mie decisioni; hanno sempre avuto fiducia in me e credo che la conclusione di questo percorso sia il miglior modo per ricompensarli.

Il ringraziamento più grande va probabilmente a tutti i miei amici a partire da quelli di vecchia data, quelli del “paesello”, quelli del liceo, fino ai miei compagni di corso conosciuti qui in università tra derivate seconde e rendimenti.

Ovviamente elencarli tutti sarebbe praticamente improponibile e noioso, vorrei chiudere rapidamente, quindi, con un mio piccolo pensiero:

*L'amico non è colui con cui condividi ogni istante della tua vita ma è colui
con il quale condividi esperienze ed emozioni*

Ad ognuno di loro sono legato in modo diverso e con ognuno di loro non sono mai venute a mancare le risate e la felicità, entrambe carburanti della mia voglia di fare, della mia spensieratezza e della mia motivazione nel portare a termine questo percorso.

Per ultimo, ma assolutamente non per importanza, vorrei ringraziare tutto lo staff della Pizzeria Provenza, in primis Maria, Gildo, Jacopo, Nora e senza dubbio anche tutti gli altri dipendenti che mi hanno fatto sentire accolto come in una seconda famiglia e mi hanno accompagnato fin qui da ormai più di tre anni; essi hanno fatto del loro mestiere uno stile di vita e mi hanno insegnato che il lavoro svolto con collaborazione e passione si può solo che trasformare in soddisfazione e gratificazione personale.

È grazie a tutti loro che sono riuscito a completare questo percorso e senza dubbio queste quattro parole non saranno mai abbastanza per descrivere anche solo un minimo della gratitudine che vorrei esprimere nei loro confronti.

BIBLIOGRAFIA

- Paolo Pratali, "PROGETTARE IL PROFITTO"

SITOGRAFIA

- Akro-plastic.com, Polyphthalamide PPA GF30
- Technoform.com, Poliftalamide
- PPlastic-rubberbasf.com, Thermoplastic Polyurethane