

POLITECNICO DI TORINO

Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria della Produzione Industriale e  
dell'Innovazione Tecnologica

Tesi di Laurea Magistrale

# Analisi di un prodotto da stampaggio di materie plastiche

Dalla progettazione alla consegna al cliente



**Relatore**

prof. ssa Eleonora Atzeni

**Candidato**

Pietro Sari

Luglio 2020



# Ringraziamenti

In primo luogo, vorrei ringraziare Plastic Legno Spa ed il Gruppo Sunino, che mi hanno permesso di accedere alle informazioni necessarie per sviluppare questo lavoro. Sia la dirigenza che il personale si sono sempre mostrati cordiali e disponibili ad aiutarmi. Grazie in particolare a Laura, Marco, Giacomo, Cristina, Marta, Paolo, Christian, Antonio, Michel ed Elena.

Un ringraziamento va sicuramente alla relattrice Eleonora Atzeni, che mi ha accompagnato nel processo di sviluppo dell'elaborato e mi ha fornito le basi teoriche per comprendere il funzionamento dei macchinari industriali analizzati, nell'ambito del corso da lei tenuto sui sistemi di produzione innovativi.

Arrivati alla fine di questo percorso è doveroso un ringraziamento a tutti i miei compagni di corso, i quali hanno condiviso con me gioie, fatiche, momenti di studio e di divertimento tra Torino e Barcellona, che vanno ben oltre la semplice condivisione della carriera universitaria. Grazie a tutti i miei coinquilini, che si sono succeduti ed in alcuni casi ripetuti nel corso degli anni e dei trasferimenti tra Italia e Spagna, i quali mi hanno sempre supportato ed hanno condiviso con me periodi importanti della mia vita.

Un ringraziamento a tutti i miei amici, che mi hanno seguito in questo percorso facendomi forza nei momenti di difficoltà e celebrando con me ogni successo.

Infine, un ringraziamento speciale va alla mia famiglia, che mi ha sempre dato la possibilità di scegliere la mia strada autonomamente senza però mancare mai nei momenti di necessità, supportandomi e sopportandomi costantemente.

# Indice Generale

Indice Generale .....	4
Abstract .....	6
Introduzione.....	7
Capitolo 1 - Sviluppo del prodotto.....	11
1.1 - Richiesta del cliente .....	11
1.2 - Progettazione.....	13
1.3 - Gestione delle etichette .....	17
1.4 - Preventivo.....	18
1.5 - Stampo pilota e campionatura.....	20
1.6 - Stampo e test industriali .....	21
Capitolo 2 - Produzione e logistica.....	23
2.1 - Materia prima.....	23
2.2 - Funzionamento della pressa ad iniezione.....	26
2.3 - Funzionamento dello stampo .....	35
2.4 - Funzionamento del robot manipolatore.....	38
2.5 - Sistema informativo aziendale.....	45
2.6 - Organizzazione della produzione .....	47
2.7 - Logistica .....	51
Capitolo 3 - Sistema di gestione della qualità .....	54
3.1 - Controllo qualità in produzione.....	54
3.2 - Obblighi legislativi e Dichiarazione di Conformità.....	56
3.3 - Certificazioni volontarie.....	60
3.4 - Emergenza Covid-19.....	65
Capitolo 4 - Proposte di miglioramento .....	68

4.1 - Manutenzione degli stampi.....	68
4.2 - Dipartimento IT .....	69
4.3 - Riorganizzazione dei documenti di produzione e della logistica interna.....	70
4.4 - Considerazioni aggiuntive .....	71
Conclusione.....	73
Appendice I - Modelli 2D per stampo pilota .....	75
Appendice II - Modello 2D definitivo.....	77
Appendice III - Modelli 2D etichette IML .....	78
Appendice IV - Layout della linea di produzione.....	79
Appendice V - Scheda prodotto.....	81
Appendice VI - Scheda produzione articolo .....	82
Appendice VII - Scheda pallettizzazione.....	83
Appendice VIII - Scheda riepilogo pallet .....	84
Appendice IX - Scheda avviamento produzione.....	85
Appendice X - Certificazioni volontarie .....	86
Appendice XI - Diagramma di flusso.....	89
Bibliografia .....	90

# Abstract

Questa ricerca si basa sull'analisi dei processi amministrativi, commerciali, industriali e logistici che portano allo sviluppo ed alla realizzazione di un prodotto da stampaggio ad iniezione di materie plastiche. In particolare, riguarda un contenitore per alimenti in polipropilene (PP) realizzato da Plastic Legno Spa e venduto ad un grande gruppo alimentare italiano in due formati, 250g e 500g, destinato ad ospitare il "Mascarpone cremoso" prodotto appunto dal gruppo alimentare in oggetto. Caratteristica che contraddistingue il prodotto è la personalizzazione sempre in PP realizzata per mezzo della tecnologia In-Mold Labelling (IML).

L'analisi in questione, pur essendo riferita ad un prodotto specifico, cerca quando possibile di studiare più in generale i processi che sono riferibili anche ad altri prodotti della stessa tipologia ed in alcuni casi anche di differenti tipologie, dato che ogni progetto è unico e per poter proporre dei miglioramenti di processo non ci si può focalizzare esclusivamente sul particolare, ma serve una visione d'insieme.

Dopo un'introduzione più specifica sull'azienda produttrice, il mercato nel quale opera e la tipologia di prodotto, l'analisi inizia con il processo che porta all'elaborazione di un preventivo, partendo dalle richieste del cliente e dalla capacità e struttura aziendale. Viene quindi analizzato l'iter di sviluppo e progettazione fino all'ordine degli stampi necessari per iniziare la produzione. Ci si sposta poi nell'ambito della produzione, analizzando le specifiche dei macchinari utilizzati, il sistema informativo aziendale che permette la semi-automazione della produzione e della logistica interna, oltre a gestire i flussi di informazione necessari al funzionamento dell'impresa, l'organizzazione del processo produttivo e la logistica. L'attenzione si sposta infine sul sistema di gestione della qualità, che in una azienda del settore alimentare riveste un ruolo di primaria importanza e condiziona tutti i processi aziendali. L'analisi viene conclusa da alcune riflessioni circa possibili miglioramenti ed innovazioni dei processi e flussi analizzati in precedenza, in particolare focalizzate sulle operazioni di manutenzione ordinaria, la creazione di un ufficio dedicato al sistema informativo, la semplificazione della documentazione interna ed il funzionamento del magazzino.

# Introduzione

Per un'azienda, operante in qualunque settore, è importante poter organizzare e normalizzare il più possibile i vari processi interni al fine di essere in grado di migliorarne l'efficienza e l'efficacia e potenzialmente di introdurre innovazioni. Per poterli organizzare è però necessario conoscerli in ogni loro accezione, risultato ottenibile solamente tramite un'attenta analisi comprensiva di tutti gli aspetti caratterizzanti di questi processi, oltre ovviamente ai vari aspetti tecnici specifici.

Alcune imprese specializzate sono relativamente facilitate in quanto i processi sono ripetuti in modo molto simile per i diversi prodotti, dato che questi ultimi non differiscono eccessivamente tra loro o piuttosto si limitano ad evolversi in minima parte di anno in anno. Nel caso però di aziende che vogliano sviluppare prodotti su misura delle richieste del cliente, è necessario fare uno sforzo per generalizzare i processi relativi ad un prodotto particolare e renderli ripetibili anche nel caso di variazioni nelle specifiche di base, in modo tale da ridurre il più possibile gli errori e massimizzare i risultati.

In questo lavoro viene quindi condotta un'analisi dei vari processi aziendali che portano alla produzione e commercializzazione di un prodotto specifico, le vaschette Mascarpone 250 e Mascarpone 500 con etichettatura in IML, per poterli mappare e generalizzare il più possibile in modo tale da poter poi proporre dei miglioramenti o vere e proprie innovazioni applicabili durante lo sviluppo di nuovi prodotti.

Al fine di descrivere l'ambito all'interno del quale viene effettuata l'analisi, si inizia presentando l'impresa produttrice presa in considerazione, ovvero Plastic Legno Spa, una azienda specializzata nello stampaggio ad iniezione di polimeri termoplastici, in particolare polistirolo cristallo (GPPS) e polipropilene (PP), per la realizzazione di contenitori alimentari rigidi a pareti sottili. Lo stabilimento produttivo è sito in Castellamonte (TO), e comprende due reparti di stampaggio, un magazzino, una officina di manutenzione per gli stampi oltre ad uffici e servizi per i dipendenti. Oltre allo stampaggio vero e proprio, l'azienda si occupa della personalizzazione dei prodotti attraverso tre modalità di decorazione che differiscono in varie caratteristiche oltre che nel risultato finale. Queste sono la stampa offset, la sleeveratura e l'In-Mold Labelling (IML). L'offset è una tecnica derivata dalla litografia che consente di applicare l'inchiostro direttamente sul prodotto senza la necessità di etichette, mentre la sleeveratura prevede l'utilizzo di una pellicola plastica termoretraibile di forma tubolare, solitamente in polivinilcloruro (PVC), polietilene tereftalato (PET), polistirene orientato (OPS) o acido polilattico (PLA), che viene tagliata in "maniche" (*sleeves* in inglese) singole posizionate all'esterno del prodotto per poi termoretrarsi quando esposte a vapore ad alte temperature, fino ad aderire perfettamente al prodotto. L'In-Mold Labelling, ovvero la modalità utilizzata per decorare il prodotto preso in analisi, è realizzato con una etichetta prestampata in PP che viene

posizionata all'interno dello stampo nel quale viene poi introdotta la materia prima fusa, in modo tale che il prodotto si fonda con l'etichetta durante lo stampaggio.

Lo stabilimento di Plastic Legno ospita presse ad iniezione orizzontali con forza di chiusura da 150t fino ad 850t, con stampi fino ad otto cavità. Quasi tutte sono dotate di robot cartesiani utilizzati per il prelievo dei pezzi stampati, che facilitano inoltre il lavoro del personale ordinando i particolari prelevati su dei convogliatori a nastro. Tra i robot cartesiani sono presenti sia robot di tipologia "side-entry" che di tipologia "top-entry", a seconda della macchina con cui si interfacciano, ed alcuni di questi robot sono attrezzati per la tecnologia IML, essendo in grado di rilasciare le etichette nello stampo e contemporaneamente prelevare i pezzi della stampata precedente. Per alcune categorie di prodotti, dei robot antropomorfi raccolgono i prodotti stampati dai convogliatori a nastro ed assemblano i pallet, mentre per completare gli imballaggi sono presenti diverse nastratrici e dei forni a termoretrazione, i quali misurano l'altezza dei pallet con dei sensori ottici, tagliano un tubolare di materia plastica dell'altezza desiderata e, sottoponendolo ad aria secca ad alta temperatura, lo fanno aderire ai prodotti impilati sul pallet in modo da assicurarli ad esso. Un sistema informativo controlla e gestisce i flussi di informazioni oltre a fornire le informazioni per stampare le etichette di colli e pallet che riportano le specifiche relative al lotto, la macchina, l'operatore, la materia prima e tutto ciò che possa servire per tracciare le origini del prodotto in caso venissero poi riscontrati dei difetti in un secondo momento. Lo stabilimento è inoltre dotato di tutti gli impianti necessari al funzionamento in sicurezza dei macchinari, come l'impianto di distribuzione di materia prima, i sistemi di raffreddamento delle macchine e degli stampi, l'impianto elettrico, l'impianto antincendio ed il circuito del vuoto (impianto per l'aria compressa) che serve agli organi di presa dei robot cartesiani ed antropomorfi. Nel *Capitolo 2* si andrà a descrivere più in dettaglio i macchinari e le attrezzature utilizzate per la produzione dell'articolo in analisi.

Per poter contestualizzare il lavoro dell'azienda descritta è quindi necessario introdurre brevemente il mercato degli imballaggi, che negli ultimi anni a livello globale ha vissuto un incremento progressivo fino a raggiungere una stima di 3.618.984 milioni di unità prodotte nel 2018 (1). Il mercato è dominato dai paesi asiatici che con un market share di circa il 44,5% che staccano di gran lunga i paesi appartenenti all'Unione Europea al secondo posto con circa il 18% delle quote di mercato. I dati stimati sono riportati nella *Tabella 1*.

(dati in milioni di unità)	2016	2017	2018	Market Share 2018
Asia (area pacifico)	1.502.877	1.552.399	1.610.210	44,5%
UE	636.182	642.686	650.909	18,0%
Nord America	493.622	496.696	501.444	13,9%
America Latina	392.748	392.966	398.880	11,0%
Europa dell'est (compresa Russia)	250.834	252.828	257.517	7,1%
Centro Asia e Africa	155.998	159.255	162.207	4,5%
Australia e Nuova Zelanda	36.352	37.060	37.817	1,0%
<b>TOTALE</b>	<b>3.468.613</b>	<b>3.533.890</b>	<b>3.618.984</b>	

Tabella 1 – Stima del numero di unità di imballaggio prodotte per area geografica

L'industria italiana operante nel settore degli imballaggi ha costituito nel 2018 il 3,7% del fatturato totale del settore manifatturiero, rappresentando l'1,9% del PIL nazionale, con un incremento rispetto all'anno precedente del 2,3% in termini di produzione e dell'1,9% in termini di fatturato. Anche per quanto riguarda il commercio estero è stato rilevato un incremento sia nelle importazioni che nelle esportazioni di imballaggi, anche se più contenuto per queste ultime, mantenendo comunque in positivo la bilancia commerciale relativa al settore, con la maggior parte delle esportazioni dirette verso paesi appartenenti all'Unione Europea. I principali dati relativi al mercato italiano sono riportati nella *Tabella 2*.

(dati stimati)	2015	2016	2017	2018
Fatturato (in milioni di Euro)	31.118	31.710	32.563	<b>33.187</b>
Produzione (in migliaia di tonnellate)	15.378	15.861	16.291	<b>16.673</b>
Esportazione (in migliaia di tonnellate)	2.707	2.708	2.826	<b>2.849</b>
Importazione (in migliaia di tonnellate)	1.784	1.920	1.954	<b>1.991</b>
Utilizzo apparente	14.455	15.073	15.419	<b>15.815</b>

*Tabella 2 – Stime dei dati del mercato italiano degli imballaggi*

Secondo le previsioni al 2022 elaborate dall'Istituto Italiano Imballaggi la produzione del settore dovrebbe continuare a crescere in modo stabile per arrivare a superare le 17600 migliaia di tonnellate nel 2022 appunto. Il mercato degli imballaggi in materie plastiche in particolare nel 2018 ha rappresentato circa il 20% del totale di imballaggi prodotti, con un aumento registrato sia in termini di produzione che in termini di fatturato rispetto all'anno precedente.

Per quanto riguarda invece il mercato italiano dei contenitori per alimenti, in generale si possono identificare due macrocategorie di clienti, la prima costituita dalle grandi multinazionali agroalimentari che lavorano con differenti produttori di contenitori richiedendo grandi volumi ed esercitando un forte potere contrattuale. La seconda macrocategoria è invece composta dalla miriade di piccole aziende locali che tendono ad adattarsi alle offerte dei produttori di contenitori pur di contenere i costi. Dal punto di vista dei produttori sono poche le aziende che detengono la quasi totalità delle quote di mercato, anche a causa del fatto che si tratta di un settore ad alta specializzazione che prevede ingenti investimenti iniziali ed un rapporto stabile con i clienti per rispettare i vincoli di economicità. Si tratta infatti di un mercato chiuso, caratterizzato da relazioni stabili che raramente vengono interrotte per problemi minori ed all'interno del quale le tecnologie ed i materiali utilizzati sono in larga parte condivisi dai principali produttori di contenitori.

Negli ultimi decenni il problema dell'inquinamento ambientale ed il concetto di ecosostenibilità hanno portato ad un deciso cambio di mentalità nell'industria delle materie plastiche, soprattutto in Unione Europea dove sono stati individuati dei chiari obiettivi, in particolar modo per quanto riguarda il riciclo. In Italia il Consorzio Nazionale Imballaggi (CONAI), al quale sono arrivate ad aderire circa 800.000 imprese del settore tra produttori e consumatori di imballaggi (2), ha stimolato, per quanto riguarda il consorzio della plastica, una serie di iniziative nella direzione di una crescente

coscienza ambientale, tra cui alcune tasse sul peso della plastica utilizzata per ogni imballaggio, oltre ad agevolazioni per chi utilizza materiali riciclati e finanziamenti ad aziende che si occupano del riciclo stesso. Grazie a queste iniziative il riciclo complessivo nel 2018 è stato pari a 9,2 milioni di tonnellate, corrispondenti al 69,7% dell'immesso a consumo totale, raggiungendo e superando gli obiettivi europei al 2020 (3).

Volendo introdurre la categoria di prodotto a cui appartiene il contenitore in analisi, ovvero la categoria dei contenitori per alimenti in materiale plastico, è importante sottolineare che pur comprendendo articoli di svariate forme e dimensioni, destinati ad ospitare generi alimentari in forma liquida o solida e che devono rispondere a differenti necessità, tutti i contenitori per alimenti devono rispettare la normativa MOCA (Materiali ed Oggetti a Contatto con Alimenti) stabilita a livello europeo tramite una serie di regolamenti. In particolare, il Regolamento (CE) n. 1935/2004 stabilisce i principi generali riguardo ai materiali utilizzati e la comunicazione necessaria nei confronti degli utilizzatori e dei consumatori finali, mentre il Regolamento (CE) n. 2023/2006 individua le buone pratiche di fabbricazione alle quali devono attenersi i produttori di contenitori per alimenti. Nel caso specifico dei contenitori in materiale plastico, il Regolamento (UE) n. 10/2011 stila una lista di sostanze autorizzate per essere utilizzate come materie prime, oltre a definirne i limiti di impiego.

Andando oltre le normative, le quali verranno trattate più nello specifico nella *Sezione 3.2* nell'ambito dell'analisi della qualità, per realizzare un contenitore in plastica per alimenti è necessario in primo luogo conoscere le esigenze che deve andare a soddisfare, che variano in base alla tipologia di alimento che dovrà poi ospitare, in modo tale da non costituire un rischio per il consumatore e da garantire il successo del produttore.

# Capitolo 1 – Sviluppo del prodotto

In questo capitolo vengono analizzati i processi ed i flussi di informazioni che, a partire dalle necessità espresse dal cliente, portano allo sviluppo del prodotto fino all'acquisto dello stampo necessario per iniziare la produzione effettiva, comprendendo anche i test industriali che la precedono. Nella realtà, si tratta di un percorso di collaborazione continua tra produttore, cliente, stampista e progettista, che proseguendo con lo sviluppo del prodotto devono più volte valutare possibili alternative in termini di materiali, design, stampi, sistemi di automazione e tecnologie utilizzate. Nonostante ciò, per poter fare chiarezza, si è tentato di suddividere questo percorso in sei passaggi chiave che vengono quindi analizzati separatamente, per quanto possibile. In particolare, la fase di progettazione e quella di elaborazione di un preventivo sono strettamente interconnesse, dato che, per avere a disposizione i dati necessari a stimare il costo unitario del prodotto voluto, bisogna avere già presente almeno le specifiche di base del prodotto, come ad esempio le misure, una stima del tempo ciclo, le tecnologie da utilizzare ed il peso. L'attività di progettazione vera e propria però prevede uno sforzo economico che non può essere sostenuto senza prima avere avuto l'approvazione del preventivo da parte del cliente, in quanto necessita la contrattazione di esperti esterni all'azienda per la realizzazione dei modelli e degli studi di fattibilità. Nell'analisi condotta, queste due fasi vengono analizzate separatamente per poter mettere in evidenza le caratteristiche salienti di ciascuna, ma è importante tenere presente il grado non trascurabile di correlazione che le lega, concetto valido anche per le altre fasi descritte in questo capitolo.

## 1.1 – Richiesta del cliente

Il processo di progettazione di un prodotto parte sempre dalle linee guida determinate dal cliente, che però possono nascere da differenti esigenze economiche, di marketing o di qualità. L'azienda produttrice può arrivare ad interfacciarsi con un potenziale cliente principalmente da due posizioni distinte: può essere il cliente a presentarsi con un progetto nuovo per il produttore, che quindi si ritrova a dover progettare il prodotto cercando di rispettare i propri vincoli tecnologici ed economici o investendo in nuove attrezzature, oppure può essere il produttore a presentarsi ad un potenziale cliente con una proposta propria, per cercare di conquistare una nuova fetta di mercato. Senza dubbio quest'ultimo caso si verifica più frequentemente, ma i generalmente i clienti che si cercano di conquistare sono piccole aziende locali che quindi non garantiscono grandi volumi. Questa casistica comporta che l'azienda produttrice sia in grado di riprodurre la tipologia di contenitori già utilizzati dal cliente con qualche miglioramento in termini principalmente economici. Il cliente infatti, difficilmente è disposto ad accettare un prezzo superiore a quello che gli propongono altri fornitori con i quali sta già collaborando, se non nel caso in cui si fossero verificate delle problematiche relative alla qualità della produzione o altri problemi di fornitura. Ci si interfaccia con il cliente avendo già chiaro il target di prezzo e le specifiche tecniche volute, quindi la fase di elaborazione di un preventivo e quella di progettazione perdono significatività. Al contrario, nel caso di un nuovo progetto

proposto dal cliente, queste fasi diventano fondamentali per riuscire a soddisfare le richieste mantenendo l'economicità necessaria ad una produzione di tipo industriale. Inoltre, in questi casi sono dei grossi clienti a presentare il progetto, il più delle volte multinazionali che garantiscono grandi volumi di lavoro ed in caso di successo saranno propensi ad affidare al produttore altri progetti, quindi chiaramente l'impatto derivante dal concludere accordi del genere è maggiore rispetto a quello generato da piccoli lavori con clienti meno stabili. Il progetto solitamente si basa sulla necessità di innovare un modello esistente scendendo a compromessi in termini economici e/o tecnologici.

Nel caso preso in esame il cliente è un gruppo alimentare emiliano, che acquistava già un contenitore destinato al suo mascarpone realizzato da Plastic Legno. In particolare, le vaschette venivano realizzate sempre tramite stampaggio ad iniezione di PP, ma mentre il coperchio era già decorato con tecnologia IML, per la vaschetta veniva utilizzata la decorazione in offset. I contenitori acquistati da Plastic Legno erano però destinati a mercati esteri, mentre i contenitori utilizzati per il mercato nazionale erano realizzati da una azienda concorrente di Plastic Legno che utilizzava per la decorazione la sleeveratura con etichette in OPS. Secondo i responsabili dell'azienda emiliana era giunto il momento di innovare il packaging esistente ed è nata così la richiesta a Plastic Legno di progettare un nuovo contenitore che presentasse dei punti di contatto con il design del suo predecessore ma che in qualche modo lo ringiovanisse, rendendolo più attuale. Inoltre, è stata fatta presente la necessità di una "sgrammatura", ovvero una riduzione del peso delle vaschette in un'ottica di riduzione del consumo di materia prima (PP) cercando di far fronte alla crescente coscienza sociale nei riguardi della sostenibilità ambientale. Infatti, per quanto possa sembrare un'iniziativa poco efficace, si tenga presente che anche pochi decimi di grammo risparmiati sulla singola vaschetta si traducono in un risparmio di tonnellate di polipropilene ogni anno, che oltre a non venire utilizzate non è nemmeno necessario movimentare, riducendo quindi le emissioni riconducibili al prodotto finito. Per poter ridurre l'utilizzo di materia prima però, è necessario rendere più sottili le pareti del contenitore senza che questo perda le sue proprietà meccaniche e di resistenza alle sollecitazioni termiche, per cui non basterebbe riprogettare il solo prodotto ma anche i macchinari utilizzati vanno migliorati o cambiati, come si spiegherà più avanti. In particolare, per il tipo di prodotto richiesto è necessaria una buona resistenza al calore, in quanto il mascarpone viene colato nei contenitori ad alte temperature e quindi il rischio di implosione o deformazione deve essere tenuto in considerazione in sede di progettazione. Sempre nell'ambito dell'ecosostenibilità, è stato richiesto di progettare un contenitore monomateriale, in maniera tale da facilitare il riciclaggio della plastica utilizzata. Questa richiesta si focalizza in particolar modo sull'etichetta in OPS applicata al contenitore, che però non è possibile produrre in PP da Plastic Legno mantenendo la stessa tipologia di lavorazione utilizzata dai concorrenti, ovvero la sleeveratura. Anche in questo caso si rende quindi evidente la necessità di cambiare i macchinari utilizzati per la produzione del modello esistente per far fronte alle richieste di innovazione.

L'ultima informazione fondamentale per l'ingegnerizzazione del prodotto e l'elaborazione del preventivo che il cliente fornisce tra le richieste per il progetto è la stima della quantità, ovvero, perlomeno su base annuale, il numero di pezzi che devono essere prodotti. Nel caso di prodotti destinati al mercato alimentare quasi sempre subentra anche la variabile della stagionalità, in quanto il consumo varia in grande misura nei diversi momenti dell'anno ed è necessario valutare quale sia il picco e la relativa domanda oltre alla richiesta media per poter dimensionare correttamente la linea di produzione. Nel caso in oggetto è stato individuato un picco nei consumi per quanto riguarda il periodo natalizio, ovvero la seconda metà di dicembre e la prima metà di gennaio, con la domanda di mercato che poi cala progressivamente fino a raggiungere valori minimi durante la stagione estiva. Si è poi stabilito che complessivamente la richiesta annuale sarebbe stata intorno ai 15 milioni di pezzi, suddivisi in varie versioni destinate al mercato nazionale o all'esportazione, oltre alla suddivisione tra i formati 250g e 500g e le edizioni speciali da produrre per periodi circoscritti come, ad esempio, le festività natalizie.

## **1.2 - Progettazione**

Preso atto delle richieste del cliente, inizia la fase di progettazione vera e propria del prodotto, la quale, come già anticipato, non parte mai completamente da zero ma prende spunto da prodotti già sul mercato per apportarvi le modifiche necessarie ad ottenere le specifiche richieste. In generale, il primo passo è stabilire quali macchinari verranno utilizzati per la produzione, in particolar modo che tipo di pressa e quale robot, oltre alla tipologia di decorazione ed al numero di cavità di cui deve essere dotato lo stampo. Questa decisione dipende prima di tutto dalle disponibilità dell'azienda produttrice, che deve valutare se possiede dei macchinari adatti per il progetto e se per questi macchinari l'occupazione attuale è tale da permettere di allocare le ore-macchina necessarie a produrre la quantità di pezzi richiesta dal cliente. A seconda della tipologia di contenitore e delle specifiche tecniche volute si possono utilizzare presse più o meno potenti, ma bisogna tenere in considerazione che per ottenere pareti sottili sarà necessaria una potenza maggiore di quella richiesta, ad esempio, per la realizzazione di contenitori meno snelli. La potenza della pressa influisce anche sul numero di cavità inseribili in uno stampo, ovvero sul numero di pezzi realizzabili in un'unica stampata. La qualità del macchinario influisce sui tempi ciclo della produzione, insieme agli impianti di raffreddamento di presse e stampi ed alle materie prime utilizzate. Per quanto riguarda la tecnica di personalizzazione IML, che si realizza durante la stampata e quindi con il robot necessario che deve essere integrato al macchinario principale, differisce in maniera importante da sleeveratura ed offset che al contrario avvengono in un passaggio successivo alla stampata su macchinari indipendenti dalla pressa. La decisione inoltre avviene seguendo i suggerimenti dello stampista, con il quale nel corso degli anni si è sviluppata una relazione di collaborazione stabile, che conosce a fondo le caratteristiche delle macchine e dei prodotti del settore ed è in grado di fare valutazioni anche in correlazione al tipo di stampo ed alla miscela di materia prima da utilizzare. In particolare, per progetti che prevedono volumi importanti, Plastic Legno collabora con Oversize Srl.

Nel caso del prodotto preso in esame, la prima decisione presa è stata quella di realizzare la decorazione del contenitore con la tecnologia IML, in modo tale da poter utilizzare lo stesso materiale per vaschetta ed etichetta ed introdurre una prima innovazione rispetto al design del modello esistente. Questo però ha portato a comprendere che Plastic Legno non sarebbe stata in grado di raggiungere i volumi di produzione richiesti con i macchinari a già a disposizione, soprattutto considerate le caratteristiche di lavorazione di un prodotto del genere. Data l'importanza del progetto anche in ottica di innovazione e di incrementi futuri nei volumi di produzione, è stata presa in considerazione la possibilità di acquistare dei nuovi macchinari da destinare prioritariamente alla produzione del contenitore in analisi ma con spazio anche per allocare altri lavori minori. In questa fase chiaramente non è stata presa una decisione di acquisto, ma si è iniziato a studiare il progetto ed i relativi costi da un nuovo punto di vista. In particolare, si è arrivati a selezionare la pressa ad iniezione per materie plastiche BMB eKW55PI/2200 HYBRID, con gli organi principali azionati da motori elettrici servocontrollati ed i movimenti di iniezione realizzati tramite azionamenti idraulici (4). Per il prelievo delle stampate e l'implementazione della tecnologia IML è stata selezionata la macchina modello MODULA SM7CNA di Campetella Robotic Center, che si occupa anche della realizzazione degli attrezzaggi per il robot, del manipolatore di scarico e dell'alimentatore di etichette. I macchinari vengono analizzati più nel dettaglio nel *Capitolo 2*.

Dopo aver scelto i macchinari che verranno utilizzati per la produzione, si elabora il design di base del prodotto partendo da prodotti simili o modelli precedenti, in collaborazione con lo stampista, in modo tale da avere poi a disposizione le misure principali ed una stima del tempo ciclo, per poter fare il preventivo al cliente e per poter stimare il costo dello stampo.

Nel caso preso come riferimento, si è scelto di mantenere a grandi linee le forme caratterizzanti del modello precedente realizzato da Plastic Legno con decorazione in offset, in particolare l'altezza ed il diametro complessivo sono rimaste invariate, in modo tale da non dover ripensare gli imballaggi e da mantenere l'accoppiamento con il coperchio senza dover modificare quest'ultimo. La capienza (o volume interno) chiaramente è rimasta a sua volta invariata, dovendo ospitare la stessa quantità di mascarpone della sua versione precedente, mentre per poter utilizzare la tecnologia IML per la decorazione è stata ripensata la linea delle pareti, le quali devono presentare una parte rettilinea seguita da uno scalino per poter dare un riferimento di posizionamento dell'etichetta, mentre nel modello già in produzione non è presente uno spigolo netto e le pareti si collegano al fondo con una curva continua, sia all'interno che all'esterno del contenitore. L'esigenza di sgrossatura, ovvero la necessaria riduzione dello spessore delle pareti del prodotto, è già stata soddisfatta nella realizzazione del contenitore in offset per il mercato estero, che risulta più leggero del prodotto con etichetta sleeve del competitor, destinato al mercato nazionale. Nella *Figura 1* sono evidenziate le differenze tra il modello decorato in offset ed il progetto del nuovo modello. A questo punto del processo di progettazione del prodotto, queste non sono altro che delle linee guida che vengono utilizzate in seguito dal progettista per elaborare un modello 2D. Tutte queste informazioni vengono utilizzate

dallo stampista per fornire a Plastic Legno una stima del potenziale costo dello stampo pilota e dello stampo definitivo, oltre che dei servizi complementari che vengono offerti per completare la progettazione del prodotto e per la messa in funzione e manutenzione degli stampi.

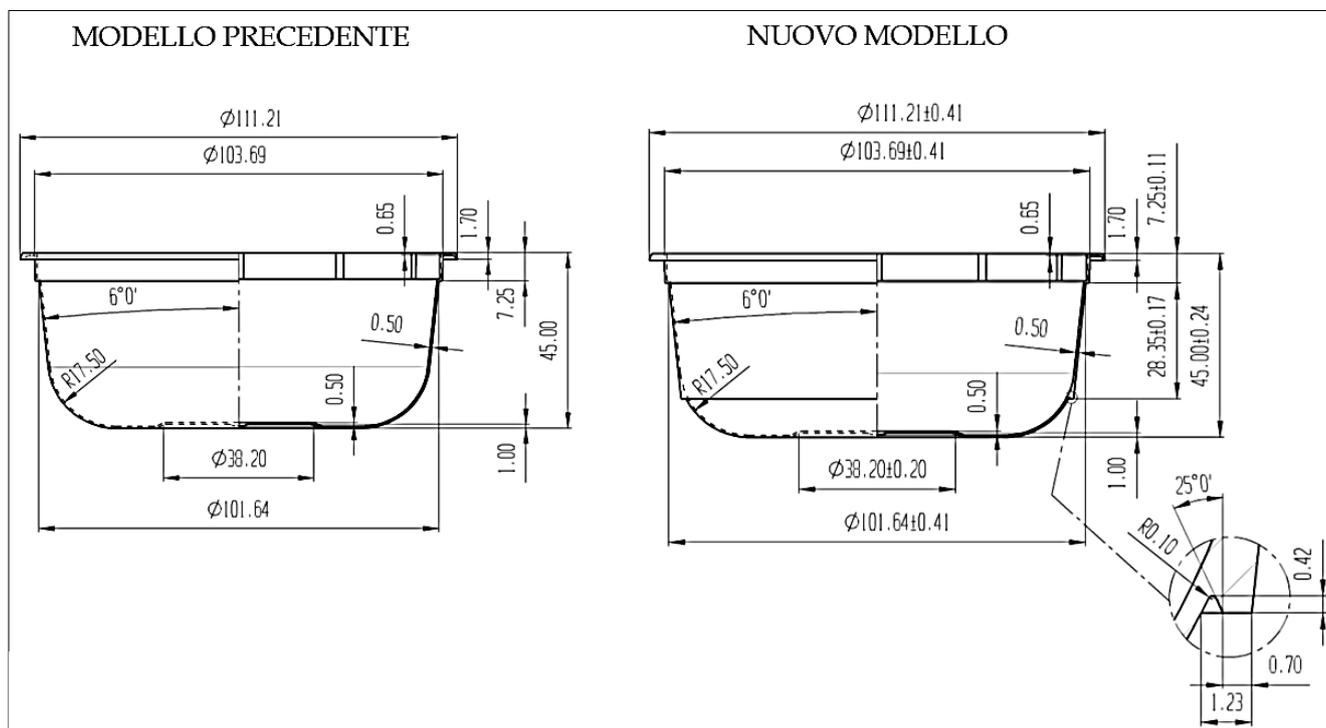


Figura 1 - Comparazione tra il modello originale ed il primo modello del nuovo prodotto

Per capire come a questo punto viene presa la decisione se proseguire o meno è necessario distinguere due casistiche, ovvero quella in cui il cliente decide di pagare gli stampi in modo tale da avere l'esclusiva sul design del contenitore e quella in cui il cliente non partecipa all'investimento scaricando il rischio, la responsabilità ma anche la proprietà dello stampo sull'azienda produttrice. In molti casi poi si negoziano accordi intermedi come, ad esempio, far pagare solo lo stampo pilota o solo lo stampo finale al cliente. Solitamente, per quanto riguarda progetti con clienti importanti con forte potere di negoziazione, è il produttore a dover sopportare l'esborso finanziario, come è successo per il prodotto studiato, per il quale però è stata inoltre richiesta l'esclusiva sul design per un anno da parte del cliente, nonostante lo stampo sarebbe poi stato di proprietà di Plastic Legno.

Una volta presa la decisione di proseguire con la progettazione, lo stampista si pone in contatto con il progettista, un consulente esterno che, partendo dalle linee guida elaborate in precedenza, prepara un modello a computer in proiezione ortogonale del prodotto. I modelli completi dell'obiettivo dell'analisi sono riportati nell'Appendice I. In realtà, nel caso analizzato, i modelli elaborati in questa fase sono poi stati ulteriormente modificati, in quanto per poter realizzare uno stampo pilota contenendo i costi si è evitato di inserire lo spigolo anche nella parete interna, mentre pensando poi allo stampo industriale sono stati disegnati nuovi modelli per implementare questa modifica che consente un processo produttivo più stabile oltre a ridurre ulteriormente il contenuto di plastica e conseguentemente il peso del contenitore, come evidenziato nella Figura 2. Il modello definitivo per l'articolo Mascarpone 250 è riportato nell'Appendice II.

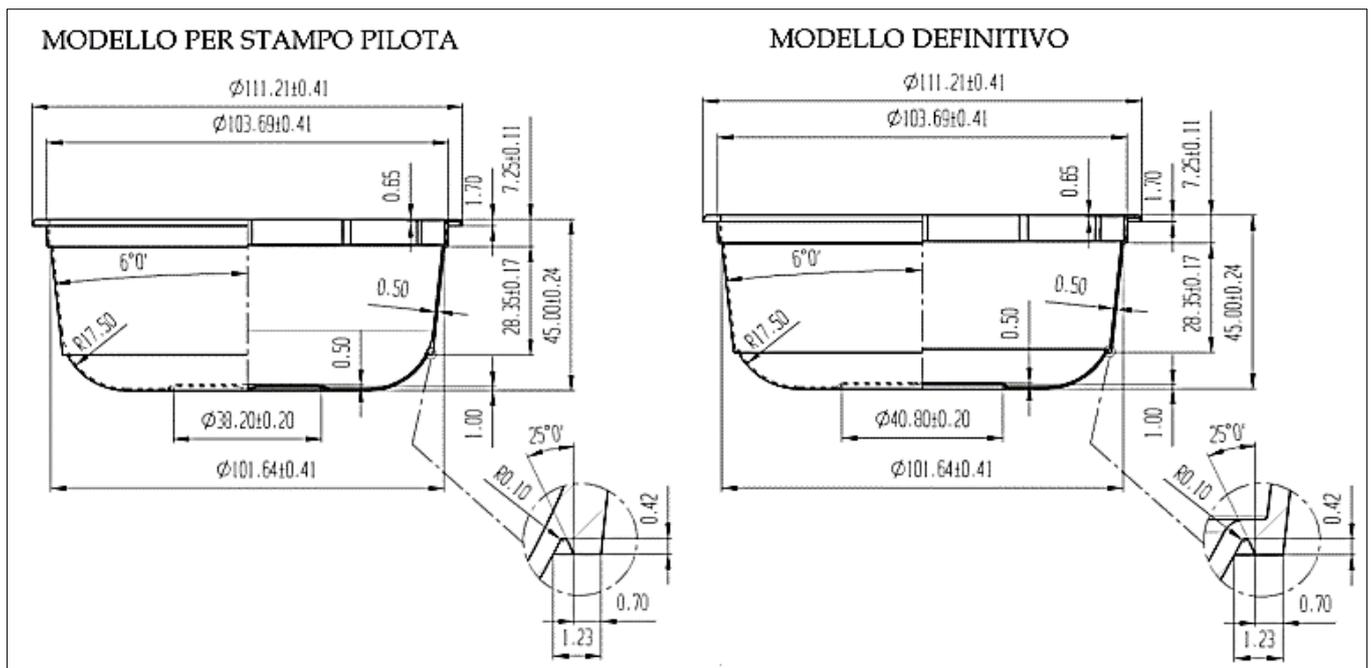


Figura 2 – Comparazione tra il primo modello ed il modello definitivo del prodotto analizzato

Il modello viene quindi presentato al cliente, chiarendo quali sono stati i processi decisionali che hanno portato alla definizione delle linee guida, le quali hanno poi ispirato la forma finale presentata. Generalmente sono l'ufficio acquisti ed il dipartimento di ricerca e sviluppo del cliente a confrontarsi con il produttore rispetto alle soluzioni adottate dal progettista, ed in ogni caso al netto di qualche piccola ulteriore modifica il modello deve essere approvato per poter passare alla fase successiva.

Dopo la conferma dell'approvazione da parte del cliente inizia lo sviluppo di un modello tridimensionale dell'oggetto, nuovamente realizzato dal progettista, il quale si appoggia ad un fornitore esterno che con una stampante 3D in alta definizione crea un prototipo in resina estremamente fedele alle misure volute. Questo prototipo chiaramente non ha le caratteristiche chimiche e meccaniche del prodotto finale, ma può essere rivestito e personalizzato per testare l'aspetto dell'oggetto oltre a servire da prova per la linea di produzione e per la logistica, permettendo di valutarne le caratteristiche per quanto riguarda ad esempio le possibilità di impilamento e di imballaggio. Solitamente vengono realizzate poche copie di questo prototipo dato il costo elevato di oggetti stampati in 3D con tale livello di precisione. Il modello tridimensionale viene quindi presentato al cliente, che ne valuta le specifiche mettendo in moto nuovamente i dipartimenti di ricerca e sviluppo e degli acquisti in aggiunta però al marketing ed alle vendite, arrivando ad approvarne la veste grafica e la forma e conseguentemente ad autorizzare di procedere con l'ordine dello stampo pilota.

Per completare il processo di progettazione, l'azienda che si occupa degli stampi è incaricata di progettare il pilota, oltre che di studiare quello che dovrà poi essere lo stampo completo ed elaborare un preventivo, in modo tale da eliminare il margine di variazione indicato nella stima di costo fornita all'azienda produttrice all'inizio del processo. Inoltre, negli ultimi anni, sempre più spesso lo stampo

pilota ad una cavità viene realizzato in maniera tale da poter poi essere integrato nello stampo completo, risparmiando così sui costi di produzione di quest'ultimo.

Per quanto concerne il prodotto analizzato, lo stampo pilota è stato progettato, come già anticipato, sulla base di un modello semplificato, in modo tale da ridurre il costo di produzione, dato che implementando solamente lo spigolo esterno e non uno spigolo interno al contenitore, il maschio dello stampo sarebbe risultato di più semplice realizzazione rispetto alla femmina dello stesso. Al contrario lo stampo industriale definitivo è stato pensato poi per il modello finale, escludendo quindi la possibilità di riutilizzare lo stampo pilota al suo interno.

### **1.3 - Gestione delle etichette**

Il processo di progettazione e sviluppo delle etichette avviene in parallelo alla progettazione del contenitore, in quanto il modello 2D consegnato al cliente è accompagnato dal modello dell'etichetta. Il cliente quindi si occupa di studiare le grafiche che verranno poi applicate al prodotto, basandosi proprio su questo modello. In particolare, i modelli bidimensionali delle etichette da realizzare con tecnologia IML per il prodotto analizzato sono riportati nell'*Appendice III*.

Una volta sviluppate le grafiche, il cliente trasferisce le informazioni relative all'etichetta all'azienda produttrice, che in questo modo può decorare i prototipi tridimensionali, oltre ad iniziare la ricerca di un fornitore per arrivare preparata alla prima fase di test che inizierà dopo la realizzazione dello stampo pilota. Per quanto riguarda le etichette IML, Plastic Legno è in contatto con diversi fornitori, alcuni sul territorio nazionale ed altri all'estero. Viene quindi spedito il file contenente le grafiche sviluppate dal cliente per l'etichetta ai vari fornitori con una richiesta di preventivo, per poter poi decidere a chi affidare il lavoro. Inizialmente il preventivo è elaborato per una quantità circoscritta di pezzi, dato che serviranno solamente le etichette per la produzione di prova che verrà effettuata con lo stampo pilota, ma è utile per avere una indicazione su un'eventuale grossa commessa futura nel caso in cui si dovesse concludere l'accordo con il cliente. Le variabili fondamentali che influenzano la scelta del fornitore sono il prezzo, la qualità ed i tempi di consegna. Generalmente i fornitori italiani garantiscono un servizio di qualità con tempi di fornitura ridotti, ma il prezzo è più elevato rispetto a quello proposto da fornitori ad esempio turchi, i quali però non garantiscono lo stesso grado di qualità e, dovendo spedire via mare le etichette, hanno tempi di consegna dilatati. Nel caso di clienti che hanno intenzione di cambiare ripetutamente il design delle etichette per campagne commerciali di breve durata, è necessario affidarsi a fornitori locali, per evitare ritardi nelle consegne e quindi dover fermare la produzione. Questa è stata infatti la decisione presa anche nel caso esaminato.

Si attende quindi il termine della fase di progettazione, con l'ordine dello stampo pilota, per ordinare un primo lotto di etichette per la fase di test.

## 1.4 - Preventivo

Il calcolo del preventivo è una fase fondamentale dello sviluppo di un progetto, in quanto consente di avere una visione d'insieme di tutto ciò che sarà necessario per la realizzazione della fase di industrializzazione del prodotto, oltre a far comprendere se esiste un margine di profitto o se il fatturato non coprirebbe i costi aziendali ed industriali. Il preventivo è quindi uno studio della struttura di costo del progetto, con l'obiettivo ultimo di decidere il prezzo unitario del prodotto nei confronti del cliente in modo tale che rientri nel target stabilito all'inizio della contrattazione.

In generale, il preventivo si presenta suddiviso in due voci chiave, ovvero l'incidenza della materia prima ed il costo di trasformazione. A riguardo della materia prima, si fornisce al cliente il valore d'incidenza sul pezzo singolo, quindi il peso del materiale utilizzato per produrre una unità, dato che la maggior parte dei clienti richiede di agganciare questo valore all'indice del valore di mercato della materia prima utilizzata, in modo tale da pagare per quello che effettivamente è il valore del materiale in ogni periodo differente, seguendo le fluttuazioni dell'indice. Si tenga però presente il fatto che gli indici di mercato del valore dei polimeri industriali solitamente sono basati sul valore medio del trimestre precedente, quindi possono differire dal prezzo che il fornitore fissa nei confronti dell'azienda produttrice. Il cliente paga il prezzo stabilito dall'indice di mercato, mentre il produttore paga il prezzo fissato dal fornitore, guadagnando o perdendo a seconda delle fluttuazioni del mercato.

Il costo di trasformazione è invece il frutto di una serie di calcoli che riassumono tutta la struttura costi dell'azienda e del progetto. Si compone del costo macchina, il costo di manodopera diretta, il costo dell'imballo, il costo di trasporto, il costo di eventuali materiali aggiuntivi rispetto alla materia prima, il costo dell'etichetta ed il costo della struttura aziendale. Il cliente inoltre può richiedere di isolare una o più voci del costo di trasformazione per analizzarle separatamente, cosa che spesso succede ad esempio per i costi di trasporto, per l'etichetta e per l'imballo. Per conoscere il costo di trasformazione unitario si calcola per le varie voci elencate in precedenza il costo orario, che poi viene diviso per il numero di pezzi che verranno prodotti in un'ora di lavoro secondo le stime del tempo ciclo elaborate nella fase iniziale della progettazione.

Il costo macchina è a sua volta composto da quattro voci principali, ovvero l'ammortamento di macchine, impianti ed attrezzature di produzione, l'ammortamento degli immobili che ospitano la produzione, il consumo energetico ed il costo della manodopera indiretta. Si parte quindi elencando i costi di tutti i macchinari che contribuiscono direttamente alla produzione del pezzo, ovvero la pressa ad iniezione, il robot di manipolazione per l'IML ed il prelievo della stampata e l'attrezzatura a bordo macchina (convogliatori a nastro, miscelatori, macinini, centraline). Vengono sommati a questi i costi degli impianti e delle attrezzature condivise con il resto dell'impianto produttivo suddivisi equamente tra tutte le presse presenti in stabilimento, quindi l'impianto di distribuzione della materia prima, l'impianto di raffreddamento degli stampi, l'impianto di raffreddamento delle

presse, l'impianto elettrico, l'impianto di aria compressa, gli impianti di riscaldamento, raffrescamento, acqua e l'impianto antincendio, oltre ad i vari carrelli a forche frontali e transpallet motorizzati e non. Il totale viene quindi ammortizzato su un arco di tempo di sei anni prendendo in considerazione 4500 ore di lavoro all'anno, ottenendo così un costo orario. A questo va ancora sommato il costo orario relativo al consumo di energia elettrica, calcolato moltiplicando il prezzo in kilowattora concordato con il fornitore di energia per il consumo medio orario della macchina con un aumento percentuale stimato relativo ai consumi di altre attrezzature complementari per le quali risulta complicato misurare i consumi. Questo aumento percentuale è stimato comparando il prodotto tra prezzo per kilowattora, consumi medi orari delle macchine e robot presenti in stabilimento e totale di ore di lavoro effettive di un anno con la bolletta pagata al termine dell'anno. La differenza tra i due valori rappresenta il valore dei consumi di tutte le attrezzature non prese in considerazione, quindi se divisa per il valore dei consumi misurati consente di trovare la percentuale da aggiungere per stimare il costo totale dell'energia. L'ultima voce da aggiungere al costo macchina orario è quella relativa alla manodopera indiretta, ovvero tutti coloro che lavorano per la produzione ma non sono assegnati ad un prodotto o pressa in particolare, quindi gli addetti alla manutenzione, gli addetti alla qualità, i carrellisti, i capi reparto ed i responsabili della produzione, il cui costo annuale viene diviso equamente tra le presse e su 4500 ore di lavoro annuali. Dividendo il costo macchina orario così calcolato per il numero di pezzi stampabili in un'ora di lavoro si ottiene il costo macchina unitario.

Il costo della manodopera diretta è calcolato moltiplicando il costo orario medio per il numero di lavoratori che verranno coinvolti direttamente nella produzione e dividendo il tutto per il numero di pezzi stampabili in un'ora di lavoro. Il costo orario medio della manodopera diretta è ottenuto sommando il costo totale aziendale annuale di tutti i lavoratori che si occupano direttamente della produzione, sia fissi che interinali, che viene diviso per il totale di ore-uomo dell'anno preso in considerazione.

Il costo dell'imballo viene stabilito in primo luogo scegliendo la tipologia di imballo, ovvero la dimensione delle scatole (colli), la dimensione delle pedane ed i rivestimenti protettivi. Le scatole generalmente hanno dimensioni standardizzate per quanto riguarda larghezza e profondità, ma l'altezza è variabile, in quanto deve essere calcolato quanti contenitori possano essere impilati senza poi generare difficoltà nel processo di disimpilamento effettuato dal cliente. Inoltre, i prodotti non possono entrare a contatto con il cartone delle scatole, quindi vengono utilizzati dei sacchi per mantenere separate le scatole dal relativo contenuto. Si calcola quindi quante unità possono essere collocate in una scatola e quante scatole per pedana. Vengono poi sommati il costo della scatola (moltiplicato per il numero di scatole per pedana), il costo del sacco (uno per scatola), il costo del foglio di nylon posto sopra i colli al completamento di una pedana, il costo dell'estensibile utilizzato per il rivestimento esterno del pallet ed il costo della pedana. Il totale viene diviso per il numero di pezzi per pedana. Per il costo di trasporto è importante conoscere la quantità prevista per i singoli prelievi,

in modo tale da poter stabilire quale tipologia di mezzo di trasporto utilizzare, anche se per progetti con grandi volumi come quello preso in esempio i prelievi vengono effettuati con autoarticolati viste le quantità elevate di prodotto da movimentare. Viene quindi richiesto un preventivo a più vettori di trasporto, valutando quello con miglior rapporto qualità-prezzo per stabilire il costo unitario di trasporto da riportare nel preventivo preparato per il cliente.

Il costo delle etichette, siano queste ILM o sleeve, dipende dal fornitore selezionato come descritto nella sezione 1.3. Per quanto riguarda la decorazione realizzata in offset il discorso da fare è diverso in quanto i fornitori degli inchiostri sono stabili ed il lavoro di decorazione viene venduto al prezzo di mercato nonostante le fluttuazioni del costo sostenute effettivamente dall'azienda. Molti clienti richiedono di scorporare questa voce di costo dal costo di trasformazione (che si tratti di IML, sleeveatura o offset) per poterla confrontare con il prezzo di mercato.

Altra voce del costo di trasformazione è costituita dai costi relativi ai masterbatch, ovvero gli additivi solidi utilizzati per colorare o conferire qualità particolari alla materia prima utilizzata. Si tratta di pigmenti e/o additivi incapsulati in una resina portante che è poi tagliata fino ad ottenerne granuli simili a quelli che caratterizzano la materia prima grezza. I masterbatch sono realizzati in funzione della materia prima utilizzata in quanto devono essere accoppiati ad essa per ottenere il risultato voluto. I fornitori del masterbatch sono generalmente stabili per cui il processo di calcolo della voce di costo relativa ad un progetto è semplificato.

Ultima parte del costo di trasformazione sono i costi di struttura, calcolati come una percentuale di incremento applicato al totale delle altre voci di costo di trasformazione. Questa voce serve a coprire i costi relativi alla struttura aziendale, quindi gli uffici con i relativi impianti, gli impiegati in contabilità, marketing, vendite, e tutti coloro che non vengono coinvolti nella produzione, nemmeno in modo indiretto, ma contribuiscono ai costi aziendali. La percentuale di incremento è calcolata dividendo il totale dei costi di struttura annuali per il fatturato annuale.

## **1.5 - Stampa pilota e campionatura**

Nel momento in cui il cliente accetta il preventivo del produttore viene ordinato allo stampista lo stampo pilota. Il tempo di fornitura di quest'ultimo può variare in base a differenti fattori, come la congestione del reparto produttivo degli stampisti a causa di altri lavori già accettati o le difficoltà tecniche che possono insorgere nel caso di figure che richiedono lavorazioni complicate o semplicemente inusuali. Si parla comunque generalmente di almeno sei settimane di attesa prima di poter installare lo stampo. L'installazione non avviene sulla macchina destinata alla produzione definitiva, ma su macchinari di dimensioni più contenute dato che il pilota è realizzato con una sola cavità. Nel caso del prodotto analizzato è stata utilizzata una pressa Arburg da 150t per la quale è stato acquistato un robot Star verticale per la tecnologia IML.

Si inizia quindi con la produzione di campioni sulla macchina attrezzata non appena si ha a disposizione anche la fornitura di etichette, materia prima e masterbatch, utilizzando la miscela di materia

prima ed additivi vari che dia il miglior risultato tecnologico ed economico per l'azienda produttrice. I primi pezzi prodotti sono controllati e testati internamente per verificare l'assenza di deformazioni e rotture meccaniche e che l'accoppiamento con i coperchi non dia problemi. I campioni vengono inoltre inviati al cliente che li testa sulla sua linea produttiva. In particolare, per quanto riguarda le vaschette di mascarpone, il cliente verifica che i contenitori scorrano senza intoppi sui convogliatori automatizzati, che non ci siano problemi nel processo di disimpilamento e soprattutto che durante il processo di colata del mascarpone ad alte temperature non si verificano fenomeni di deformazione o di implosione. Il mascarpone è infatti colato nei contenitori ad 85° per poi essere ricoperto da un film che lo sigilla. Quindi il contenitore viene capovolto in modo tale che l'aria rimasta intrappolata tra il film ed il prodotto sia costretta ad attraversare il liquido bollente per raggiungere la parte superiore del contenitore e sono così eliminati eventuali batteri che potrebbero altrimenti compromettere la qualità del formaggio.

La fase di campionatura prevede la produzione di alcune decine di migliaia di pezzi, quantità che varia in base alla quantità di problematiche che emergono e che vanno quindi corrette. Per il prodotto preso in esempio sono stati prodotti circa 40.000 campioni, ma in alcuni casi si arriva a dover produrre anche 100.000 pezzi prima di poter procedere alla fase successiva. Vengono inoltre elaborate schede di produzione e le procedure logistiche e produttive necessarie per l'organizzazione della produzione stessa, che in caso di conferma successiva del progetto verranno poi utilizzate per la produzione industriale vera e propria.

Durante la fase di campionatura inoltre una parte dei pezzi prodotti vengono inviati ad un laboratorio che collabora con l'azienda per essere analizzati e certificare l'assenza di eventuali rilasci di sostanze chimiche che vadano a compromettere quello che sarà poi il contenuto, in modo tale da permettere all'azienda produttrice di rilasciare la dichiarazione di conformità richiesta dalla normativa MOCA già citata nell'introduzione.

## **1.6 - Stampo e test industriali**

Al completamento della fase di test relativa alla campionatura, nel caso in cui venga confermata la volontà di procedere con il progetto, si procede con l'ordine dello stampo definitivo. Secondo gli accordi di Plastic Legno con Oversize viene pagato un acconto pari al 30% del valore determinato nel preventivo dello stampo, con la restante parte che verrà pagata dopo la consegna ed installazione di quest'ultimo. In questa fase inoltre, nel caso in cui vengano acquistati macchinari destinati al progetto, è importante valutare i tempi di consegna dei macchinari stessi oltre a quelli dello stampo, in quanto alla consegna di questo la pressa e le attrezzature complementari ad essa devono già essere installati per poter partire con la produzione. Bisogna però evitare di ordinare i macchinari in anticipo per non doverli poi mantenere inattivi a lungo prima che inizino effettivamente a lavorare, in quanto essendo asset di valore elevato andrebbero poi a pesare a bilancio in modo considerevole se improduttivi per un periodo prolungato. In ogni caso si sottolinea che i tempi di consegna dello

stampo industriale sono più lunghi rispetto a quelli relativi allo stampo pilota, nell'ordine dei 4-6 mesi. Per effettuare l'ordine dei macchinari da acquistare è inoltre necessario fornire ai produttori della pressa ma soprattutto del robot e degli attrezzaggi i progetti relativi al prodotto ed allo stampo, in quanto le specifiche dei macchinari vanno adattati alla tipologia di lavorazione richiesta. In particolare, gli organi di presa del robot devono essere progettati sulla base della forma e delle caratteristiche del prodotto e delle etichette con cui dovranno lavorare, mentre per realizzare l'alimentatore etichette vanno forniti i modelli di queste per poterlo dimensionare correttamente. Nel caso di robot già acquistati è possibile cambiare gli attrezzaggi per adattarli a lavorazioni di nuovi prodotti.

Ad avvenuta consegna ed installazione di stampi e macchinari inizia quindi la produzione, con un ordine di prova generalmente di volumi intorno alle 100.000 o 120.000 unità. Sui pezzi prodotti in questa fase vengono condotti i test industriali da parte del cliente, che invita i responsabili dell'azienda produttrice a visitare la propria linea di produzione per verificare insieme la conformità dei contenitori consegnati rispetto alle specifiche richieste ed il corretto funzionamento della linea. Questa fase conclusiva per processo di progettazione e sviluppo del prodotto in genere risulta una formalità, in quanto i test sono già stati effettuati sui campioni realizzati con lo stampo pilota, ma resta necessaria dato che in alcuni casi, come in quello preso come esempio, lo stampo definitivo presenta delle piccole modifiche rispetto allo stampo pilota, risultando in stampati che possono differire per particolari di forma ma anche per peso e quindi comportamento sulla linea di produzione del cliente.

## Capitolo 2 – Produzione e logistica

In questo capitolo viene esaminato il macro-processo di produzione industriale dell'articolo analizzato, partendo da una introduzione sulla materia prima utilizzata, proseguendo con la descrizione del funzionamento dei principali macchinari e componenti impiegati quali la pressa ad iniezione, lo stampo, ed il robot manipolatore, analizzati separatamente, per passare poi ad un quadro generale del sistema informativo aziendale, indispensabile per il funzionamento dell'azienda anche dal punto di vista dell'appoggio alla produzione. Viene poi analizzata l'organizzazione della produzione e conseguentemente il sistema logistico, sia per quanto riguarda le materie prime in entrata che per i semilavorati e prodotti finiti. Come detto per il Capitolo 1, l'intento è quello di partire dal particolare articolo in oggetto per generalizzare il più possibile il procedimento quando applicabile ad altre tipologie di prodotto. In particolare, lo stampaggio ad iniezione è il processo industriale che caratterizza tutti i contenitori realizzati da Plastic Legno, mentre la tecnologia di decorazione IML viene utilizzata solamente per alcune categorie di prodotti, anche se probabilmente in futuro diventerà la più utilizzata nel settore date le possibilità e la qualità realizzativa che offre.

Le seguenti sezioni non descrivono quindi differenti fasi del processo di produzione, ma vanno piuttosto intese come delineazioni di differenti aspetti relativi a quest'ultimo, che se considerato nel suo insieme risulterebbe difficilmente scomponibile in più fasi rendendo così complicata la ricerca di problemi e lo studio di eventuali migliorie.

### 2.1 – Materia prima

Il processo industriale di stampaggio ad iniezione prevede l'iniezione di materiale termoplastico fuso all'interno di uno stampo, il quale viene mantenuto chiuso da una pressa in modo tale che il materiale al suo interno si raffreddi e solidifichi assumendo la forma voluta. I materiali termoplastici costituiscono una delle tre grandi categorie nelle quali è possibile suddividere i materiali polimerici dal punto di vista delle caratteristiche di trasformazione, differendo quindi dalle materie termoidurenti e dalle materie elastomeriche nelle reazioni che avvengono quando sottoposte ad alte temperature e pressioni. Per poterne comprendere le differenze è però necessario introdurre brevemente i materiali polimerici in generale, ovvero partendo dal fatto che l'unità di base di ogni materiale polimerico è costituita dai monomeri, composti organici che, grazie alle proprietà degli atomi di carbonio, si legano chimicamente tra loro attraverso legami covalenti andando a formare catene più o meno lunghe ed ordinate, chiamate polimeri. Le catene possono risultare lineari, ramificate o reticolate, a seconda della posizione dei legami offerti dai monomeri, ma soprattutto possono andare a formare differenti tipologie di strutture molecolari, determinate dal modo in cui le differenti catene si dispongono all'interno di un materiale polimerico. In particolare, si ha una differenziazione tra i polimeri amorfi, nei quali le catene polimeriche risultano aggrovigliate in una matassa inestricabile, ed i polimeri cristallini e semi-cristallini, all'interno dei quali le catene polimeriche sono disposte in

maniera più o meno ordinata. Chiaramente differenti strutture comportano differenti comportamenti quando sottoposte a stimoli esterni, quindi proprietà meccaniche e chimiche variabili. Tornando quindi alle caratteristiche di trasformazione dei materiali polimerici, si osserva come le materie termoindurenti se sottoposte ad alte temperature diano luogo ad un processo irreversibile di trasformazione della struttura interna, portandoli ad irrigidirsi in maniera definitiva. I materiali termoplastici al contrario, quando sottoposti a temperature elevate, perdono rigidità in quanto i legami secondari tra le catene polimeriche si indeboliscono, permettendo così di modellarne la forma assunta che poi viene mantenuta in seguito al raffreddamento, attraverso un processo reversibile fintanto che non venga deteriorato il materiale. Grazie alla reversibilità della fusione quindi lo scarto può essere recuperato e rilavorato, anche se potrebbe aver perso parte delle sue caratteristiche a causa delle sollecitazioni subite durante la prima trasformazione. Gli elastomeri invece presentano proprietà meccaniche particolari a riguardo delle elevate possibilità di deformazione elastica, mentre a loro volta possono essere suddivisi tra termoplastici e termoindurenti in quanto a comportamenti assunti in fase di lavorazione. Una ulteriore classificazione che va effettuata per i materiali polimerici è quella relativa alla differenza tra omopolimeri, ovvero materiali formati da catene composte di un solo monomero, e copolimeri, materiali composti da differenti unità monomeriche in sequenza generalmente irregolare. Nello stampaggio ad iniezione vengono utilizzate delle miscele di materiali termoplastici omopolimerici e copolimerici, oltre ad eventuali additivi, in maniera tale da ottenere le caratteristiche necessarie per effettuare la lavorazione e per ottenere un prodotto finito conforme alle specifiche richieste dal mercato. Il materiale utilizzato è prodotto in forma di granuli e viene portato alla fusione a temperature dell'ordine di 200-250°C, in modo da ottenere un liquido visco-elastico omogeneo ed iniettarlo nelle cavità dello stampo per ottenere la forma desiderata. La temperatura di fusione e le altre proprietà del materiale dipendono dalla composizione della miscela.

Per quanto riguarda il prodotto analizzato, la miscela utilizzata per lo stampaggio è composta da una parte di omopolimero di polipropilene HJ325MO ed una parte equivalente di copolimero di polipropilene BJ368MO, alle quali vengono aggiunti 2kg di masterbatch Clariant RCL per ogni 100kg di miscela. I due polimeri vengono prodotti da Borealis e forniti separatamente in forma granulare. L'HJ325MO, grazie ad un flusso di fusione molto elevato, risulta particolarmente adatto per l'imballaggio a parete sottile. Progettato per lo stampaggio ad iniezione ad alta velocità, contiene additivi nucleanti e antistatici. Gli additivi sono ottimizzati per fornire una ridotta tendenza al fenomeno plate-out, ovvero l'accumulo di volatili con materiale non polimerizzato che vengono espulsi dal polimero fuso e si condensano sulla superficie relativamente fredda dello stampo, ostruendo i canali di ventilazione e portando ad inefficienze operative, bruciature, incremento nei tempi di manutenzione dello stampo e potenziali riduzioni del tempo ciclo (5). I componenti stampati con questo polimero mostrano una buona eiettabilità e combinano una buona rigidità con una buona trasparenza e lucentezza, proprietà antistatiche ed una buona resistenza all'impatto a temperatura ambiente (6). Il BJ368MO invece è un copolimero di polipropilene caratterizzato da una buona scorrevolezza e da

una combinazione ottimale di rigidità e resistenza agli urti. Il materiale è nucleato con la Borealis Nucleation Technology (BNT). Le proprietà di flusso, la nucleazione e la buona rigidità conferiscono un potenziale di riduzione del tempo di ciclo. Il materiale ha buone prestazioni antistatiche e buone proprietà di rilascio dallo stampo (7). Il masterbatch, come già anticipato nella *Sezione 1.4*, è composto da pigmenti ed additivi solidi incapsulati in un materiale plastico portante, realizzato tenendo in considerazione le schede tecniche dei materiali plastici utilizzati nella miscela produttiva che vengono fornite dal cliente, in questo caso Plastic Legno. Il masterbatch viene utilizzato per conferire al prodotto il colore bianco.

La miscela di materia prima utilizzata per lo stampaggio, prima di procedere con la lavorazione, deve essere depurata di ogni suo possibile contenuto di acqua, in quanto la presenza di acqua durante la fase di trasformazione dei materiali termoplastici può comportare fenomeni di degrado delle caratteristiche dei prodotti stampati (8). Esistono due categorie di materiali termoplastici determinate in funzione del comportamento in presenza di umidità, ovvero i materiali igroscopici, i quali assorbono l'umidità all'interno dei granuli, ed i materiali non igroscopici che non riescono ad assorbirla ma per i quali comunque può verificarsi il deposito di acqua sulla superficie esterna dei granuli. Per poter effettuare la deumidificazione quindi si porta il contenitore della miscela di materia prima ad una temperatura che faciliti l'asportazione dell'acqua dai granuli senza però scaldarli eccessivamente portando ad un rammollimento e conseguente deformazione ed impaccamento (8), dopodiché viene insufflata aria deumidificata continuamente durante il tempo di permanenza prestabilito, solitamente nell'ordine di grandezza delle ore. La deumidificazione può avere luogo nella tramoggia, ovvero il contenitore che alimenta l'unità di iniezione della pressa, o in un deumidificatore esterno a bordo macchina, il quale comunque risulta collegato alla tramoggia e vi deposita il materiale pronto per essere lavorato. Per capire dove risulta più conveniente effettuare la deumidificazione deve essere calcolata la capacità necessaria del contenitore nel quale avverrà, utilizzando l'*Equazione 1*.

$$capacità[l] = \frac{\text{produzione oraria} \left[ \frac{kg}{h} \right] * \text{tempo di permanenza}[h]}{\text{densità apparente granulo} \left[ \frac{g}{cm^3} \right]}$$

*Equazione 1*

La produzione oraria è data dalla quantità di materiale consumato durante un'ora di stampaggio, mentre il tempo di permanenza è prestabilito e dipende dalla tipologia di materiale presente nella miscela. La densità apparente del granulo invece dipende dalla forma e dalla dimensione dei granuli, in quanto è data dal rapporto tra il peso di una unità di fornitura di materia prima ed il volume totale occupato, comprensivo degli spazi vuoti fra i singoli granuli occupati dall'aria. La densità apparente è importante anche per quanto riguarda la lavorazione del materiale, in quanto se questa non è almeno pari al 50% della densità del materiale, risulta difficilmente convogliabile dalla vite di plastificazione. Una volta stabilita la capacità necessaria del deumidificatore è quindi possibile

stabilire se è possibile utilizzare la tramoggia o se le dimensioni eccessive obbligano a disporre di un contenitore dedicato a bordo macchina. Nel caso di Plastic Legno, data l'elevata produzione oraria risulta complicato utilizzare le tramogge come deumidificatori, quindi ogni pressa in stabilimento è dotata di un deumidificatore a bordo macchina collegato alla tramoggia da un sistema pneumatico di movimentazione della materia prima.

## **2.2 – Funzionamento della pressa ad iniezione**

Lo stampaggio ad iniezione è il processo industriale utilizzato per produrre tutti gli articoli realizzati da Plastic Legno, oltre ad essere una delle tipologie di lavorazione più comuni per la formatura di materiali termoplastici (9), in particolare per quanto riguarda la produzione di contenitori a pareti sottili. Il processo presenta numerosi punti di forza che lo rendono particolarmente popolare tra gli addetti ai lavori, tra i quali le elevate possibilità di automazione, la qualità ottenibile a riguardo della finitura superficiale, i costi di manodopera relativamente bassi e l'elevato ritmo di produzione raggiungibile. Il problema principale dello stampaggio ad iniezione risulta invece essere l'alto costo iniziale che deve essere sostenuto per acquistare la pressa, oltre ad i costi aggiuntivi relativi ad eventuali automazioni, nella maggior parte dei casi necessarie per raggiungere la produttività richiesta per ammortizzare il costo della macchina o semplicemente per soddisfare le esigenze del mercato in termini di volumi di produzione. Nell'ambito dello stampaggio ad iniezione va però effettuata una differenziazione tra stampaggio tecnico e stampaggio veloce, in quanto pur essendo realizzati con lo stesso ciclo di lavoro utilizzano parametri differenti. Lo stampaggio tecnico viene utilizzato per produrre particolari che oltre ad avere funzionalità meccaniche od estetiche comportano esigenze di tolleranza costruttiva che richiedono maggiore attenzione, per cui solitamente non vi sono restrizioni sul tempo ciclo in modo tale da poter controllare ogni fase con precisione sufficiente (8). Lo stampaggio veloce al contrario prevede tempi ciclo ridotti, sia per esigenze di produttività che per poter ottenere particolari con pareti sottili che richiedono tempi di iniezione e di raffreddamento contenuti per evitare deformazioni o difetti. Per questa tipologia di lavorazione sono quindi necessari macchinari più performanti nonostante l'assenza di esigenze di tolleranze particolarmente restrittive, in quanto le varie fasi dello stampaggio devono essere gestite ad alte velocità, con maggiori forze e quindi sottoponendo a fatica incrementata le varie parti della pressa. Plastic Legno si occupa esclusivamente di stampaggio veloce.

Le presse ad iniezione sono essenzialmente costituite da un'unità di chiusura o serraggio, un'unità di iniezione e dai sistemi di comando e controllo, il tutto alloggiato all'interno del basamento. Esistono differenti varianti per quanto riguarda le presse ad iniezione, ma in generale tutte prevedono nell'unità di iniezione un meccanismo di fusione ed iniezione del materiale termoplastico costituito da un cilindro cavo, detto cilindro di plastificazione, ricoperto da termoresistenze che permettono il raggiungimento della temperatura di fusione del materiale al suo interno. Il calore generato dalle termoresistenze varia nelle differenti zone del cilindro (*Figura 3*), aumentando in avvicinamento alla zona di accumulo in prossimità dell'ugello.

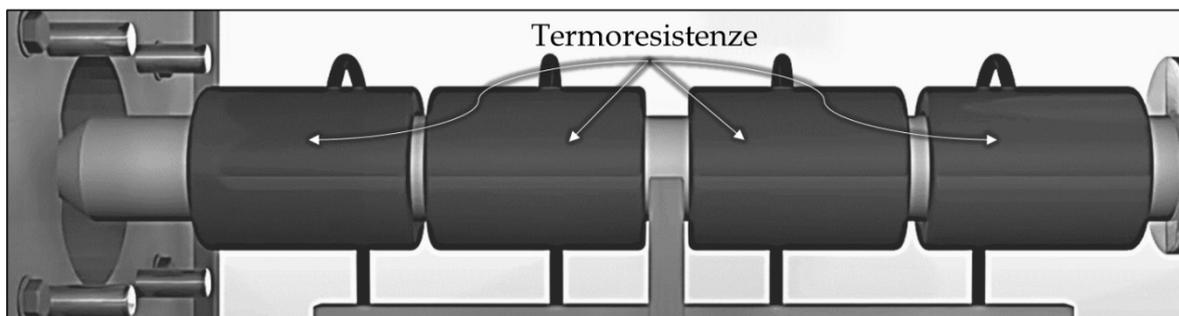


Figura 3 – Rappresentazione del posizionamento delle termoresistenze sul cilindro di plastificazione

Le termoresistenze vengono attraversate da un flusso di corrente controllato dal sistema di controllo, il quale una volta impostata la temperatura richiesta per le diverse aree del cilindro di plastificazione riceve ed elabora dei segnali di feedback dalle termocoppie, ovvero delle sonde che misurano la temperatura delle diverse zone e consentono al sistema di controllo di decidere se è necessario o meno dare corrente alle termoresistenze per scaldarle ulteriormente.

Il materiale viene colato nel cilindro attraverso un foro posto al di sotto della tramoggia, che grazie alla forza di gravità alimenta il cilindro di plastificazione (Figura 4).

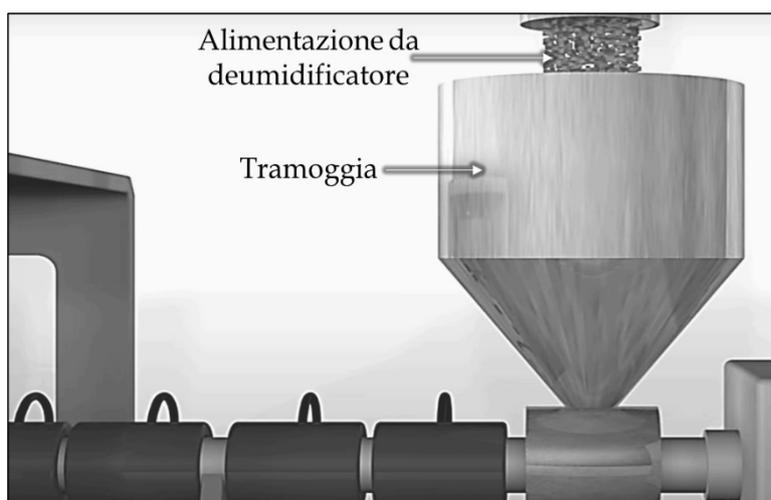


Figura 4 – Rappresentazione del posizionamento della tramoggia

All'interno del cilindro è posta la vite di plastificazione, la quale in una prima fase del ciclo di lavorazione è impegnata in un movimento rotativo che le permette di convogliare il materiale versato nel foro di ingresso verso la parte anteriore del cilindro, detta zona di accumulo. Oltre a favorire l'avanzamento del materiale, la vite lo comprime contro le pareti del cilindro riscaldate dalle termoresistenze, favorendone una fusione omogenea. La vite contribuisce al riscaldamento del materiale anche grazie alla viscosità di taglio, ovvero la resistenza opposta dal fluido sottoposto a stress, in quanto durante l'avanzamento della miscela termoplastica un azionamento introduce una controcompressione che la comprime. Si possono generalmente individuare tre segmenti distinti che compongono la vite di plastificazione, partendo con un segmento di alimentazione che si limita a trasportare il materiale raccolto dal foro di ingresso nel cilindro senza comprimerlo, per poi proseguire con un segmento di compressione nel quale il diametro del nocciolo aumenta progressivamente ed il volume delle gole diminuisce, spingendo la miscela contro le pareti riscaldate del cilindro. Questa

compressione è necessaria anche perché la densità apparente del materiale termoplastico diminuisce in seguito alla fusione. La vite si conclude con un segmento di omogeneizzazione, nel quale viene proseguito il trasporto evitando ulteriori miscelazioni. In fondo alla vite di plastificazione è situato il puntale, generalmente con forma di fungo stellato e munito di una valvola libera ad anello. Questa particolare conformazione fa sì che durante la fase di plastificazione l'anello aderisca al puntale lasciando passare il fuso attraverso gli incavi della punta stellata, mentre una volta completato l'accumulo di materiale, con il passaggio alla fase di iniezione, l'anello viene spinto contro la fase terminale del segmento di omogeneizzazione della vite bloccando il riflusso della miscela.

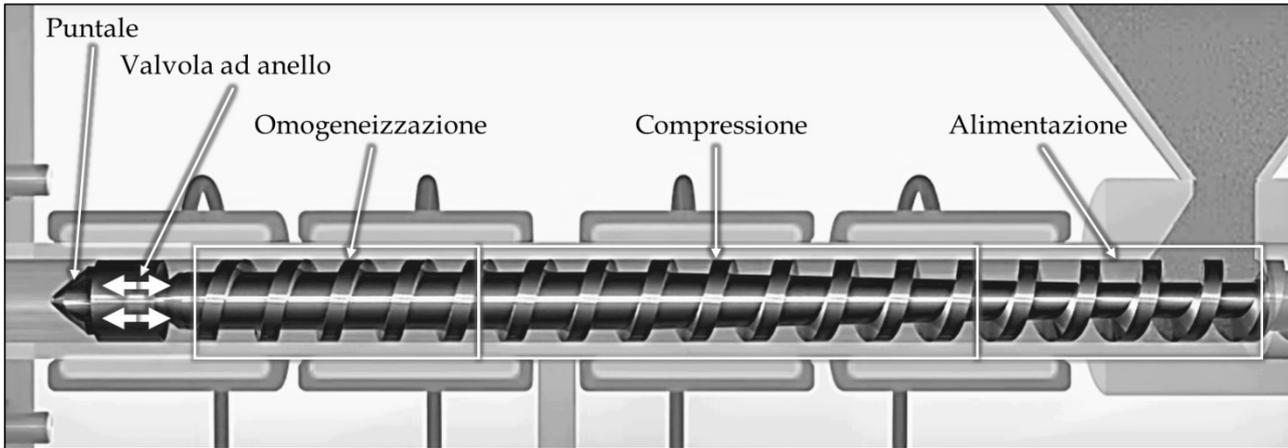


Figura 5 - Vite di plastificazione

Per comprendere le potenzialità di una vite di plastificazione è necessario conoscerne i parametri caratterizzanti. Il rapporto tra la sezione di passaggio del materiale nel segmento di alimentazione e la sezione di passaggio nel segmento di dosaggio (od omogeneizzazione) è detto rapporto di compressione (8), calcolato conoscendo il diametro del nocciolo appunto nella zona di alimentazione ( $D_{alim}$ ), quello nel segmento finale della vite ( $D_{finale}$ ) ed il diametro interno del cilindro di plastificazione ( $D_{cilindro}$ ) attraverso l'utilizzo dell'Equazione 2.

$$\text{rapporto di compressione} = \frac{\left[ \left( \frac{D_{cilindro}}{2} \right)^2 * \pi \right] - \left[ \left( \frac{D_{alim}}{2} \right)^2 * \pi \right]}{\left[ \left( \frac{D_{cilindro}}{2} \right)^2 * \pi \right] - \left[ \left( \frac{D_{finale}}{2} \right)^2 * \pi \right]} = \frac{D_{cilindro}^2 - D_{alim}^2}{D_{cilindro}^2 - D_{finale}^2}$$

Equazione 2

Un secondo parametro importante da tenere in considerazione è il rapporto di utilizzo dell'iniezione, anche detto Barrel-to-Shot Ratio (BSR), che compara il peso dell'iniezione necessaria a riempire lo stampo utilizzato con il peso massimo del materiale iniettabile dal cilindro di plastificazione. Infatti, nel caso di un BSR troppo basso, il materiale rimane all'interno del plastificatore a lungo, rischiando la degradazione delle proprie caratteristiche dovuta alla lunga esposizione a sollecitazioni eccessive, mentre nel caso di un BSR tendente ad uno il materiale trascorre poco tempo nel cilindro ed il rischio è che la fusione della miscela non sia completa ed omogenea (8). Questo

rapporto dipende quindi dal volume di iniezione utilizzato ( $V_{\text{utilizzato}}$ ), dal massimo volume iniettabile ( $V_{\text{massimo}}$ ) e dalla densità del materiale, che viene semplificata come riportato nell'Equazione 3.

$$\text{rapporto di utilizzo dell'iniezione} = \frac{V_{\text{utilizzato}} * \delta_{\text{materiale}}}{V_{\text{massimo}} * \delta_{\text{materiale}}} = \frac{V_{\text{utilizzato}}}{V_{\text{massimo}}}$$

Equazione 3

Il tempo di permanenza del materiale all'interno del cilindro di plastificazione è infatti calcolato moltiplicando il rapporto tra volume totale di materiale in tutto il cilindro e volume utilizzato per la singola stampata per il tempo ciclo in secondi. Il volume totale generalmente viene approssimato a tre volte il volume della massima stampata possibile. La velocità periferica del filetto della vite di plastificazione rispetto alla parete interna del cilindro è un altro aspetto da tenere sotto controllo, in quanto nel caso di velocità elevate le caratteristiche del polimero tendono a degradarsi. Questa dipende dal diametro della vite e dalla velocità di rotazione.

I materiali termoplastici fusi possono inoltre contenere cariche corrosive od abrasive, oltre a tendere ad incollarsi al metallo senza scorrere come voluto, quindi è necessario trattare la superficie esterna della vite e quella interna del cilindro di plastificazione per ovviare a questi problemi e consolidare resistenza all'usura e produttività. Per facilitare la scorrevolezza solitamente è utilizzata la cromatura dei metalli, mentre per migliorare la resistenza ad usura e corrosione si usano trattamenti tra i quali la nitrurazione ionica o gassosa, la tempra ed eventuali riporti di stellite sui filetti (8).

Una volta completato l'accumulo di materiale fuso nella parte anteriore del cilindro, compresa tra il puntale e l'ugello, la vite smette di ruotare e, movimentata da un secondo azionamento generalmente idraulico, inizia la fase di iniezione, traslando orizzontalmente in direzione dello stampo e comprimendo la miscela verso il suo canale di iniezione, a contatto con l'ugello. Quest'ultimo è il componente terminale del cilindro di plastificazione, che permette l'iniezione del fuso all'interno dello stampo. Può essere munito di otturatore idraulico o pneumatico, per impedire la fuoriuscita del fuso durante la fase di plastificazione o, nel caso in cui dovesse venire lasciato a contatto del canale di iniezione, per eliminare la pressione residua applicata al materiale già iniettato. È necessario dimensionare in maniera corretta l'ugello al fine di non avere problemi durante il ciclo di stampaggio. Devono esserne dimensionati correttamente il diametro del foro, la lunghezza ed il raggio di curvatura. Il diametro del foro di uscita deve essere più piccolo del foro di ingresso dello stampo di circa il 20%, mentre la lunghezza può variare tra i 50mm ed i 300mm, ma è necessario limitarla in funzione del diametro dell'ugello per evitare eccessive cadute di pressione durante l'iniezione. Il raggio di curvatura dell'ugello deve essere minore di quello della cavità che lo ospita sullo stampo, per poter ottenere un buon accoppiamento dei fori.

Il processo di iniezione è nella pratica suddiviso in due fasi distinte di avanzamento progressivo della vite, le quali a loro volta possono essere ulteriormente divise in sottofasi, elaborando così dei profili di iniezione, per i quali sono tenuti sotto controllo l'avanzamento, la velocità di avanzamento

e la pressione a cui si sottopone il materiale iniettato. In generale, la prima fase prevede l'impostazione di una velocità limite ed una pressione limite, con la pressa che stabilisce autonomamente quali valori andare poi ad utilizzare per realizzare l'avanzamento del puntale voluto. Una volta superata la quota di avanzamento inizia la seconda fase, per la quale viene fissata la pressione e si lascia stabilire alla macchina la velocità. In ogni caso alla fine della seconda fase il puntale non arriva troppo vicino all'imbocco dell'ugello, lasciando quindi un cuscinetto di materiale nella zona di accumulo che non viene iniettato. Questo è utile per verificare l'integrità del puntale e della valvola di non riflusso, dato che a causa del movimento ripetitivo dell'anello si verifica l'erosione della superficie di alcune componenti della vite a contatto appunto con l'anello, portano a perdite nel bloccaggio del materiale durante la fase di iniezione. Tenendo sotto controllo il volume del cuscinetto durante il ciclo di lavoro quindi si stabilisce se corrisponde a quanto voluto e se è stabile, dato che, in caso contrario, sarà necessario verificare la presenza di eventuali perdite della valvola di non riflusso.

Tutto l'apparato di iniezione e di fusione descritto viene montato su delle guide che ne consentono la traslazione sempre in direzione orizzontale, in modo tale da permettere che l'ugello vada a contatto con il canale di iniezione dello stampo e che venga poi ritratto quando non necessario, separando così fisicamente lo stampo dal carro di iniezione. I movimenti del carro di iniezione vengono solitamente controllati da cilindri idraulici, i quali oltre ad attivarsi per avvicinare ed allontanare l'ugello al canale di iniezione dello stampo, entrano in pressione durante la fase di iniezione per contrastare la spinta generata dal materiale iniettato e mantenere così il posizionamento corretto. In alcune presse l'azionamento del carro di iniezione è elettrico, ma resta comunque consigliabile l'azionamento idraulico in quanto più sicuro.

La seconda unità fondamentale delle presse ad iniezione come già anticipato è l'unità di chiusura o serraggio, che ha il compito di mantenere chiuso lo stampo durante l'iniezione di materiale applicando una pressione nell'ordine delle tonnellate, in maniera tale da ottenere lo stampato con le specifiche dimensionali e meccaniche volute. I suoi componenti principali sono il portastampo fisso, quello mobile, il sistema di serraggio e la testa di reazione. Questa unità ospita quindi le due parti dello stampo, con la parte mobile che viene pressata contro la parte fissa durante l'iniezione e stampaggio della miscela polimerica per poi essere ritratta, rendendo possibile il prelievo del prodotto da parte del manipolatore o più semplicemente l'espulsione meccanica dello stampato dalla semicavità dello stampo. Il sistema di serraggio può essere realizzato con azionamento elettrico od idraulico, mentre esistono molte varianti tecnologiche relative alla conformazione dello stesso. Sistemi di bielle, ginocchiere o pistoni idraulici ad ogni modo spingono la parte mobile dello stampo appoggiandosi alla testa di reazione, un componente metallico di grandi dimensioni posto in fondo all'unità di chiusura che reagisce appunto alla forza applicata sullo stampo. La testa di reazione è scorrevole assialmente per regolare lo spessore dello stampo e permettere il completo stiramento del sistema di chiusura durante lo stampaggio. Nell'ambito dello stampaggio ad iniezione ci si riferisce alla forza di chiusura della pressa con il termine tonnellaggio, dato che la pressione sviluppabile

sullo stampo per mantenerlo serrato durante l'iniezione di materiale polimerico è misurata in tonnellate o Kilonewton (kN). Il tonnellaggio minimo di chiusura dello stampo necessario ad ottenere le specifiche volute nello stampato è calcolato moltiplicando la pressione media nello stampo sufficiente per uno stampaggio corretto per la superficie frontale dello stampo, ottenuta proiettando tutte le cavità delle impronte sulla sezione dello stampo all'altezza del piano divisorio tra parte fissa e parte mobile (8). La pressione media nello stampo dipende a sua volta dallo spessore del pezzo stampato, dalla viscosità della miscela polimerica allo stato fuso e dalla lunghezza del percorso che il flusso di materiale compie all'interno dello stampo.

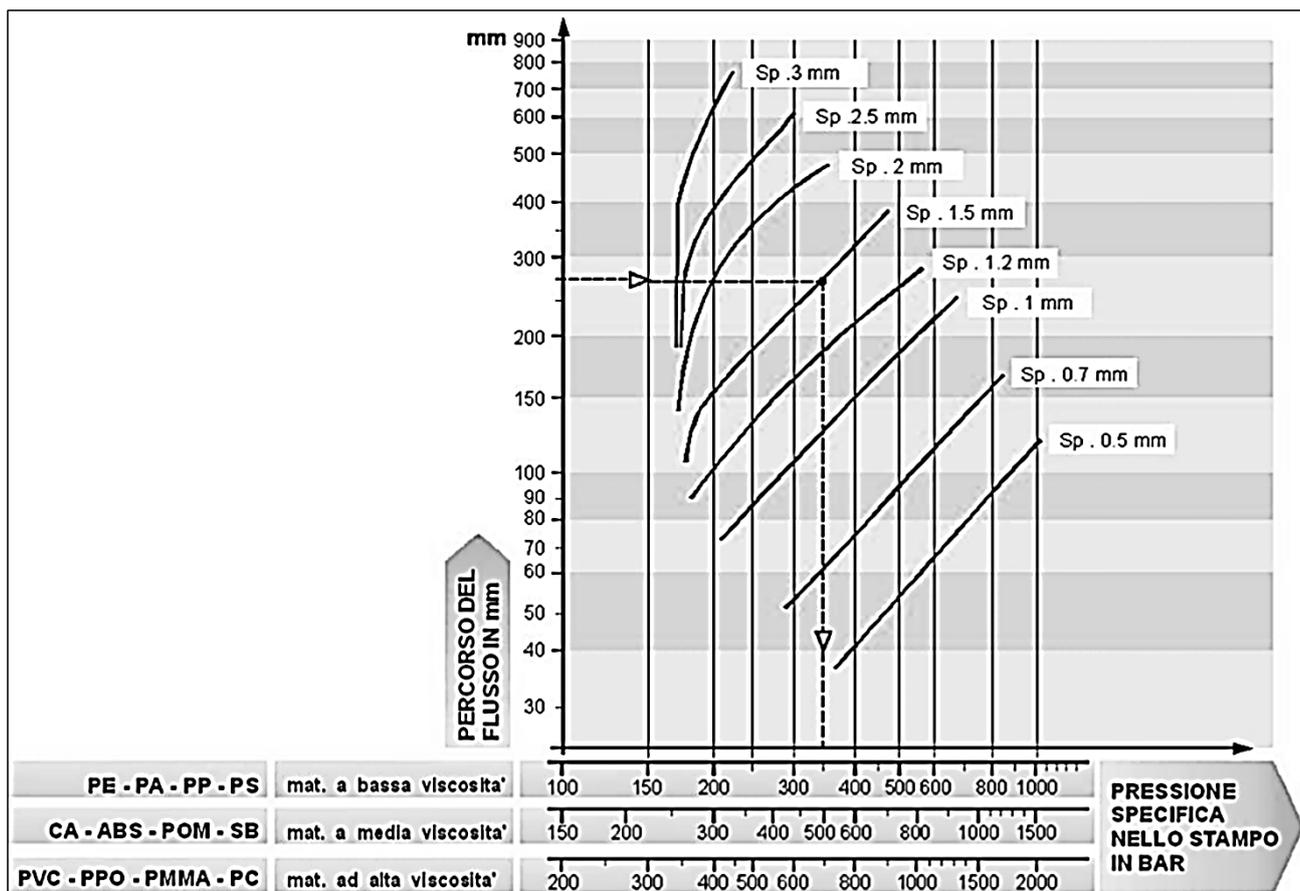
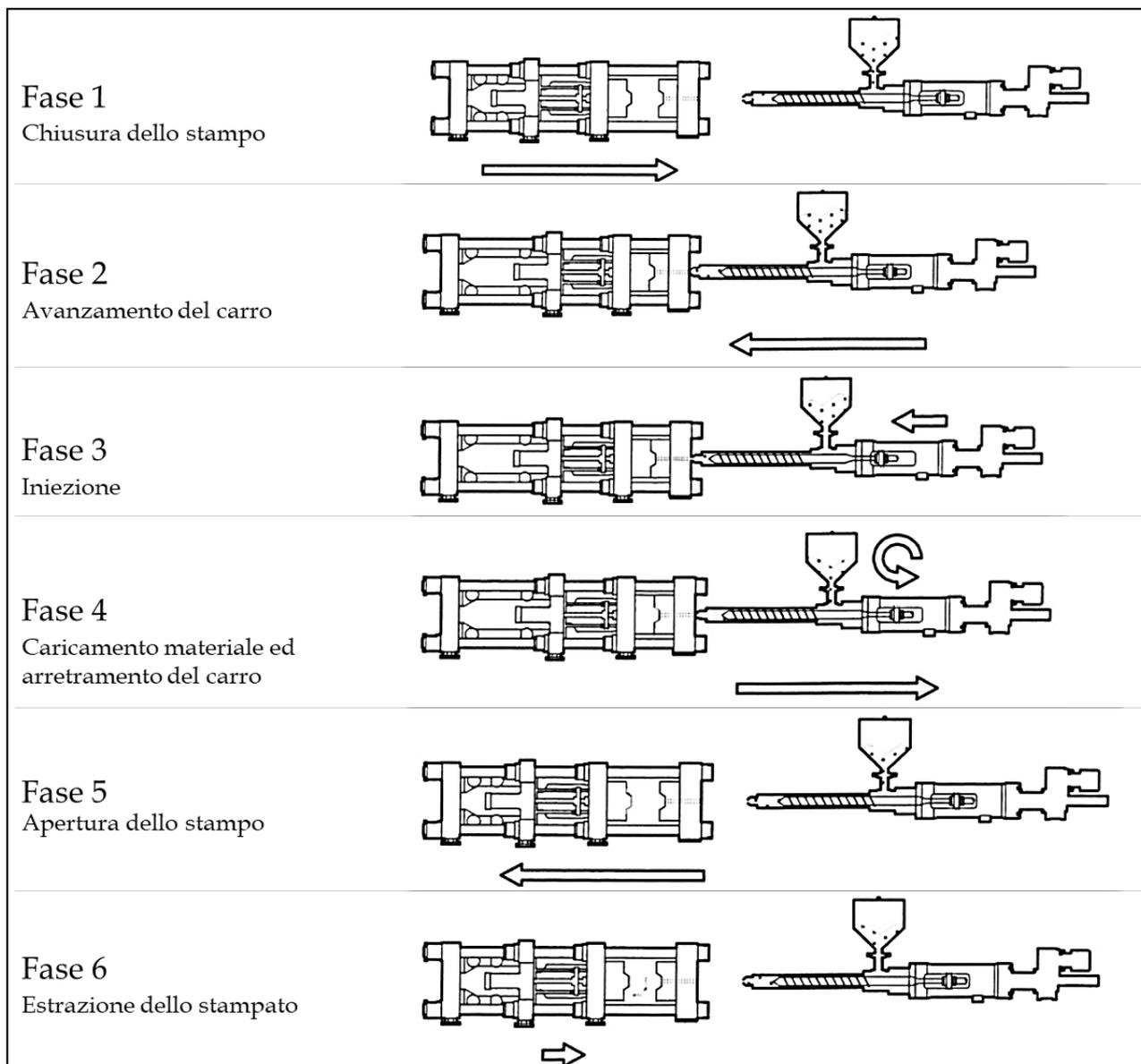


Diagramma 1 - Calcolo approssimativo della pressione media nello stampo

Dopo aver definito in generale le caratteristiche delle presse ad iniezione si può descrivere un ciclo completo di stampaggio. Nella prima fase del ciclo il sistema di serraggio avvicina i piani porta-stampo mobile e fisso portando alla chiusura dello stampo ed entra in tonnellaggio. La seconda fase prevede l'avanzamento del carro iniezione fino a portare l'ugello a contatto con il canale di iniezione dello stampo, mentre nella terza fase la vite di plastificazione avanza stimolando l'iniezione della miscela polimerica fusa nella cavità dello stampo. Nella fase quattro il carro iniezione arretra mentre la vite di plastificazione ruota per portare il materiale nella zona riscaldata del cilindro e contestualmente arretra, spinta dal materiale fuso che si accumula nella parte anteriore della camera di plastificazione. La quinta fase consiste nell'arretramento del piano mobile e conseguentemente nell'apertura dello stampo, mentre nella fase sei avviene l'estrazione del particolare stampato. In realtà, in

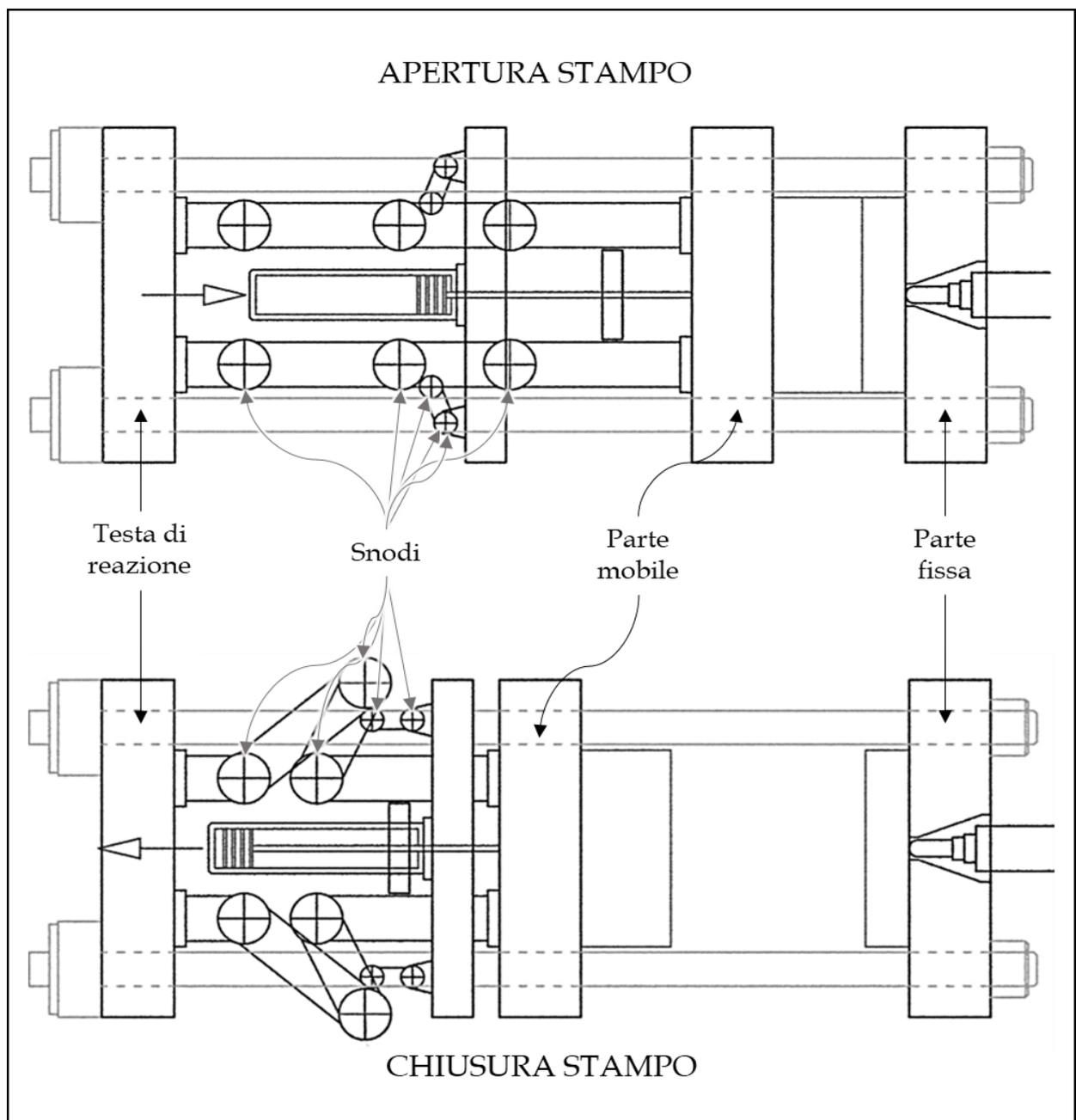
molti casi, il ciclo di stampaggio può differire da quello descritto per quanto riguarda i movimenti del carro iniezione, il quale, per evitare di perdere l'allineamento con il foro di iniezione dello stampo e per ridurre il tempo ciclo, una volta messo a contatto con la parte fissa della pressa e tarato per l'inizio dello stampaggio, resta in posizione per tutta la durata dei cicli lasciando che sia solo la vite di plastificazione al suo interno a muoversi. Ad ogni modo almeno a livello teorico il ciclo completo è quello descritto e rappresentato in *Figura 6*, ma può essere adattato alle necessità produttive.



*Figura 6 - Macro-fasi del processo di stampaggio ad iniezione*

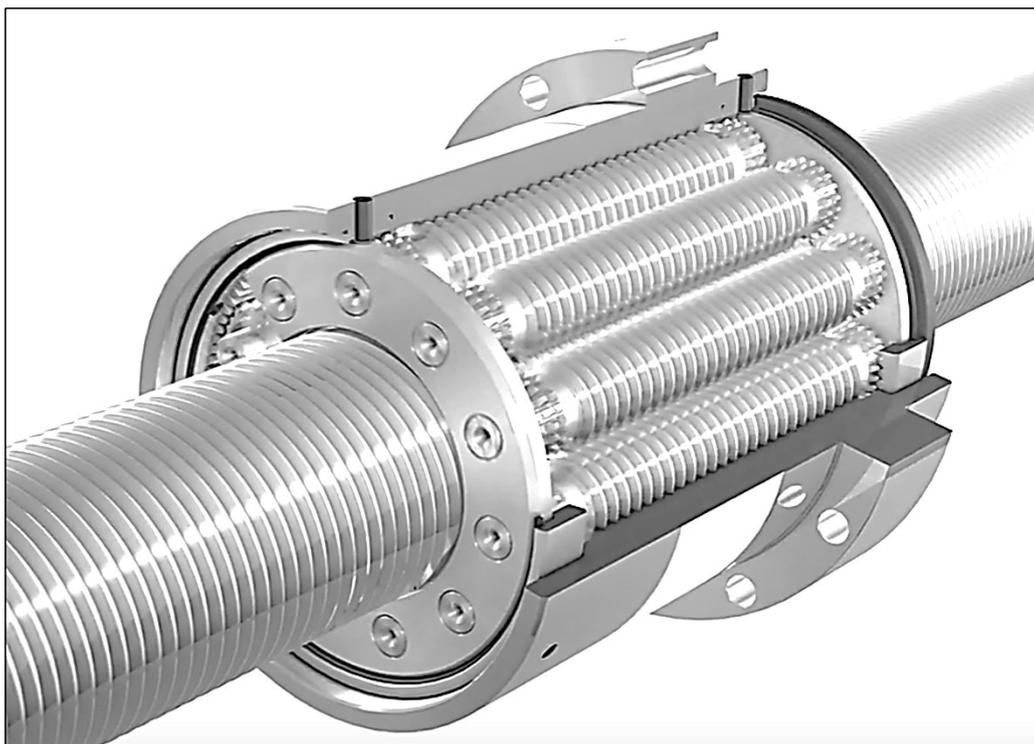
Per quanto riguarda il prodotto analizzato, come già spiegato nella *sezione 1.2* è stata scelta la pressa ad iniezione BMB eKW55PI/2200 HYBRID dotata di una forza massima di chiusura pari a 5500 kN. Il basamento è realizzato in acciaio termosaldato e su di esso poggiano l'unità di serraggio e l'unità di iniezione. Quest'ultima scorre su due colonne in acciaio ed è azionata da due cilindri idraulici in asse con il plastificatore, per garantirne l'allineamento con il canale di iniezione dello stampo. Anche il movimento di iniezione è azionato da un pistone idraulico, il quale fa parte, insieme ai due cilindri

che spostano il carro, di un unico impianto oleodinamico provvisto di accumulatori a sacca. L'impianto è alimentato da pompe voith direttamente accoppiate ad un motore elettrico, isolato dalla pressa tramite antivibranti. Allo spegnimento della pressa un'apposita elettrovalvola scarica l'olio pressurizzato in modo da non mantenere l'impianto in pressione. Il movimento di plastificazione, ovvero la rotazione della vite, è azionato tramite un servomotore torque brushless senza organi di trasmissione, con un rendimento quindi ottimizzato dal controllo diretto della vite. Questa ha un diametro di 65 mm e può raggiungere una velocità di rotazione di 300 giri al minuto. Il volume massimo di iniezione è di 1128 cm<sup>3</sup>, corrispondenti a circa 846 g di PP fuso. L'unità di chiusura è caratterizzata dal sistema di serraggio KW brevettato da BMB, il quale consiste in una doppia ginocchiera a 5 snodi, illustrata nei due posizionamenti possibili in *Figura 7*.



*Figura 7 - Rappresentazione schematica del sistema di serraggio KW con doppia ginocchiera a cinque snodi*

La testa di reazione può scorrere assialmente grazie a dei pattini lubrificati, per mezzo di un motore elettrico auto-frenante che comanda un riduttore ad ingranaggi, in modo da poter regolare lo spessore dello stampo e permettere lo stiramento delle colonne quando è attivo il meccanismo di alta pressione. Infatti, una volta regolata la posizione della testa di reazione, il sistema di controllo segnala al motore elettrico che aziona il meccanismo di chiusura di avvicinare il piano mobile al piano fisso. Una volta chiuso lo stampo la ginocchiera viene compressa e stira le colonne per generare il tonnellaggio desiderato per lo stampaggio. Il piano mobile scorre lungo quattro colonne in acciaio al nichel-cromo-molibdeno bonificate e protette da una cromatura, con il movimento azionato da motori elettrici servocontrollati raffreddati a liquido, che trasmettono l'impulso rotazionale a delle viti a rulli satelliti. Questa particolare tipologia di vite è caratterizzata da una robustezza superiore a quelle che prevedono il ricircolo di sfere, in quanto il numero di punti di contatto con le piste di chiocciola e vite è decisamente maggiore. Hanno un'alta affidabilità e possono raggiungere elevate velocità rotazionali, oltre a comportarsi ottimamente in applicazioni con frequenti cambi di direzione ed alte velocità lineari (10). La capacità di carico è elevata grazie all'ampia superficie su cui viene distribuita la forza, mentre grazie a corone dentate i rulli sono sincronizzati e viene eliminata la necessità di ricircolo. Una vite a rulli satelliti è rappresentata in *figura 8*.



*Figura 8 - Vite a rulli satelliti*

I movimenti delle altre parti mobili della pressa sono facilitati da viti a ricircolo di rulli, le quali permettono una elevata accuratezza di posizionamento grazie ad un passo particolarmente ridotto. Sono anch'esse caratterizzate da alte capacità di carico e robustezza, ma utilizzano un sistema di ricircolo dei rulli che quindi sono indipendenti, come nel caso delle viti a ricircolo di sfere. Oltre alle due unità principali di chiusura ed iniezione, la pressa è fornita di un impianto di lubrificazione

centralizzato, una cabina di potenza che alloggia il sistema di azionamento e controllo dei motori elettrici oltre all'impianto di comando delle termoresistenze. Al sistema elettronico è collegata una consolle di comando, costituita da una pulsantiera ed un monitor a colori, che consente di controllare i movimenti della pressa in modalità manuale o di far partire il ciclo automatizzato di stampaggio. Un impianto pneumatico progettato per funzionare ad una pressione di 8 bar serve ad alimentare gli attuatori pneumatici ed i soffi dello stampo, oltre agli otturatori pneumatici degli ugelli della camera calda dello stampo, la quale viene descritta più nel dettaglio nella *Sezione 2.3*. La pressa è infine dotata di un impianto di raffreddamento utilizzato per il raffreddamento dell'olio idraulico, per il cilindro di plastificazione, per la termoregolazione dei motori elettrici di azionamento dei movimenti e per il raffreddamento dello stampo. Quest'ultimo impianto prevede più punti di alimentazione per lo stampo, la portata di ognuno dei quali può essere regolata indipendentemente (4).

## **2.3 - Funzionamento dello stampo**

Lo stampo è un componente fondamentale per il processo produttivo analizzato, in quanto deve essere realizzato su misura per ogni articolo ed è utilizzato durante la fase fondamentale dello stampaggio ad iniezione, ovvero il momento in cui il pezzo assume la forma richiesta dalle specifiche e successivamente viene fatto solidificare tramite raffreddamento. Il processo di raffreddamento può dare luogo a ritiri del materiale, fuoriuscite di gas ed altri fenomeni che portano naturalmente a difetti nel prodotto se non gestiti in maniera efficace. Esistono svariate tipologie di stampi industriali, sia per quanto riguarda la tipologia di canali di iniezione e di scorrimento del materiale che in quanto a numero di cavità, sistemi di raffreddamento e meccanismi di eiezione dello stampato. Questo è dovuto proprio al fatto che ogni stampo deve essere realizzato in funzione dell'articolo che dovrà poi concorrere a produrre oltre che in funzione del processo produttivo, per cui viene adattato alle caratteristiche del materiale utilizzato, alle specifiche tecniche del prodotto ed alle disponibilità tecnologiche ed economiche dell'azienda che ne commissiona la realizzazione.

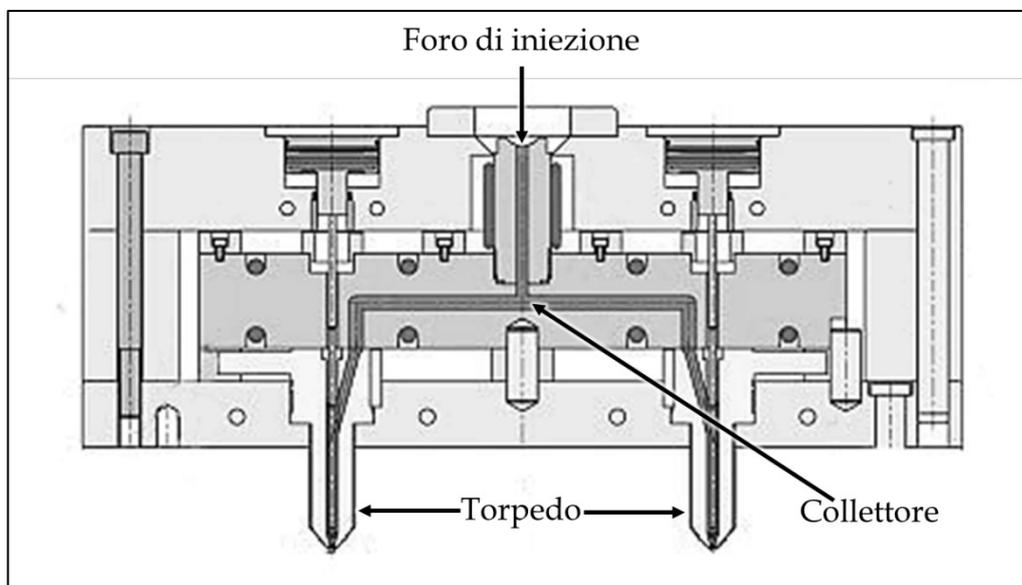
In generale gli stampi sono composti di due piastre le quali vengono fissate una sulla parte fissa ed una sulla parte mobile dell'unità di chiusura della pressa ad iniezione. Le due parti dello stampo che vanno a formare la cavità sono chiamate tasselli figura, e sono generalmente fissati sulle piastre portanti dette porta-tasselli. Nel caso in cui l'articolo stampato sia un contenitore o comunque un oggetto cavo, le due parti dello stampo possono essere differenziate tra il maschio, ovvero quella con il tassello figura di forma convessa, e la femmina, con il tassello figura di forma concava. Il posizionamento di maschio e femmina su parte mobile o parte fissa della pressa non è prestabilito in quanto dipende dalle caratteristiche di realizzazione del pezzo per il quale vengono realizzati. Per quanto riguarda invece il meccanismo di eiezione dello stampato, può essere utilizzato un sistema di perni di espulsione meccanici o, in alternativa, dei fori attraverso i quali viene insufflata aria compressa. Nel caso dei fori è comunque presente una componente meccanica in quanto durante l'iniezione devono rimanere ostruiti da dei semi-coni mantenuti in posizione da una molla, mentre nel

processo di eiezione l'aria compressa contrasta la forza della molla, spinge il semi-cono all'esterno del foro e fuoriesce nella cavità, per cui il pezzo viene spinto sia dal perno che dall'aria. Il sistema di raffreddamento degli stampi è sempre riconducibile ad un circuito attraverso il quale viene fatto scorrere un fluido, generalmente acqua. Possono essere predisposti più punti di ingresso e di uscita del fluido refrigerante, soprattutto nel caso di stampi a più cavità, in modo tale da gestire con più precisione il profilo termico di ogni zona dello stampo. Sui tasselli figura vengono ricavati degli incavi detti canali di sfiato che servono, durante la fase di iniezione, a consentire la fuoriuscita dalle cavità dei gas liberati dalla miscela polimerica fusa, i quali se intrappolati all'interno dello stampo portano alla formazione di bolle e bruciature sui pezzi stampati. Risulta importante il dimensionamento di questi condotti in quanto devono permettere l'eliminazione dei gas senza però consentire il passaggio del materiale iniettato. Frequentemente i gas scaricati ad alta pressione trasportano piccole impurità che possono aderire alla superficie dello stampo che attraversano, portando in alcuni casi all'ostruzione dei condotti di sfiato e nei casi peggiori al danneggiamento della finitura superficiale dello stampo. Se quest'ultimo non viene pulito regolarmente, il rischio si evolve da possibili difetti nei pezzi stampati ad un potenziale danneggiamento dello stampo stesso, il quale per essere riportato alle condizioni di lavoro necessita di una manutenzione prolungata, corrispondente ad un periodo di fermo macchina.

Risulta ad ogni modo chiara la suddivisione in due categorie di stampi, ovvero gli stampi a canali freddi e gli stampi a canali caldi (o camera calda). I primi sono i più semplici e consistono generalmente in due piastre, delle quali quella mantenuta fissa sulla pressa prevede un foro che deve essere messo a contatto con l'ugello durante l'iniezione per lasciare scorrere il materiale polimerico fuso attraverso il canale di iniezione fino alla cavità. La seconda piastra dello stampo viene pressata sulla prima in modo da intrappolare il fuso all'interno della cavità durante il raffreddamento. In seguito all'apertura dello stampo, un meccanismo consente l'espulsione del pezzo solidificato al quale però resta legata la materozza, ovvero il materiale polimerico rimasto nel canale di iniezione dopo il completo riempimento della cavità, anch'esso solidificatosi a causa del raffreddamento dello stampo. Questa tipologia di stampi è relativamente semplice ed economica da realizzare e non richiede molta manutenzione. Gli stampi a canali freddi sono montabili rapidamente e semplici da utilizzare, oltre a permettere frequenti cambi di colore o materiale in quanto ad ogni stampata viene espulso tutto il materiale presente all'interno dello stampo, idealmente senza lasciare residui nel canale di iniezione. La presenza della materozza però implica una quantità variabile di materiale di scarto che può superare anche la metà del peso totale della stampata. Gli scarti possono essere rimacinati e riutilizzati, almeno in linea teorica, ma questo prevede l'utilizzo di sistemi di riciclaggio ed in ogni caso rimacinando e ristampando il materiale più volte esiste il rischio che ne vengano compromesse le caratteristiche meccaniche ed estetiche a causa delle ripetute sollecitazioni alle quali viene sottoposto. Inoltre, la materozza costituisce un ingombro per i sistemi di movimentazione dei prodotti stampati e necessita di essere separata dal prodotto finale in un passaggio successivo allo stampaggio, complicando così la linea produttiva e facendo incrementare il tempo ciclo. Quest'ultimo può subire un

incremento anche in casi in cui il prodotto da stampare presenta pareti sottili che quindi richiedono brevi tempi di raffreddamento, mentre i condotti dello stampo risultano più spessi e per poter estrarre l'assieme pezzo-materozza è necessario attendere la completa solidificazione del materiale nei canali.

Gli stampi a canali caldi invece sono costituiti di tre componenti, ovvero le due piastre porta-tasselli e la camera calda. Quest'ultima è legata ad una delle due piastre e l'assieme è posto nella parte fissa dell'unità di serraggio della pressa. Il materiale polimerico fuso viene iniettato dall'ugello nella camera calda, all'interno della quale un collettore riscaldato da termoresistenze guida il flusso distribuendolo in maniera uniforme alle varie torpedo, ovvero degli ugelli a loro volta riscaldati che iniettano la miscela direttamente nelle cavità dello stampo. Un esempio di camera calda è rappresentato in *Figura 9*.



*Figura 9 - Rappresentazione schematica di una camera calda*

La temperatura all'interno della camera calda consente di mantenere il materiale nello stato di liquido visco-elastico senza che questo inizi la solidificazione lungo le pareti dei canali di iniezione e distribuzione alle cavità, evitando così la formazione della materozza. Le termoresistenze che scaldano il collettore e le torpedo sono controllate da una centralina a bordo macchina o dall'unità di governo della pressa sempre grazie ai segnali trasmessi dalle termocoppie che sondano la temperatura delle varie componenti della camera calda. Gli ugelli delle torpedo sono solitamente muniti di otturatori azionati pneumaticamente che interrompono il flusso di fuso una volta riempite le cavità dello stampo, separando così nettamente il pezzo che dopo la solidificazione presenta solamente una piccola irregolarità nel punto di iniezione. Questa tipologia di stampi permette di ridurre significativamente il tempo ciclo, in quanto il tempo di raffreddamento del materiale polimerico è più contenuto ed è possibile inserire automazioni nel processo di espulsione e manipolazione dello stampato in quanto viene eliminato l'ingombro della materozza. Inoltre, il sistema di canali caldi consente di mantenere stabile la temperatura ed il flusso del fuso, evitando perdite di pressione lungo il percorso verso le cavità che spesso comportano poi difetti negli stampati. Le principali

problematiche relative agli stampi a camera calda sono l'alto costo di realizzazione, la necessità di attività di manutenzione realizzata da specialisti, l'operatività complicata per via delle varie componenti da tenere sotto controllo e la difficoltà che subentra nel caso di frequenti cambi di colore o materiale, in quanto all'interno dei canali caldi resta sempre del materiale fuso delle stampate precedenti. Il costo degli stampi può essere parzialmente ridotto realizzando delle piastre porta-tasselli per articoli diversi compatibili con la stessa camera calda, la quale risulta la componente più costosa.

Gli stampi possono essere realizzati con differenti materiali, scelti in base alle necessità di produzione, alle caratteristiche del prodotto da stampare ed alle possibilità economiche dell'azienda che li commissiona. Risulta comunque importante utilizzare materiali che consentano rapide variazioni termiche e con buona resistenza alle sollecitazioni.

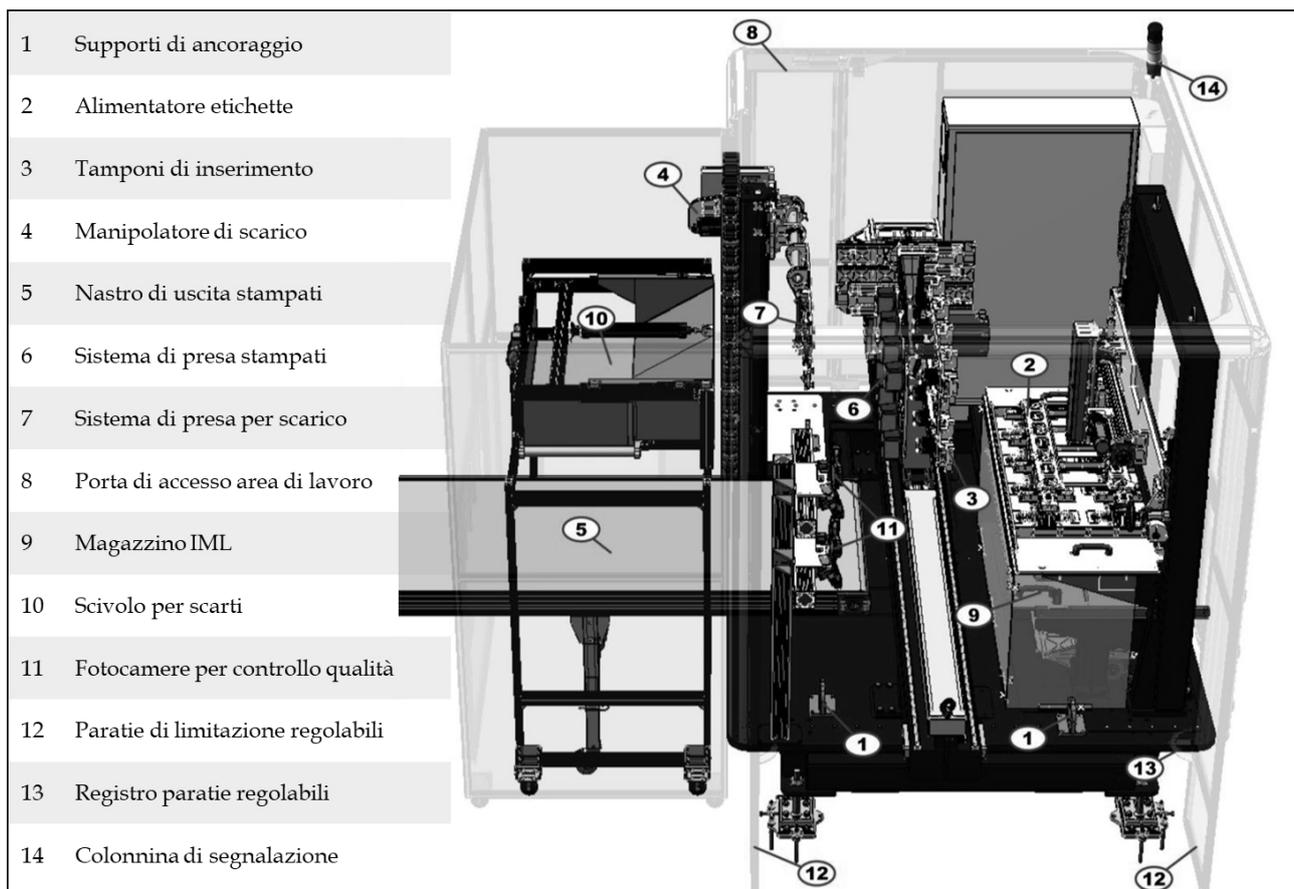
Nel caso del prodotto analizzato, è stata progettata una camera calda compatibile con più piastre porta-tasselli per le due tipologie di prodotto. Il sistema di eiezione è di tipo pneumatico e le piastre sono realizzate in acciaio bonificato inossidabile 1.2085, mentre per i tasselli figura è stato utilizzato un acciaio inossidabile temprato a 50 HRC Mirrax ESR. Sono inoltre presenti inserti in Ampcoloy 83, una superlega ad alto scambio termico con durezza a 40 HRC. Il sistema di controllo delle termoresistenze è integrato nella pressa ad iniezione, così come l'impianto pneumatico. La femmina dello stampo è fissata alla camera calda, in quanto al suo interno viene rilasciata l'etichetta in polipropilene dal manipolatore robotico e viene fatta aderire alle pareti grazie ad una scarica elettrostatica generata dal manipolatore. Il punto di iniezione si trova sul fondo della vaschetta, che corrisponde al centro geometrico delle cavità dello stampo, in modo tale che il materiale fuso iniettato ricopra l'etichetta ed al momento dello stampaggio questa resti all'esterno del contenitore.

## **2.4 - Funzionamento del robot manipolatore**

Per realizzare l'etichettatura dei pezzi stampati tramite la tecnologia In-Mold Labelling è necessario interfacciare la pressa ad iniezione con una macchina di asservimento automatizzato, in quanto oltre a prelevare i pezzi stampati quest'ultima deve occuparsi di inserire nelle cavità dello stampo le etichette, allineandole correttamente e facendole aderire alle pareti dei tasselli figura generando una carica elettrostatica. Le macchine incaricate di svolgere queste operazioni sono progettate appositamente per questo scopo, oltre ad essere adattate al particolare stampato grazie ad attrezzaggi realizzati su misura, per cui non è possibile descriverle senza entrare nel dettaglio di questa tipologia di lavorazione e del pezzo lavorato. Nel caso preso in analisi, come già anticipato nella *sezione 1.2*, è stato acquistato un robot cartesiano side-entry modello MODULA SM7CNA di Campetella Robotic Center, che oltre ad occuparsi del prelievo degli stampati e del posizionamento delle etichette IML esegue un controllo qualità di tipo visivo per poi effettuare una pallettizzazione verticale dei particolari che superano il controllo e riporre in posizione separata i pezzi scartati. La struttura dell'assieme è quindi composta dal robot cartesiano munito di attrezzaggio specifico su misura del particolare stampato da manipolare, alimentatore di etichette con relativo magazzino etichette ed

attrezzaggio specifico, manipolatore di scarico con attrezzaggio specifico, sistema di visione per controllo qualità e nastri trasportatori per particolari stampati e per scarti di produzione. I due convogliatori a nastro sono gli unici macchinari non forniti da Campetella, ma acquistati da MB Conveyors.

Nell'Appendice IV è rappresentato il layout della linea di produzione completa di pressa ad iniezione, stampo e robot cartesiano side-entry con relative quasi-macchine di asservimento e nastri trasportatori, mentre in *Figura 10* è riportata la struttura del robot.



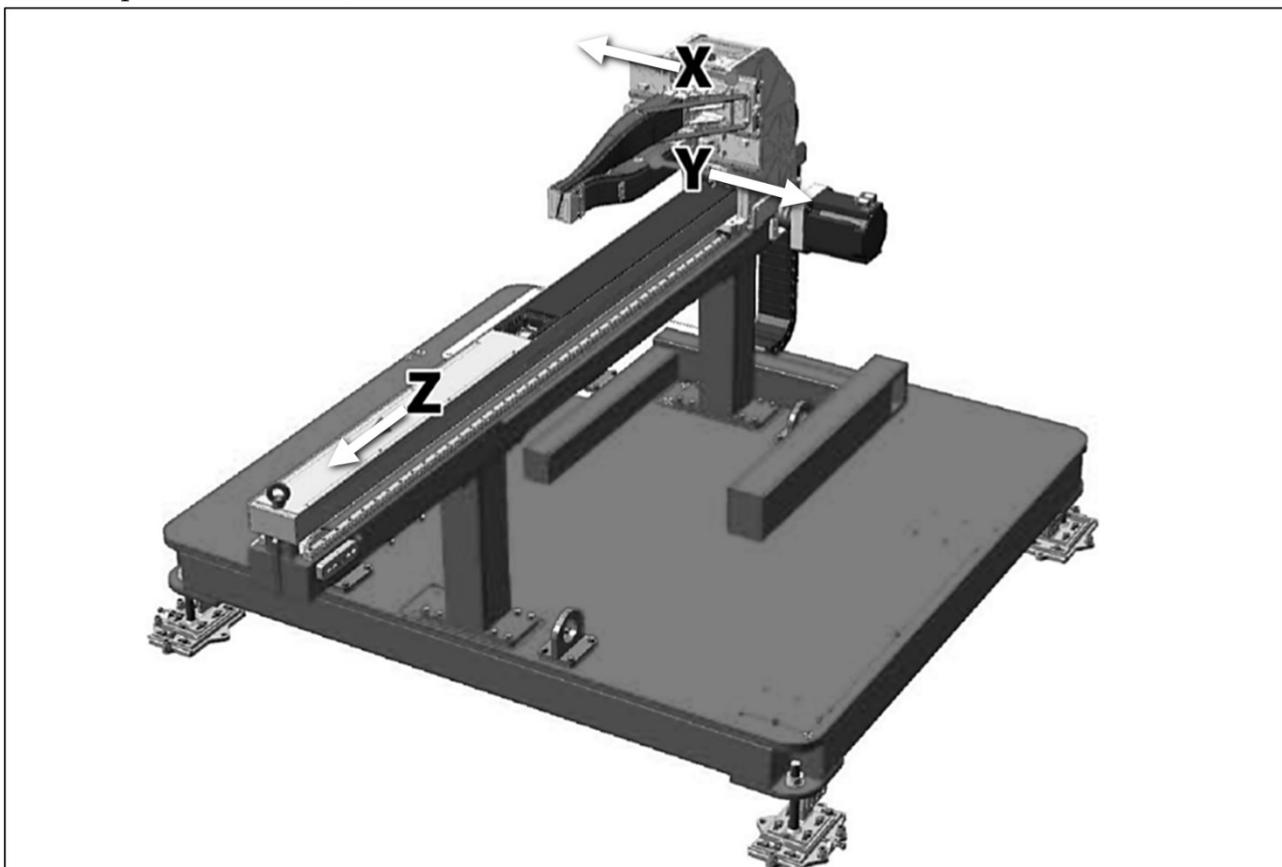
*Figura 10 – Rappresentazione tridimensionale della struttura della macchina di asservimento alla pressa ad iniezione*

Il robot MODULA SM7CNA e la pressa ad iniezione si interfacciano tramite standard EUROMAP 73, stabilito dal Comitato Europeo Costruttori Macchine per Materie Plastiche e Gomma per facilitare i collegamenti tra manipolatori e presse. Grazie ad un design modulare ed alla specificazione di quali segnali vengono trasmessi su quali contatti all'interno del connettore che collega le due macchine, viene garantito un sistema di produzione aperto, al quale possono essere facilmente aggiunti nuovi robot.

Il robot a struttura cartesiana, con tre gradi di libertà di traslazione, è caratterizzato da una elevata rigidità che si traduce in buona precisione e ripetibilità di posizionamento. Inoltre, per questa tipologia di struttura, la modellazione e la programmazione sono relativamente semplici, per cui il robot analizzato è programmato tramite linguaggio. La macchina è provvista di consolle portatili di comando, per la creazione, modifica e gestione del ciclo di lavoro. La connessione dati è del tipo

ethernet (11). L'unità di governo del robot controlla i movimenti degli assi, il sistema di visione e controllo qualità oltre ad i movimenti delle quasi-macchine che supportano il robot, ovvero il manipolatore di scarico, l'alimentatore etichette ed i nastri trasportatori.

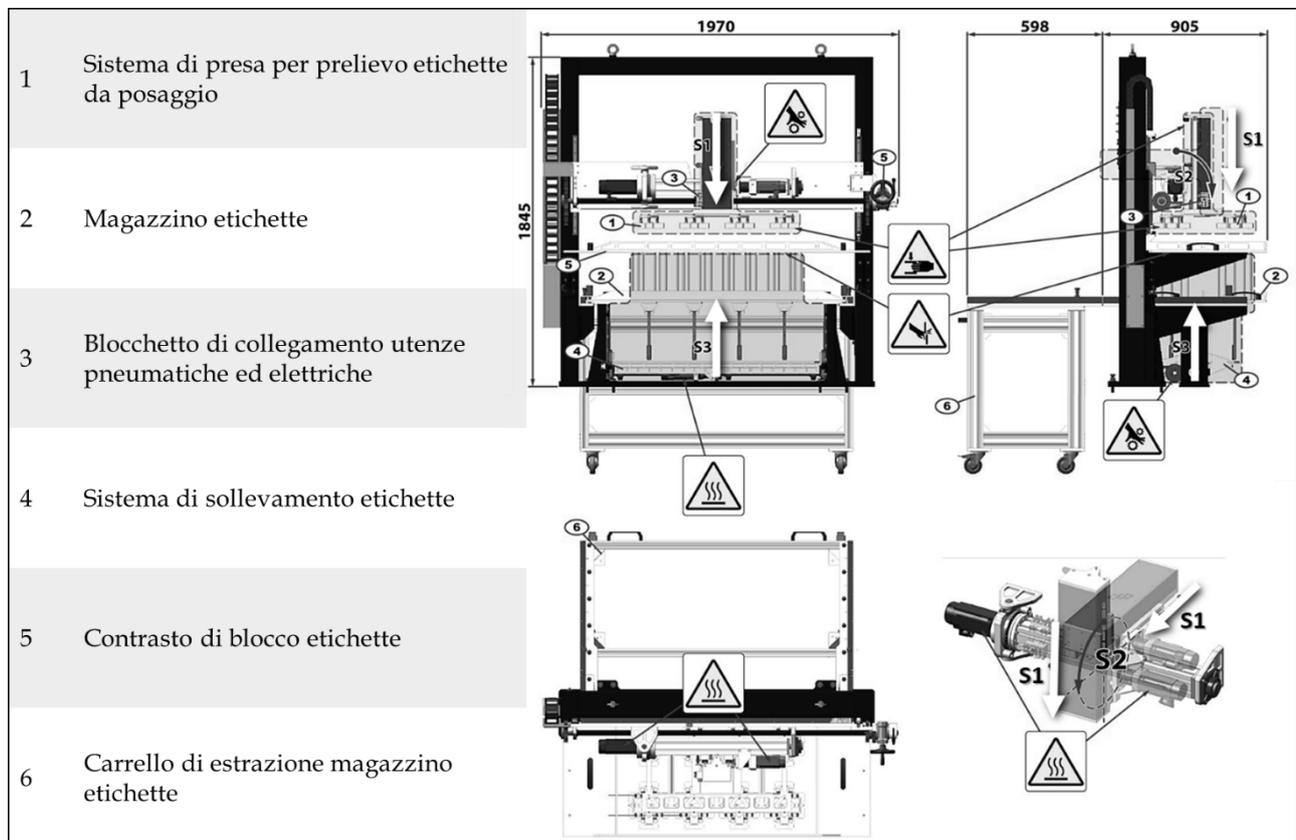
Tutti gli assi di movimento del MODULA SM7CNA, del manipolatore di scarico e dell'alimentatore etichette sono azionati tramite motori brushless, che garantiscono elevate precisione e ripetibilità di posizionamento, in questo caso di 0,1 mm (12), oltre a consentire alte velocità ed accelerazioni seppur con carichi limitati per evitare l'innescarsi di vibrazioni, con l'eccezione dell'asse di rotazione del manipolatore di scarico, azionato da un attuatore pneumatico. Gli assi scorrono su pattini autolubrificanti a ricircolo di sfere su guide prismatiche in acciaio temprato (12). La macchina è ancorata al terreno con un basamento realizzato in acciaio elettrosaldato, mentre le parti di movimento sono costruite in alluminio alto-resistenziale e fibra di carbonio, per ridurre al minimo le inerzie (12). L'asse centrale di carico/scarico del robot è rappresentata in *Figura 11*, con gli assi di movimento azionati da motori sincroni messi in evidenza. L'asse Z ha una corsa totale di 3,28 m e si muove ad una velocità massima di 5.000 mm/s con un'accelerazione massima di 20.000 mm/s<sup>2</sup>, mentre gli assi X ed Y hanno una corsa limitata a 0,4 m ed una velocità massima di 2.000 mm/s con accelerazione massima pari a 30.000 mm/s<sup>2</sup>.



*Figura 11 – Rappresentazione tridimensionale della struttura portante della macchina MODULA SM7CNA*

La quasi-macchina che si occupa dell'alimentazione etichette è invece movimentabile su tre assi, dei quali uno di rotazione. Un magazzino etichette di dimensioni specifiche per ogni prodotto e quindi sostituibile contiene i fogli in PP che vengono prelevati da un manipolatore. Questo poi ruota di 90°

per rendere poi disponibili le etichette al manipolatore centrale. Il magazzino etichette è montato su un carrello che ne consente l'estrazione per il rifornimento o la sostituzione. La struttura dell'alimentatore etichette completo di magazzino è rappresentata in *Figura 12*, con gli assi di movimento S1, S2 ed S3 messi in evidenza.



*Figura 12 - Rappresentazione della quasi-macchina utilizzata per l'alimentazione etichette IML*

Il manipolatore di scarico si occupa invece di prelevare gli stampati dall'asse principale del robot di riporli sul nastro trasportatore selezionato in base al risultato del controllo qualità operato tramite il sistema di visione. Questa quasi-macchina si muove su due assi, uno verticale ed uno rotazionale. Il primo è azionato da un motore brushless asincrono e si muove grazie ad una cinghia di trasporto, mentre il secondo ha una rotazione massima di 90° ed è azionato pneumaticamente. La struttura del manipolatore di scarico è illustrata nella *Figura 13*, con gli assi PLC e C messi in evidenza.

Il sistema di visione della macchina è composto da due telecamere che eseguono delle fotografie degli stampati quando questi vi transitano davanti. Le immagini vengono trasmesse all'unità di governo che le confronta con dei campioni archiviati nella sua memoria, stabilendo la conformità o non conformità alle specifiche dimensionali richieste, decidendo quindi il nastro indicato per il deposito dei pezzi e comunicando poi l'informazione al manipolatore di scarico, che si occupa della deposizione sul nastro trasportatore principale nel caso di conformità o sullo scivolo che porta al nastro dedicato agli scarti in caso di non conformità.

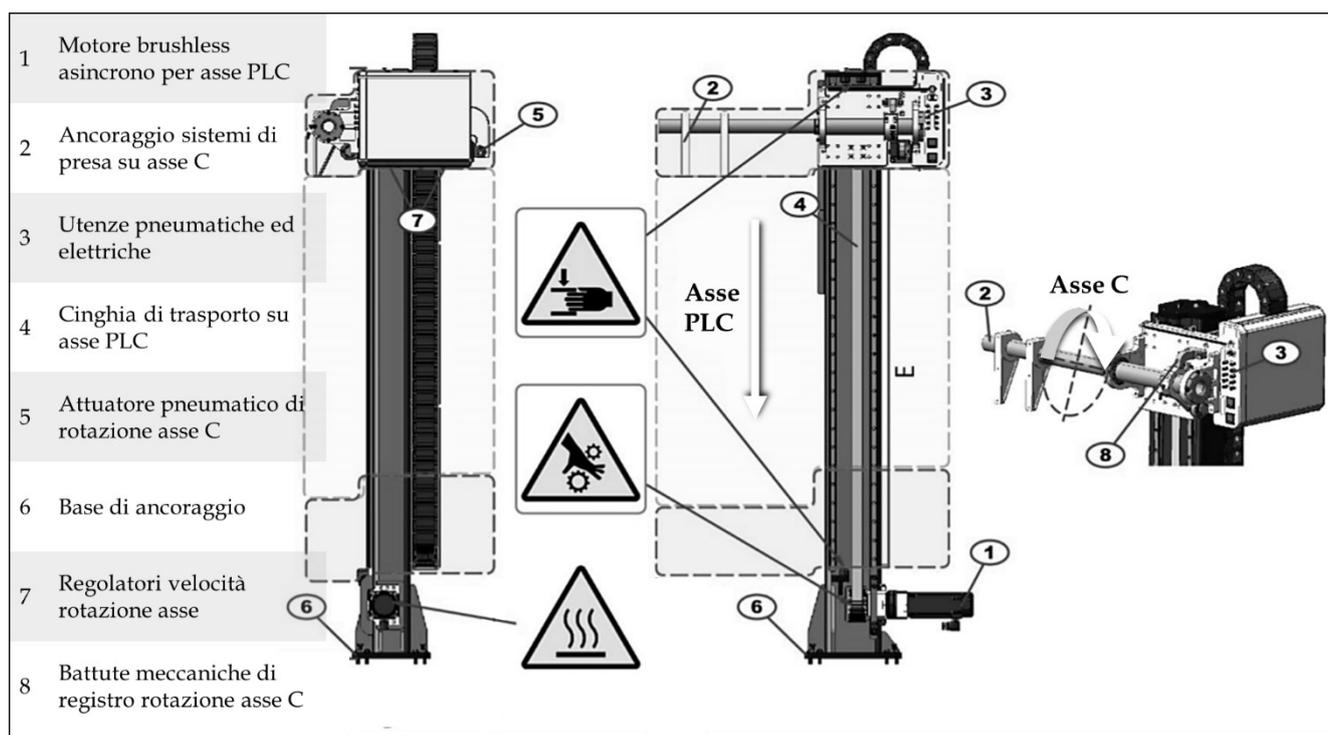


Figura 13 – Rappresentazione della quasi-macchina con funzione di manipolatore di scarico stampati

Per quanto riguarda invece gli organi di presa relativi alla macchina principale ed alle due quasi-macchine di asservimento vengono utilizzati degli attrezzaggi specifici per il prodotto in lavorazione, che vanno quindi sostituiti prima di iniziare lo stampaggio di un nuovo prodotto. Dato il carico limitato relativo ai prodotti a pareti sottili stampati in PP, sono utilizzati organi di presa a depressione, con forme e funzionamenti differenziati a seconda dell'operazione di movimentazione da compiere. L'organo di presa dell'alimentatore etichette preleva queste ultime dal magazzino mantenendole piane, mentre l'asse principale è munito di tamponi che grazie alla creazione del vuoto le fanno aderire alle pareti esterne, per poi rilasciarle all'interno delle cavità dello stampo. Al momento del rilascio, l'alimentatore etichette oltre ad interrompere il vuoto di trattenimento attiva un soffio di rilascio per facilitare la presa da parte dei tamponi. Il sistema di presa degli stampati è invece composto da ventose che trattengono i pezzi fino al prelievo di questi da parte del manipolatore di scarico, il quale è dotato di un organo di presa a depressione che si inserisce all'interno dei contenitori prima di attivare il vuoto di trattenimento. Un vacuostato digitale gestisce il funzionamento della linea del vuoto utilizzata dagli organi di presa, controllando che la pressione dell'aria sia compresa tra la soglia di disattivazione ( $S_1$ ) e la soglia di attivazione ( $S_2$ ). Infatti, in seguito all'accensione dell'impianto, la pressione cresce fino a  $S_1$ , quindi viene interrotta l'alimentazione del compressore fino al decremento della pressione a  $S_2$ , che innesca la riattivazione del compressore. In questo modo il sistema del vuoto mantiene l'aria ad una pressione approssimativamente costante, determinata dai valori assegnati a  $S_1$  e  $S_2$ . Le due soglie possono essere modificate manualmente agendo sul vacuostato. Una rappresentazione dell'andamento nel tempo della pressione controllata dal vacuostato digitale è riportata nel *Diagramma 2*. In *Figura 14* sono invece rappresentati in dettaglio gli attrezzaggi.

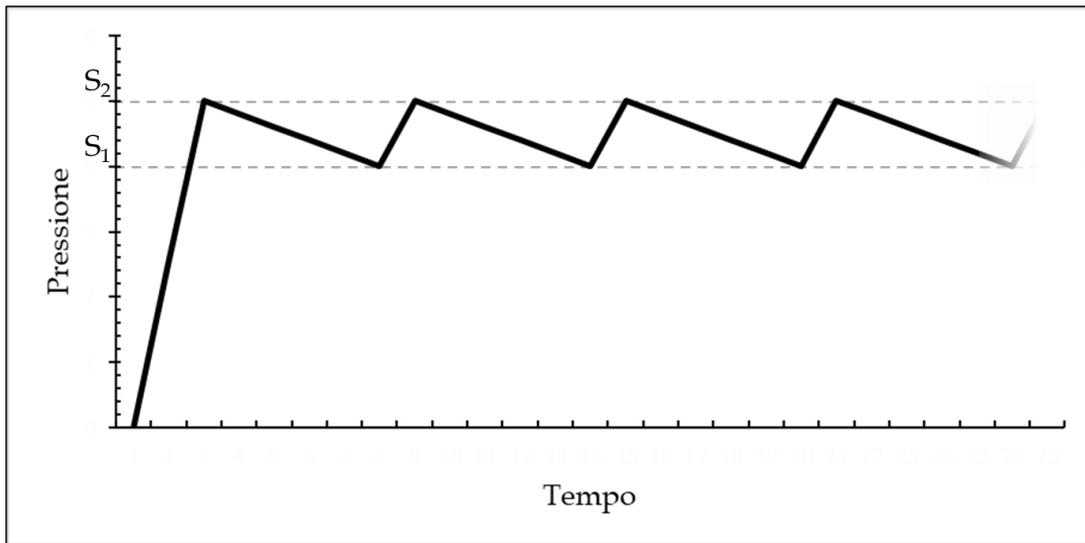


Diagramma 2 – Andamento della pressione dell'aria in funzione del tempo nel sistema di trattenimento pezzi

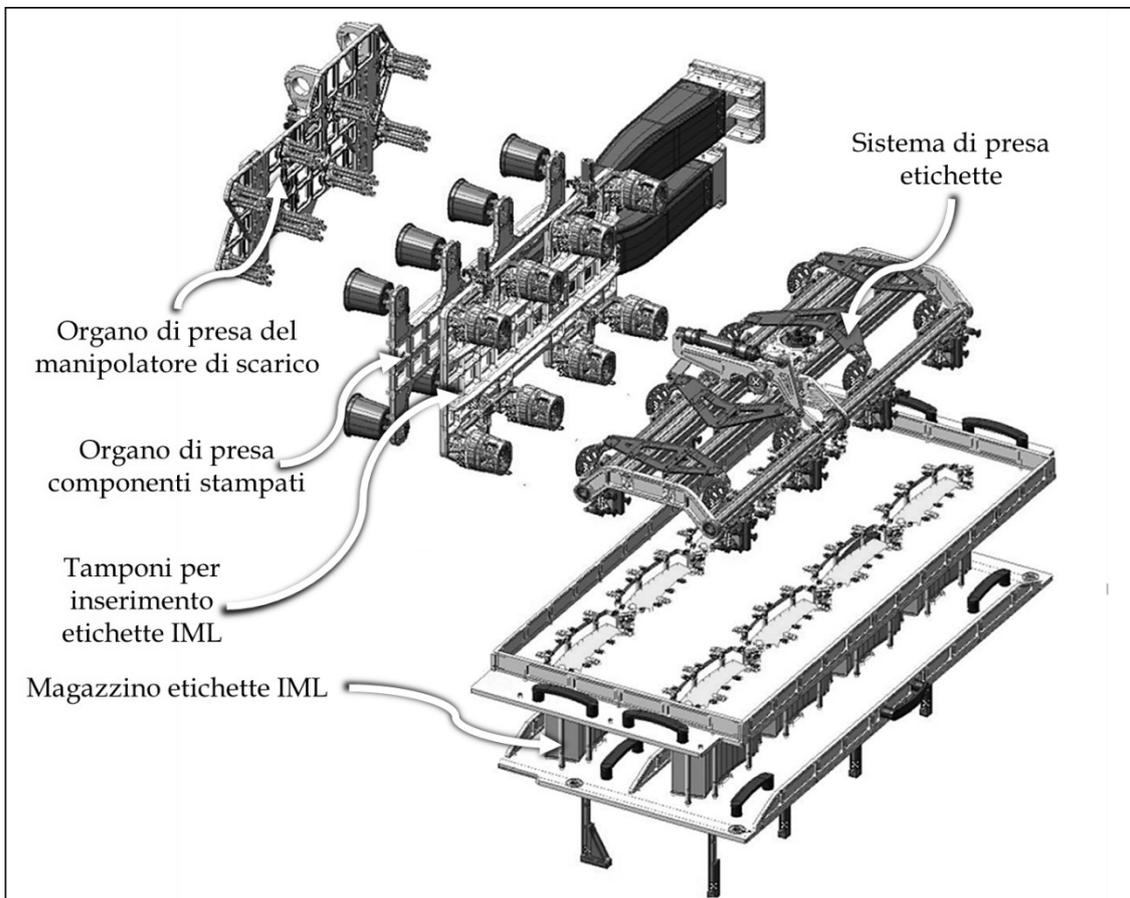


Figura 14 – Attrezzaggi utilizzati dalla macchina MODULA SM7CNA e dalle quasi-macchine con le quali collabora

Il ciclo di lavoro dell'insieme composto da macchina principale e quasi-macchine prevede più operazioni che hanno luogo contemporaneamente. Ad ogni modo si cerca di descriverlo analizzando i vari passaggi separatamente.

In primo luogo, avviene il prelievo delle etichette dal magazzino, processo suddividibile in più fasi. Per facilitare l'operazione, l'asse di sollevamento delle pile di etichette (asse S3) si alza portando i mazzi di etichette a contatto della piastra di contrasto (Riferimento 5 in Figura 12). Quindi l'organo di

presa dell'alimentatore, detto pinza di prelievo, si abbassa entrando nel posaggio di contenimento delle etichette, muovendosi lungo l'asse S1. Viene attivato il vuoto di trattenimento della pinza di prelievo e, per favorire la sfogliatura dei mazzi di etichette, l'asse S3 si abbassa di pochi millimetri. Il vacuostato verifica la pressione dell'aria nel circuito del vuoto per assicurare che le ventose stiano trattenendo le etichette, dopodiché la pinza di prelievo si alza lungo l'asse S1 tornando alla quota iniziale. Durante questo movimento l'asse S3 torna ad abbassarsi in posizione di attesa. A questo punto l'asse S2 provvede alla rotazione di 90° dell'organo di presa, in modo tale che questo raggiunga la posizione di deposito nella quale si interfaccia con la macchina centrale. Quindi l'asse Y del robot raggiunge la quota di prelievo ed in seguito attiva il vuoto di trattenimento del proprio organo di presa, costituito dai tamponi per le etichette. La pinza di prelievo disattiva il proprio vuoto ed attiva dei brevi soffi di rilascio. Rilasciate le etichette ai tamponi, l'asse S2 ruota nuovamente di 90° così si conclude il ciclo di lavoro della quasi-macchina.

Dopo aver prelevato le etichette, l'asse Z avanza portandole nella zona di lavoro della pressa ad iniezione, durante la fase del ciclo di lavoro nella quale lo stampo è aperto. L'asse Y movimentata quindi i tamponi che entrano nelle cavità dello stampo, con le etichette che vengono rilasciate dopo una breve attivazione del generatore di alta tensione con lo scopo di caricarle elettrostaticamente così da farle aderire alle pareti delle cavità, mentre l'asse X avvicina la pinza di prelievo dei particolari stampati a questi ultimi. Viene disattivato il vuoto di trattenimento dei tamponi e contemporaneamente si attiva il vuoto sulla pinza di prelievo dei particolari stampati, che vengono trattenuti dalle ventose. Gli assi X e Y arretrano tornando alla quota iniziale, estraendo contestualmente a ciò i particolari stampati dallo stampo ed i tamponi dalle cavità. In seguito, l'asse Z porta gli organi di presa al di fuori dell'area di lavoro della pressa ad iniezione, la quale riparte per il ciclo di stampaggio successivo. Quando l'asse Z raggiunge la quota designata per il controllo qualità, le telecamere fotografano i pezzi prelevati e comunicano con l'unità di governo, la quale stabilisce se si tratta di scarti o di prodotti conformi alle specifiche. Nel frattempo, l'asse Z prosegue il movimento fino ad arrestarsi al raggiungimento della quota di prelievo etichette e rilascio degli stampati. A questo punto l'asse Y si posiziona per ricevere le etichette, mentre l'asse X avanza per il passaggio dei pezzi stampati al manipolatore di scarico. La quasi-macchina raggiunge la quota di prelievo del particolare stampato trattenuto dalla macchina MODULA, quindi attiva il vuoto di trattenimento dell'organo di presa. Il robot centrale rilascia il pezzo disattivando il vuoto della pinza di prelievo, dopodiché l'asse X arretra sgombrando l'area di manovra della quasi-macchina. Questa ruota l'asse C di 90°, predisponendo il deposito dei particolari stampati. Quindi l'asse PLC raggiunge la quota di deposito, comunicata dall'unità di governo dipendentemente dal responso del controllo qualità. Nel caso in cui i pezzi siano considerati conformi alle specifiche l'asse PLC raggiunge la quota di deposito programmata e disattiva il sistema del vuoto dell'organo di presa, rilasciando gli stampati sul nastro trasportatore sottostante. Viene inoltre attivato un soffio di rilascio per velocizzare il distacco. Nel caso invece di non-conformità, l'asse PLC porta l'organo di presa alla quota zero, e dopo che lo scivolo di scarico è traslato fino a sotto i particolari prelevati, questi vengono rilasciati disattivando

il vuoto ed attivando il soffio di rilascio, per essere poi successivamente trasportati al di fuori dell'area di lavoro. L'asse C ruota nuovamente di 90° e l'asse PLC riporta l'organo di presa in posizione di attesa per il ciclo successivo.

Le tempistiche dei cicli di lavoro delle quasi-macchine sono controllate dall'unità di governo del robot principale, il quale come già detto si interfaccia con la pressa ad iniezione con un connettore standardizzato secondo EUROMAP 73, coordinando il proprio ciclo con quello di stampaggio.

## **2.5 – Sistema informativo aziendale**

Per rendere possibile la trasmissione e l'archiviazione di tutte le informazioni necessarie al corretto funzionamento dei processi aziendali, oltre a quelle utilizzate per analisi di performance e come base per gli strumenti decisionali, all'interno di Plastic Legno è stato sviluppato nel corso degli anni un sistema informativo con varie funzionalità che vanno ad interagire ed a coordinare vari aspetti dell'operatività dell'impresa. Tre server interconnessi, denominati Server 30, Server 11 e Server 12, costituiscono le fondamenta del sistema informativo, che collega tutti i computer appartenenti al dominio aziendale ad i sistemi di rilevazione e controllo dell'attività delle macchine legate alla produzione, in uno sforzo di digitalizzazione teso a realizzare il concetto di Industria 4.0. Il server 30 appartiene alla famiglia di macchine Application System/400 (AS/400) sviluppata da IBM per scopi gestionali, e lavora grazie al sistema operativo IBM System i. Su questo server è installato il software gestionale ERP Jgalileo, sviluppato da Sanmarco Informatica, un'azienda che offre servizi di consulenza a Plastic Legno e ne gestisce le tecnologie informative. Jgalileo è un Enterprise Resource Planning Software di tipo modulare, ovvero un programma implementabile gradualmente attraverso l'inserimento di moduli specifici relativi a diversi aspetti dell'organizzazione aziendale, come la produzione, l'amministrazione e finanza, la logistica, il controllo di gestione ed altri. Questa modularità lo rende scalabile nel tempo, permettendo di operare una graduale transizione verso la completa digitalizzazione dell'azienda nella quale viene implementato. Per l'impresa analizzata sono operativi i moduli di archiviazione documentale, di amministrazione e finanza, di controllo di gestione e diverse funzionalità relative alla produzione ed al magazzino. Tutti i dati relativi alle differenti funzioni aziendali sono in realtà interconnessi e vengono conservati nella base di dati dell'AS/400. I documenti interni sono automaticamente convertiti in file pdf ed inviabili per posta elettronica o stampabili. Il software ad ogni modo prevede l'inserimento manuale di una grossa mole di dati, soprattutto per quanto riguarda aspetti come la contabilità generale ed industriale ed il controllo di gestione, oltre alle varie caratteristiche dei prodotti realizzati come i cicli di lavorazione e le distinte base. Jgalileo consente l'integrazione del servizio Discovery XChange, sempre offerto da Sanmarco Informatica, relativo alla gestione della fatturazione elettronica. Infatti tutte le fatture registrate sul software ERP vengono automaticamente convertite in file XML (eXtensible Markup Language) con firma digitale autenticata, rispettando il formato standard della FatturaPA, per poi essere trasmesse sempre in automatico al Sistema di Interscambio (SdI), ovvero un sistema informatico gestito dall'Agenzia delle Entrate che si occupa di controllare la correttezza formale e la presenza di tutti i

dati necessari per le fatture ricevute, di trasmettere le fatture controllate alle amministrazioni destinarie ed agli uffici destinatari dei clienti, individuati tramite un codice identificativo univoco riportato nell'Indice delle Pubbliche Amministrazioni (13), di notificare la ricezione e l'accettazione delle fatture al mandante e di comunicare i dati alla Ragioneria Generale dello Stato ed all'Agenzia delle Entrate, la quale si interfaccia poi con le imprese per la Tax Compliance.

Il Server 12 invece opera su Windows ed ospita il Jmes, o Manufacturing Execution System, ovvero un sistema di dialogo tra i macchinari di produzione e l'AS/400 sul quale opera Jgalileo. Il Jmes raccoglie ed elabora i dati di produzione per poi trasmetterli al software ERP. Il reparto produttivo infatti è interamente cablato per consentire il dialogo tra macchine e sistema informativo attraverso la connessione Ethernet. Ogni macchina è dotata di una scheda di interfaccia PLC (Programmable Logic Controller), che interpreta, seguendo le istruzioni impostate, gli impulsi elettronici generati dalla macchina o dai sensori legati al controllo della produzione, per poi elaborarli e trasmetterli al Jmes. Grazie a dei terminali di interfaccia HMI (Human Machine Interface), nel caso di Plastic Legno in forma di tablet, vengono dichiarati i dati di avanzamento della produzione dagli operai di turno, mentre dei terminali di stampa permettono la realizzazione in automatico delle etichette di scatole e pedane, con tutti i dati di tracciabilità relativi al lotto di produzione riportati al loro interno. Ad ogni stampa di etichetta viene creato un lotto di produzione, definito da data, turno e numero di scatola progressivo nell'ambito della giornata e del prodotto. Alla creazione del lotto questo viene registrato a magazzino lotti su Jgalileo, sul quale in contemporanea vengono registrati a magazzino i pezzi nella scatola ed i prelievi da magazzino di tutti gli articoli definiti dalla distinta base del particolare prodotto. Vengono inoltre memorizzati i tempi trascorsi tra lo stampaggio di due etichette, che alla fine della giornata lavorativa sono accorpati per essere registrati su Jgalileo tra i movimenti tempo, con data, quantità prodotta e relativo valore economico. Risulta importante precisare a riguardo dei movimenti tempo che la giornata lavorativa termina alle ore 06:00 del giorno successivo, coincidente con la fine del turno iniziato alle ore 22:00 e con l'inizio del primo turno della nuova giornata lavorativa. Oltre alla raccolta dati, il Jmes permette di monitorare in tempo reale lo stato della produzione grazie ad Andon interattivi o attraverso l'accesso al software da un computer connesso alla rete aziendale.

Il server 11 opera su Windows e costituisce il server di dominio, che controlla l'accesso alla rete aziendale che comprende anche gli altri due server. In base alle autorizzazioni impostate stabilisce per ogni utente registrato quali sono le cartelle ed i programmi ai quali ha accesso. Si presenta inoltre come archivio relativo alle cartelle condivise e private salvate sulla rete aziendale, oltre ad aver assolto precedentemente alla funzione di archivio di posta, prima del passaggio ad Office 365 e quindi alla gestione in Cloud della casella di posta di Plastic Legno. Data l'assenza di un tecnico informatico dipendente, la gestione del sistema informativo dipende esclusivamente dai servizi di consulenza esterna forniti da Sanmarco Informatica, quindi le autorizzazioni concesse agli impiegati sono generalmente abbastanza ampie da permettere l'installazione autonoma di programmi esterni a quelli

preinstallati nella rete aziendale, incrementando così il rischio di infezione del sistema da parte di malware oltre a generici rischi di danneggiamento involontario della base di dati e della struttura software dell'ERP e del MES legati alla conoscenza limitata del funzionamento del sistema da parte degli impiegati.

## **2.6 - Organizzazione della produzione**

Il processo di produzione effettiva viene organizzato e gestito attraverso la collaborazione di vari dipartimenti aziendali, quali l'ufficio vendite, l'ufficio acquisti, la gestione risorse umane, l'ufficio qualità, il controllo di gestione e l'ufficio logistico. In generale, il numero di operai addetti alla produzione è variabile in funzione delle esigenze produttive di ogni dato periodo, mentre i nove capi-turno ruotano con turni di otto ore, con tre di loro sempre presenti a supervisionare i macchinari di competenza. Si occupano inoltre di effettuare tutti gli avviamenti di produzione, nel caso di interruzione dello stampaggio durante i fine settimana o nel caso di cambi stampo e conseguente spegnimento e riaccensione delle macchine. Rispondono alle chiamate degli operai relative a problemi tecnici durante il normale processo di produzione e si dedicano alle regolazioni dei parametri di stampaggio delle presse, oltre a svolgere tutte le operazioni di cambio attrezzaggio per i manipolatori, di cambio magazzino etichette per l'IML e varie manutenzioni che non richiedono l'intervento di tecnici specializzati delle aziende fornitrici dei macchinari. Un supervisore dei capi-turno si occupa delle problematiche che questi ultimi non possono risolvere autonomamente. In aggiunta ad i capi-turno, in orario d'ufficio sono presenti tre addetti agli stampi, che gestiscono l'officina stampi e si occupano delle operazioni di manutenzione e di regolazione degli stampi, oltre che dei cambi stampo. Un addetto agli imballaggi si occupa dell'operatività dei forni a termoretrazione e delle nastratrici una volta completati i pallet di produzione. Oltre agli operai a bordo macchina, a turni due addetti all'impianto di distribuzione della materia prima si occupano di riempire i silos con i sacchi di materiale polimerico in forma granulare acquistati dai fornitori, oltre ad operare il macchinario per la macinatura degli scarti di lavorazione recuperabili. Nei turni durante i quali non è presente questa figura, il compito di alimentazione dei silos è assolto dai capi-turno, i quali però si limitano ad integrazioni parziali e non al riempimento completo.

Il processo di produzione parte dall'ufficio vendite, che riceve gli ordini di acquisto da parte dei clienti. In molti casi si tratta di ordini chiusi, per i quali viene stabilita la quantità di pezzi richiesta, il prezzo e la data di consegna, ma alcuni ordini vengono lasciati aperti per poter essere modificati in relazione all'andamento della domanda. La maggior parte degli ordini da parte dei clienti coprono i fabbisogni di lunghi periodi, per cui nonostante venga indicata una data finale di consegna bisogna provvedere ad una fornitura graduale, che deve essere coordinata tra gli uffici di vendite, logistica ed i clienti stessi. Una volta raccolti gli ordini relativi ad un periodo di tempo circoscritto e confrontati con le disponibilità a magazzino, l'ufficio vendite si occupa della preparazione di un programma di produzione per ogni macchina in stabilimento, definito piano macchina. Nel caso in cui l'ordine di un cliente richieda una nuova referenza, deve essere generato un nuovo codice

articolo sul software ERP, corredato della relativa distinta base, pallettizzazione e ciclo di produzione. Con pallettizzazione si intende il tipo di imballaggio a cui verrà sottoposto l'articolo, il numero di pezzi che compongono una scatola (collo) con la disposizione interna dei particolari stampati ed il numero di colli che compongono una pedana (pallet) con relativa disposizione delle scatole. Per quanto riguarda invece il ciclo di produzione, è importante definirne uno per ogni stampo utilizzato, in quanto si tratta di una serie di informazioni che contribuiscono alla programmazione dei PLC affinché siano in grado di interpretare correttamente gli impulsi ricevuti dalla macchina sulla quale è installato. Il ciclo di produzione consiste del numero di macchina con relativo tonnellaggio, il codice stampo, il numero di cavità dello stampo, il codice articolo ed il codice ciclo. Per ogni ordine d'acquisto di un cliente viene quindi registrato sul software ERP un ordine di vendita che riporta le stesse informazioni.

Prima di passare alla produzione effettiva è però necessario preparare tutta la documentazione relativa alle istruzioni di lavorazione, alle caratteristiche del prodotto, al sistema di controllo qualità ed alla tracciabilità dei lotti, oltre a verificare la disponibilità della materia prima richiesta per lo stampaggio dei pezzi e dei materiali di imballaggio. L'approvvigionamento di materia prima ed imballaggi è gestito dall'ufficio acquisti sia nel caso di contratti di fornitura stipulati per acquisti ripetitivi di materiali per grandi commesse che per gli ordini singoli. Il software ERP dispone di un modulo di pianificazione dei fabbisogni (MRP) che attualmente non viene utilizzato a causa della scarsa precisione ed affidabilità degli ordini ricevuti dai clienti, come ad esempio gli ordini su base annuale che indicano un'unica data di consegna ma che in realtà corrispondono a decine di consegne da effettuare nel corso dell'anno. Risulta quindi necessario gestire gli ordini di acquisto facendo affidamento su dei forecast settimanali elaborati in collaborazione con i clienti, che generalmente si dimostrano abbastanza precisi su finestre temporali inferiori a due mesi ma che devono essere continuamente aggiornati per poter essere utilizzati come riferimento. I forecast nascono infatti da un'analisi delle richieste di fornitura a breve termine dei clienti che vanno comparate con la capacità produttiva e la disponibilità a magazzino per essere tradotte in richieste di produzione. Per quanto riguarda invece la documentazione, vengono preparate otto schede destinate ad essere compilate in momenti diversi per tenere sotto controllo vari aspetti del processo produttivo. La scheda prodotto, riportata nell'*Appendice V*, è un documento che riporta tutte le caratteristiche del pezzo sia per quanto riguarda dimensioni ed aspetto che per le caratteristiche tecniche e le informazioni logistiche. Generalmente viene redatto solo per essere fornito al cliente a scopo informativo, a volte viene lasciato anche all'operaio addetto alla macchina insieme alla scheda istruzioni. La scheda di produzione presenta invece solo il codice articolo e le informazioni relative alle materie prime utilizzate per produrre il particolare, in quanto il resto deve essere compilato alla fine di ogni turno di produzione riportando il numero di stampate, le scatole completate ed il numero di pezzi che figurano come rimanenze ed andranno utilizzati per la composizione della prima scatola del turno successivo. Un esempio di scheda di produzione è riportato nell'*Appendice VI*. Questo documento va consegnato in amministrazione al termine di ogni giornata lavorativa, in quanto i dati di produzione devono

essere registrati sull'ERP. Una volta registrata, ogni scheda va archiviata e conservata per almeno due anni in quanto costituisce la fonte dell'informazione registrata sul software ed è importante in termini di tracciabilità e di trasparenza. La scheda istruzioni è un riferimento per gli operai che si occupano di scaricare ed inscatolare i pezzi prodotti da una macchina, con varie fotografie ed indicazioni tecniche per un primo controllo qualitativo e per il corretto stivamento all'interno dei contenitori predisposti. In genere i contenitori alimentari prodotti vengono impilati in pilotti di altezza predeterminata ed inseriti in un sacco di nylon, a sua volta già alloggiato in una scatola in cartone. Viene deciso in precedenza sia il numero di contenitori che formano pilotto che il numero di pilotti per scatola. Sulla scheda istruzioni viene inoltre indicato come interagire con i sistemi HMI del Jmes e come riportare i dati di produzione e tracciabilità sui documenti interessati. La scheda pedana (Figura 15) costituisce una controprova dell'informazione riportata sulla scheda di produzione a riguardo del numero di scatole completate nella giornata di lavoro. Risulta precompilata con le caratteristiche di base del prodotto quali nome, codice articolo, codice cliente, composizione e pallettizzazione, mentre deve essere completata segnalando il numero di colli completati durante ogni turno di produzione. Anche questo documento viene consegnato all'amministrazione al termine di ogni giornata di lavoro per essere registrato ed archiviato insieme al report di produzione. Sono riportati quattro turni, così come nel caso della scheda di produzione, in quanto in alcune occasioni si passa a turni di sei ore per non dover alternare i giorni di impiego degli operai, ma in condizioni normali si lavora su tre turni e vengono quindi compilate solamente le sezioni relative a questi.

	<b>NOME_PRODOTTO</b> <b>COD. CLT ##### NOME_CLIENTE</b>		CODICE INTERNO #####	Mod. PRD - 25/1																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
	<b>NOME_SCATOLA cod. ##### misure ##x##x###</b> <b>TIPO_CHIUSURA (INDICAZIONI AGGIUNTIVE)</b>		MATERIALE XXXXX ##% XXXXX ##%	<b>DATA :</b>																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
	NOME_SACCO ## PILOTTI X ## (N.### PZ/SC) ## SC SU PD. EPAL TOTALE PD #####																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
<b>TURNO : 1°</b> N° PROGRESSIVO SCATOLA <table border="1"> <tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td></tr> <tr><td>5</td><td>6</td><td>7</td><td>8</td></tr> <tr><td>9</td><td>10</td><td>11</td><td>12</td></tr> <tr><td>13</td><td>14</td><td>15</td><td>16</td></tr> <tr><td>17</td><td>18</td><td>19</td><td>20</td></tr> <tr><td>21</td><td>22</td><td>23</td><td>24</td></tr> <tr><td>25</td><td>26</td><td>27</td><td>28</td></tr> <tr><td>29</td><td>30</td><td>31</td><td>32</td></tr> <tr><td>33</td><td>34</td><td>35</td><td>36</td></tr> <tr><td>37</td><td>38</td><td>39</td><td>40</td></tr> <tr><td>41</td><td>42</td><td>43</td><td>44</td></tr> <tr><td>45</td><td>46</td><td>47</td><td>48</td></tr> <tr><td>49</td><td>50</td><td>51</td><td>52</td></tr> <tr><td>53</td><td>54</td><td>55</td><td>56</td></tr> <tr><td>57</td><td>58</td><td>59</td><td>60</td></tr> <tr><td>61</td><td>62</td><td>63</td><td>64</td></tr> <tr><td>65</td><td>66</td><td>67</td><td>68</td></tr> <tr><td>69</td><td>70</td><td>71</td><td>72</td></tr> <tr><td>73</td><td>74</td><td>75</td><td>76</td></tr> </table> <b>FIRMA</b>	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	<b>TURNO : 2°</b> N° PROGRESSIVO SCATOLA <table border="1"> <tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td></tr> <tr><td>5</td><td>6</td><td>7</td><td>8</td></tr> <tr><td>9</td><td>10</td><td>11</td><td>12</td></tr> <tr><td>13</td><td>14</td><td>15</td><td>16</td></tr> <tr><td>17</td><td>18</td><td>19</td><td>20</td></tr> <tr><td>21</td><td>22</td><td>23</td><td>24</td></tr> <tr><td>25</td><td>26</td><td>27</td><td>28</td></tr> <tr><td>29</td><td>30</td><td>31</td><td>32</td></tr> <tr><td>33</td><td>34</td><td>35</td><td>36</td></tr> <tr><td>37</td><td>38</td><td>39</td><td>40</td></tr> <tr><td>41</td><td>42</td><td>43</td><td>44</td></tr> <tr><td>45</td><td>46</td><td>47</td><td>48</td></tr> <tr><td>49</td><td>50</td><td>51</td><td>52</td></tr> <tr><td>53</td><td>54</td><td>55</td><td>56</td></tr> <tr><td>57</td><td>58</td><td>59</td><td>60</td></tr> <tr><td>61</td><td>62</td><td>63</td><td>64</td></tr> <tr><td>65</td><td>66</td><td>67</td><td>68</td></tr> <tr><td>69</td><td>70</td><td>71</td><td>72</td></tr> <tr><td>73</td><td>74</td><td>75</td><td>76</td></tr> </table> <b>FIRMA</b>	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	<b>TURNO : 3°</b> N° PROGRESSIVO SCATOLA <table border="1"> <tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td></tr> <tr><td>5</td><td>6</td><td>7</td><td>8</td></tr> <tr><td>9</td><td>10</td><td>11</td><td>12</td></tr> <tr><td>13</td><td>14</td><td>15</td><td>16</td></tr> <tr><td>17</td><td>18</td><td>19</td><td>20</td></tr> <tr><td>21</td><td>22</td><td>23</td><td>24</td></tr> <tr><td>25</td><td>26</td><td>27</td><td>28</td></tr> <tr><td>29</td><td>30</td><td>31</td><td>32</td></tr> <tr><td>33</td><td>34</td><td>35</td><td>36</td></tr> <tr><td>37</td><td>38</td><td>39</td><td>40</td></tr> <tr><td>41</td><td>42</td><td>43</td><td>44</td></tr> <tr><td>45</td><td>46</td><td>47</td><td>48</td></tr> <tr><td>49</td><td>50</td><td>51</td><td>52</td></tr> <tr><td>53</td><td>54</td><td>55</td><td>56</td></tr> <tr><td>57</td><td>58</td><td>59</td><td>60</td></tr> <tr><td>61</td><td>62</td><td>63</td><td>64</td></tr> <tr><td>65</td><td>66</td><td>67</td><td>68</td></tr> <tr><td>69</td><td>70</td><td>71</td><td>72</td></tr> <tr><td>73</td><td>74</td><td>75</td><td>76</td></tr> </table> <b>FIRMA</b>	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	<b>TURNO : 4°</b> N° PROGRESSIVO SCATOLA <table border="1"> <tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td></tr> <tr><td>5</td><td>6</td><td>7</td><td>8</td></tr> <tr><td>9</td><td>10</td><td>11</td><td>12</td></tr> <tr><td>13</td><td>14</td><td>15</td><td>16</td></tr> <tr><td>17</td><td>18</td><td>19</td><td>20</td></tr> <tr><td>21</td><td>22</td><td>23</td><td>24</td></tr> <tr><td>25</td><td>26</td><td>27</td><td>28</td></tr> <tr><td>29</td><td>30</td><td>31</td><td>32</td></tr> <tr><td>33</td><td>34</td><td>35</td><td>36</td></tr> <tr><td>37</td><td>38</td><td>39</td><td>40</td></tr> <tr><td>41</td><td>42</td><td>43</td><td>44</td></tr> <tr><td>45</td><td>46</td><td>47</td><td>48</td></tr> <tr><td>49</td><td>50</td><td>51</td><td>52</td></tr> <tr><td>53</td><td>54</td><td>55</td><td>56</td></tr> <tr><td>57</td><td>58</td><td>59</td><td>60</td></tr> <tr><td>61</td><td>62</td><td>63</td><td>64</td></tr> <tr><td>65</td><td>66</td><td>67</td><td>68</td></tr> <tr><td>69</td><td>70</td><td>71</td><td>72</td></tr> <tr><td>73</td><td>74</td><td>75</td><td>76</td></tr> </table> <b>FIRMA</b>	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76
1	2	3	4																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
5	6	7	8																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
9	10	11	12																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
13	14	15	16																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
17	18	19	20																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
21	22	23	24																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
25	26	27	28																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
29	30	31	32																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
33	34	35	36																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
37	38	39	40																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
41	42	43	44																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
45	46	47	48																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
49	50	51	52																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
53	54	55	56																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
57	58	59	60																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
61	62	63	64																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
65	66	67	68																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
69	70	71	72																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
73	74	75	76																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
1	2	3	4																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
5	6	7	8																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
9	10	11	12																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
13	14	15	16																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
17	18	19	20																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
21	22	23	24																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
25	26	27	28																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
29	30	31	32																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
33	34	35	36																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
37	38	39	40																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
41	42	43	44																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
45	46	47	48																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
49	50	51	52																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
53	54	55	56																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
57	58	59	60																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
61	62	63	64																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
65	66	67	68																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
69	70	71	72																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
73	74	75	76																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
1	2	3	4																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
5	6	7	8																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
9	10	11	12																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
13	14	15	16																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
17	18	19	20																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
21	22	23	24																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
25	26	27	28																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
29	30	31	32																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
33	34	35	36																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
37	38	39	40																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
41	42	43	44																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
45	46	47	48																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
49	50	51	52																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
53	54	55	56																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
57	58	59	60																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
61	62	63	64																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
65	66	67	68																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
69	70	71	72																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
73	74	75	76																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
1	2	3	4																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
5	6	7	8																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
9	10	11	12																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
13	14	15	16																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
17	18	19	20																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
21	22	23	24																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
25	26	27	28																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
29	30	31	32																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
33	34	35	36																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
37	38	39	40																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
41	42	43	44																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
45	46	47	48																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
49	50	51	52																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
53	54	55	56																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
57	58	59	60																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
61	62	63	64																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
65	66	67	68																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
69	70	71	72																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
73	74	75	76																																																																																																																																																																																																																																																																																																																

Figura 15 - Formato standard della scheda pedana

La scheda di pallettizzazione viene adattata al numero di colli che viene stabilito debba contenere una pedana, risulta precompilata con le caratteristiche di base dell'articolo e va completata con le informazioni relative alle scatole che compongono la pedana, quali data e turno di chiusura della scatola e matricola identificativa della stessa. Questo documento viene quindi attaccato all'esterno della pedana completa, per poi essere staccato e portato in ufficio spedizioni al momento del caricamento sul mezzo di trasporto diretto al cliente. I dati che riporta vengono registrati su Jgalileo per procedere alla creazione della bolla o documento di trasporto, al quale viene allegato per poi essere archiviato per dieci anni in quanto allegato ad un documento fiscale. Attualmente è in corso la transizione verso la digitalizzazione di questo processo, con l'etichetta delle pedane stampata dal Jmes che comprende già le informazioni di composizione e presenta un codice a barre scannerizzabile al momento del caricamento sul veicolo di trasporto che trasferisce automaticamente i dati su Jgalileo e genera la bolla. La scheda di pallettizzazione, allegata in *Appendice VII*, continua comunque ad essere utilizzata per verificare il corretto funzionamento del sistema automatizzato, almeno durante la fase di transizione. La scheda riepilogo pallet, riportata in *Appendice VIII*, presenta le stesse informazioni di quella di pallettizzazione senza però le matricole delle scatole, ma viene utilizzata in quanto è stampata a colori con l'immagine delle etichette dell'articolo prodotto ed attaccata su entrambi i lati della pedana per facilitare l'individuazione delle merci corrette da parte dei carrellisti. Sulla scheda di avviamento vengono invece indicate le informazioni di base del prodotto, le informazioni di pallettizzazione ed il numero identificativo della macchina utilizzata per stamparlo, mentre prima di iniziare la produzione viene compilata con il numero dell'ordine di produzione e la relativa quantità di pezzi da produrre, generato dall'ufficio vendite. Viene quindi attaccata alla macchina alla quale è riferita e compilata seguendo l'avanzamento della produzione, per essere poi consegnata all'amministrazione al raggiungimento della quantità di pezzi richiesta ed essere controllata per verificare l'effettiva correttezza dei calcoli riportati. Viene poi archiviata in un dossier gestito dal reparto qualità. Un esempio di scheda di avviamento è rappresentato in *Appendice IX*. Nel caso di un prodotto stampato con decorazione realizzata in IML, si aggiunge alle schede già descritte la scheda lotto etichette IML, la quale presenta solamente nome e descrizione dell'articolo stampato, codice del particolare stampato, codice articolo dell'etichetta e nome del fornitore di etichette. Questo documento viene anch'esso attaccato alla macchina durante la produzione e viene compilato riportando le informazioni sui lotti di etichette utilizzati, per poi essere consegnato agli addetti di qualità insieme alla scheda di avviamento.

Dopo aver preparato tutta la documentazione necessaria viene quindi generato un ordine di produzione e preparata la postazione di lavoro dell'operaio addetto alla macchina con la scheda istruzioni e le schede da compilare. Viene effettuato l'avviamento da un capo-turno ed ogni operaio prima di iniziare il proprio turno effettua il login sul Jmes utilizzando il tablet a bordo macchina, aprendo l'ordine di produzione riportato sulla scheda di avviamento. Al completamento di ogni scatola dichiara al sistema la chiusura e viene stampata automaticamente un'etichetta con la matricola e le informazioni di tracciabilità dei pezzi. L'operaio compila tutta la documentazione richiesta ed a fine

turno effettua il logout dal Jmes, lasciando il posto all'addetto che copre il turno successivo, fino al completamento dell'ordine di produzione. In alcuni casi, quando le etichette fornite sono in quantità leggermente superiore a quella dichiarata nella fornitura e risultano quindi in eccesso rispetto a quelle necessarie per completare l'ordine di produzione, viene proseguita la produzione fino all'esaurimento della fornitura. I colli in eccesso realizzati possono essere immagazzinati per ordini futuri o più spesso vengono venduti al cliente che accetta piccole sovrapproduzioni.

## **2.7 – Logistica**

Lo stabilimento di produzione di Plastic Legno è adiacente al magazzino, dove vengono conservati i pallet completi destinati ad essere inviati ai clienti in un secondo momento ed i sacchi di materia prima polimerica, collocati in prossimità dei silos che alimentano il sistema di distribuzione alle macchine. I carichi di materia prima, comprese le pedane vuote, sono gestiti dall'ufficio spedizioni che, all'arrivo del vettore di trasporto in stabilimento, riceve il documento di consegna ed informa i carrellisti circa la natura del carico e conseguentemente definisce la zona di deposito. Dopo aver scaricato i materiali, il carrellista è incaricato di effettuare un conteggio della merce per compilare un buono di scarico che, consegnato all'ufficio spedizioni, permette di comparare la quantità scaricata con quella riportata sul documento di consegna. Una volta confermata la quantità, viene accettata la consegna ed il carrellista deposita a magazzino i materiali scaricati, mentre l'ufficio acquisti registra sul software ERP il ricevimento descritto sul documento di consegna, indipendentemente dal fatto che questo corrisponda o non corrisponda all'ordine di acquisto emesso in precedenza. Nel caso dei ricevimenti di sacchi di materiale polimerico in forma granulare, per ogni lotto viene prelevato un campione di poche decine di grammi di granuli che è poi archiviato dall'ufficio qualità per eventuali controlli successivi, solitamente effettuati in seguito a contestazioni sul prodotto finito.

Durante i periodi di funzionamento del reparto produttivo, le pedane vuote sono trasportate dai carrellisti in zone di accumulo in prossimità dei macchinari per essere prelevate singolarmente dagli operai addetti alla produzione, che le portano a bordo macchina. Dal momento che, come già detto nella sezione precedente, ogni articolo ha la pallettizzazione definita nel ciclo di produzione, al raggiungimento del numero di colli che completano una pedana il Jmes stampa automaticamente due etichette pedana, che vengono inserite tra due scatole senza essere incollate. Quindi l'operaio sposta la pedana completa in una zona di accumulo. A questo punto l'addetto all'imballaggio si occupa di portare la pedana presso la macchina nastratrice e provvede ad avvolgere i colli in un rivestimento in nylon. Una volta completato l'imballaggio attacca le due etichette pedana su due facce opposte del pallet, insieme alla scheda riepilogo pallet ed alla scheda di pallettizzazione. I carrellisti sono incaricati di prelevare le pedane imballate ed etichettate per disporle a magazzino, il quale è diviso in zone destinate a differenti classi di prodotti. In genere le pedane non stazionano a magazzino per periodi superiori ai tre giorni, ma in alcuni casi relativi ad ordini di quantitativi importanti si cerca di produrre in anticipo per poter soddisfare le richieste dei clienti senza ritardi nella fornitura. Idealmente il magazzino è gestito con logica FIFO (First In First Out) ma, dato lo spazio limitato e la

recente crescita aziendale in termini sia di volumi di produzione che di referenze prodotte, non viene utilizzata una metodologia standardizzata di tracciamento delle pedane depositate, per cui ci si affida all'esperienza dei carrellisti per gestirne i flussi di deposito e prelievo.

L'ufficio logistico si occupa dell'organizzazione dei trasporti di prodotto finito verso il cliente e di eventuali ritiri di campioni o materiali presso i fornitori. In generale il venerdì riceve dall'ufficio vendite le informazioni sulle consegne che vanno effettuate la settimana successiva, ma in molti casi vengono presentate richieste di consegne a breve termine che vanno gestite immediatamente. In base ai volumi ed alle destinazioni delle spedizioni richieste viene elaborato un piano di consegne relativo alle tipologie di mezzi di trasporto utilizzati ed a eventuali accorpamenti di ordini di diversi clienti per ridurre il più possibile i costi unitari di trasporto. Plastic Legno collabora con quattro vettori principali per consegne su tutto il territorio italiano, ma non è vincolata da contratti specifici per cui per ogni spedizione vengono richiesti dal responsabile logistico più preventivi. Si conosce già indicativamente la fascia di prezzo sulla quale si collocano i servizi delle diverse aziende di trasporti, ma a seconda della disponibilità, del preavviso, del mezzo utilizzato e nel caso di nuovi clienti il prezzo può variare anche in misura importante, oltre ad essere in molti casi negoziabile. Viene quindi effettuata una richiesta formale per posta elettronica comunicando solamente la data di spedizione ed il comune di destinazione, alla quale i trasportatori rispondono con una conferma di costo. In caso di disponibilità a procedere si comunicano al vettore selezionato le informazioni relative alla località di spedizione ed il cliente destinatario, quindi si conferma il servizio. Oltre a questi vettori esterni all'azienda, Plastic Legno ha a disposizione un autista che guida un bilico di proprietà della società capogruppo Sunino Spa, che si occupa delle consegne dirette ad uno dei clienti principali ma che in alcuni casi può essere incaricato di effettuare consegne per le quali non si è riusciti a trovare un accordo con i vettori esterni. Per alcuni clienti la consegna avviene in più fasi in quanto, per far fronte alla bassa disponibilità di spazio del magazzino adiacente allo stabilimento Plastic Legno e per ridurre i tempi di consegna, ci si appoggia ad un hub logistico in sud Italia dove vengono immagazzinate temporaneamente le merci destinate a clienti nell'area di servizio dell'hub.

Contestualmente all'avvicinarsi del momento in cui avviene il ritiro della merce da spedire l'ufficio spedizioni prepara un buono di carico che consegna ai carrellisti. Il buono di carico riporta le informazioni relative al cliente destinatario, il codice articolo richiesto, la quantità di pezzi ed il vettore di trasporto. I carrellisti predispongono nella zona di carico le pedane necessarie ed all'arrivo del veicolo di trasporto consegnano all'ufficio spedizioni le schede pallettizzazione che staccano dai pallet. Queste vengono consultate per la creazione della bolla su Jgalileo, che poi viene stampata in varie copie per essere affidata all'autista incaricato della consegna e per essere archiviata. Nel caso di problemi insorti durante il viaggio verso il cliente che condizionino i tempi di consegna, il vettore informa il responsabile logistico di Plastic Legno che si mette in contatto con il cliente per elaborare delle soluzioni alternative a quanto stabilito in precedenza. All'arrivo del carico presso il cliente viene effettuata un'ispezione, in seguito alla quale viene comunicata l'accettazione della merce o una

segnalazione di non conformità diretta all'ufficio qualità, generalmente accompagnata dal reso delle pedane interessate. Nel caso di reso è sempre l'ufficio logistico ad occuparsi delle modalità di trasporto accordandosi con i vettori esterni.

Il responsabile logistico si occupa inoltre della gestione dei rifiuti recuperabili, in particolare di legno, plastica, carta e cartone. Il legno solitamente è derivato dal danneggiamento delle pedane, mentre i rifiuti in materiale plastico sono costituiti da sacchi ed imballi della materia prima utilizzata. Per il recupero di questi rifiuti ci si rivolge ad aziende specializzate che vengono contattate per un carico. Il veicolo di trasporto viene riempito e pesato prima di ripartire, con le informazioni su ogni carico che vengono riportate su un apposito registro cartaceo.

## Capitolo 3 – Sistema di gestione della qualità

In una azienda specializzata nella produzione di imballi alimentari come è Plastic Legno, il sistema di gestione della qualità è preposto al controllo di differenti aspetti dell'operatività aziendale, che vanno dalle iniziative di verifica effettiva del livello di qualità ottenuto in produzione all'impegno nel rispettare le normative e leggi che regolano questo particolare settore, spingendosi fino all'ottenimento di certificazioni volontarie che attestino la volontà di andare oltre gli obblighi legislativi per poter fornire un servizio di qualità, oltre ad una struttura aziendale solida e sicura.

In questo capitolo vengono innanzitutto illustrate le misure adottate dall'azienda per controllare la qualità effettiva dei prodotti stampati, partendo dai ricevimenti della materia prima fino all'imballaggio e spedizione. Dopodiché sono schematizzati i regolamenti di riferimento per il settore degli imballi per alimenti, per poi spiegare come questi vengono rispettati, in particolare approfondendo il processo di redazione della Dichiarazione di Conformità. Sono quindi descritte in generale le certificazioni volontarie ottenute da Plastic Legno, con una attenzione particolare rivolta alla BRC Global Standard for Packaging and Packaging Materials. Il capitolo si conclude con una sezione dedicata alle soluzioni adottate dall'azienda per far fronte all'emergenza Covid-19.

### 3.1 - Controllo qualità in produzione

Per evitare contestazioni da parte dei clienti ed eventuali problemi legali, oltre che per migliorare l'efficienza del processo produttivo riducendo gli scarti, vengono effettuati monitoraggi e controlli in diverse modalità in modo tale da minimizzare o eliminare difetti nei pezzi stampati e da evitare contaminazioni dei prodotti. I difetti in generale sono non conformità rispetto alle specifiche di un prodotto, ma più in particolare possono essere difetti fisici come bruciature, bolle, buchi, etichette non allineate o fuse all'interno dello stampato, deformazioni o macchie di colore. Se i difetti non compromettono le funzionalità del prodotto e non ne rovinano l'estetica in modo significativo e facilmente constatabile dal cliente o dal consumatore finale, il particolare pur se difettoso rispetto alle specifiche può essere considerato buono e non venire quindi scartato. Tutto ciò che porta a difettività all'utilizzo o a chiari difetti estetici è al contrario considerato scarto. Per contaminazioni invece si intende l'incorporamento accidentale nello stampato di oggetti esterni alla pura materia prima utilizzata, quali capelli, unghie, sostanze chimiche o altri agenti contaminanti, i quali se segnalati rendono automaticamente il particolare uno scarto ma che si cercano di evitare assolutamente in quanto difficili da rilevare tramite ispezioni superficiali o comunque solo visive e pratiche. Per ridurre al minimo questo rischio, gli operai dispongono di un armadietto all'esterno degli spogliatoi, dove sono obbligati a riporre tutti gli oggetti personali, per poi utilizzare un secondo armadietto dentro gli spogliatoi per i propri vestiti e dove è conservata l'uniforme di lavoro, separata dal vestiario personale da un divisore nell'armadietto. I particolari stampati possono essere manipolati solamente utilizzando guanti monouso o igienizzando le mani con gel a base alcolica. Gli operai sono inoltre

tenuti ad indossare una cuffia di contenimento per evitare perdite di capelli, e sono vietate unghie finte o ricostruite.

Si occupano invece dei controlli di processo e dei monitoraggi atti all'individuazione di difettosità tre addette alla qualità che ruotano ricoprendo un turno a testa. Queste ultime sono supervisionate da una responsabile del controllo qualità in reparto ed affiancate da due ulteriori addette alla qualità incaricate di operare controlli aggiuntivi sui prodotti finiti oltre a supportare le colleghe. Per ogni articolo stampato viene predisposta una scheda controllo prodotto, la quale viene compilata effettuando una verifica dei pezzi di una stampata complete ogni due ore, riportando eventuali difettosità riscontrate o informazioni generali sul processo. Oltre a questo controllo periodico le addette alla qualità sono incaricate di sostituire gli operai a bordo macchina quando questi necessitano di una pausa, effettuando quindi contestualmente a ciò una verifica dell'andamento della produzione e segnalando eventuali problemi a chi di dovere, oltre a procedere al controllo periodico della stampata nel caso in cui quest'ultimo dovesse essere previsto nel periodo della sostituzione. La responsabile controllo qualità in reparto si affianca alle addette qualità per questa mansione in caso di necessità di più pause in contemporanea, mentre nel caso di emergenze che richiedano ulteriori sostituzioni si aggiungono anche i capituono. Ogni problematica o difettosità riscontrata viene riportata su un registro qualità interno, in modo tale da poterne tenere traccia in caso di peggioramenti o di necessità di analisi a posteriori. Ad ogni modo in caso di problemi la prima azione che viene intrapresa risulta un tentativo di risoluzione immediata, la maggior parte delle volte risultante nell'avviare il capoturno responsabile della macchina interessata o il supervisore dei capituono per i casi più complicati, in modo tale che questi possano intervenire regolando la macchina e riducendo al minimo gli scarti prodotti. Se la risoluzione richiede invece l'intervento di un tecnico esterno, lo stampaggio viene interrotto per evitare inutili sprechi di materia prima ed energia.

Ai controlli del processo produttivo descritti si aggiungono i controlli effettuati sulle pedane complete e pronte per l'imballaggio. Per gli articoli sui quali vengono regolarmente riscontrati problemi infatti viene tenuta da parte almeno una pedana per turno, tra quelle prodotte e passate all'imballatore. Le addette alla qualità quindi effettuano un controllo a campione, solitamente ispezionando la prima e l'ultima scatola che compongono la pedana. I colli selezionati vengono controllati interamente e, nel caso in cui non vengano rilevati difetti negli stampati al loro interno, vengono segnalati con un bollino verde che significa "selezione al 100%", ovvero che la totalità dei pezzi al loro interno risulta essere conforme alle specifiche. Al contrario se viene rilevata qualche difettosità nei prodotti si procede a controllare ogni scatola completata prima e dopo quella prelevata come campione fino a determinare la fine ed il principio della difettosità, andando anche ad ispezionare pedane eventualmente già imballate se necessario. Nel caso invece di uno o più difetti segnalati già sulla scheda controllo prodotto o sul registro interno qualità, le scatole da controllare non sono prelevate a campione ma vengono selezionate quelle prodotte durante il lasso di tempo coincidente con il momento della segnalazione di difettosità, per poi procedere ad un'ispezione a ritroso di tutti i colli fino

all'origine del difetto. Per quanto riguarda i materiali utilizzati, ovvero le materie prime e le etichette, non è stato predisposto un controllo qualità per il processo di ricevimento ed accettazione. Come già spiegato nella Sezione 2.7, per ogni lotto di materia prima in ingresso viene prelevato un campione per eventuali analisi a posteriori in caso di contestazioni sul prodotto finito, mentre per quanto riguarda le etichette IML si utilizza la scheda lotto etichette per tracciare l'origine di eventuali problemi.

### **3.2 - Obblighi legislativi e Dichiarazione di Conformità**

Tutti i produttori di materiali ed oggetti destinati al contatto con alimenti (MOCA) devono adeguarsi ad una serie di direttive e regolamenti europei, affiancati alla legislazione nazionale di riferimento, per non incorrere in sanzioni e per garantire la legalità dei prodotti offerti ai clienti. La normativa nazionale ed europea è in continua evoluzione e fa riferimento a diversi atti legislativi e decreti che nel corso degli anni sono stati modificati o si sono succeduti, diventando sempre più specifici e stringenti. Il primo atto specifico a livello nazionale è il Decreto Ministeriale del 21 marzo 1973, che stabilisce le prime norme ed i primi divieti ed obblighi relativi ai MOCA, basandosi su un sistema detto di "lista positiva" delle sostanze autorizzate con relative limitazioni e modalità di controllo dell'idoneità al contatto alimentare. Questo è stato seguito dal D.P.R. n. 777 del 23 agosto 1982, che attua la direttiva (CEE) n. 76/893 specificando alcuni particolari obblighi oltre a stabilire le sanzioni da applicare in caso di non conformità ai regolamenti. La norma quadro a livello europeo, a cui seguono e fanno riferimento tutte le direttive ed i decreti successivi, è il Regolamento (CE) N. 1935/2004, che stabilisce i requisiti generali per i MOCA. Nell'articolo 3 infatti obbliga a produrre materiali ed oggetti destinati al contatto con alimenti conformemente alle buone pratiche di fabbricazione, assicurandosi che in condizioni d'impiego normali non vengano trasferite all'alimento componenti in quantità tale da costituire un pericolo per la salute umana, comportare una modifica inaccettabile della composizione dei prodotti alimentari o comportare un deterioramento delle loro caratteristiche organolettiche (14). Nel regolamento quadro vengono inoltre specificate le esigenze di etichettatura e di rintracciabilità dei MOCA, rispettivamente negli articoli 15 e 17, oltre ad introdurre misure specifiche per determinate classi di materiali nell'articolo 5. Particolarmente importante risulta essere l'articolo 16, che determina l'esigenza di rilasciare una dichiarazione di conformità alle norme vigenti che accompagni i MOCA prodotti, in realtà già stabilita in Italia dall'articolo 6 del Decreto Ministeriale del 21/03/1973. Il Regolamento (CE) N. 2023/2006 fa chiarezza sulle buone norme di fabbricazione citate in precedenza introducendo un sistema di assicurazione e controllo della qualità obbligatorio per i produttori di MOCA. Questi ultimi risultano obbligati ad essere pronti a dimostrare in caso di controllo di rispondere a tutte le norme applicabili e di aver provveduto a predisporre tutti i controlli e gli accorgimenti necessari a garantire la qualità dei propri prodotti. Il Regolamento (UE) N. 10/2011 costituisce invece una misura specifica ai sensi dell'articolo 5, paragrafo 1, del regolamento (CE) n. 1935/2004, in quanto definisce norme specifiche per i materiali e gli oggetti di materia plastica destinati a venire a contatto con i prodotti alimentari al fine di garantirne

l'impiego in condizioni di sicurezza (15). Stabilisce le modalità di analisi di migrazione globale e di migrazione specifica di composti soggetti a limitazioni oltre ad impostare le linee guida per la dichiarazione di conformità ed a presentare le tabelle con le sostanze approvate ed i limiti relativi a quelle soggette a limitazioni, integrato in quest'ultima funzione dal Regolamento (CE) 1895/2005.

Quelli citati sono solo i principali atti che compongono la normativa MOCA e più in particolare quella relativa ai materiali ed oggetti in materia plastica destinati al contatto con i prodotti alimentari, ma nella realtà sono integrati da molti altri decreti e norme in continuo aggiornamento, con emendamenti e rettifiche per renderli il più attuali possibile. Le aziende che si occupano della produzione di imballi per alimenti sono quindi tenute a rispettare la normativa, ma mentre per quanto riguarda l'etichettatura e la tracciabilità le verifiche sono relativamente semplici, per tenere sotto controllo e certificare l'utilizzo di sostanze soggette a limitazione ed il rispetto dei limiti di migrazione globale e specifica è necessario uno sforzo più importante, risultante nella dichiarazione di conformità. Per quanto riguarda l'etichettatura, trattata nell'articolo 15 del Regolamento (CE) N. 1935/2004, i materiali e gli oggetti non ancora entrati in contatto con il prodotto alimentare al momento dell'immissione sul mercato devono essere corredati della dicitura «per contatto con i prodotti alimentari», di un'indicazione specifica circa il loro impiego o del simbolo riprodotto in *Figura 16*. Vanno indicati il nome o la ragione sociale e, in entrambi i casi, l'indirizzo o la sede sociale del fabbricante, del trasformatore o del venditore responsabile dell'immissione sul mercato, oltre ad un'adeguata etichettatura o identificazione, che assicuri la rintracciabilità. Le informazioni devono essere scritte in modo ben visibile, chiaramente leggibili ed indelebili, oltre ad essere visibili e scritte in una lingua comprensibile agli acquirenti al momento della vendita al dettaglio (14).



*Figura 16 – Simbolo da applicare in caso di contatto con alimenti*

La rintracciabilità dei MOCA, come indicato nell'articolo 17 del Regolamento (CE) N. 1935/2004, deve essere garantita in tutte le fasi per facilitare il controllo, il ritiro dei prodotti difettosi, le informazioni ai consumatori e l'attribuzione della responsabilità, con sistemi e procedure che consentono l'individuazione delle imprese da cui e a cui sono stati forniti i materiali e gli oggetti e, se del caso, le sostanze e i prodotti usati nella loro lavorazione. Tutte le informazioni vanno rese disponibili alle autorità competenti che le richiedano (14).

Come già detto in precedenza, i produttori di MOCA sono tenuti a redigere per ogni articolo venduto in fasi di commercializzazione diverse dalla vendita al dettaglio una dichiarazione di conformità, che conferma al cliente la conformità del prodotto alle pertinenti prescrizioni sia del

regolamento sulle materie plastiche che del regolamento quadro, oltre a fornire al cliente le informazioni necessarie a stabilire o a verificare la conformità del prodotto alla legislazione pertinente (16). Ad inizio fornitura viene quindi redatta la dichiarazione madre, generalmente inviata al cliente per posta elettronica, mentre ogni partita di spedizione deve essere accompagnata da una dichiarazione sintetica che faccia riferimento esplicito alla dichiarazione madre. In Italia è inoltre richiesta per l'utilizzazione di MOCA la verifica dell'idoneità tecnologica, ovvero risulta necessario accertarsi che le condizioni d'uso durante confezionamento, movimentazione, stoccaggio ed utilizzo da parte del consumatore finale non compromettano la conformità del materiale o dell'oggetto in analisi e quindi la relativa sicurezza. Quest'ultimo onere ricade però sull'utilizzatore e non sul produttore. Tornando invece alla dichiarazione di conformità, non viene specificato un termine di scadenza su nessuno dei testi legislativi di riferimento, ma è necessario un aggiornamento ogniqualvolta subentrino modifiche delle caratteristiche delle materie prime impiegate, quindi cambi di composizione o di fornitori, oltre che in caso di cambiamenti del processo produttivo o dei riferimenti legislativi in vigore (17). Ad ogni modo le parti interessate sono tenute ad accordarsi per definire la periodicità di aggiornamento, in genere annuale o biennale. Per quanto riguarda i MOCA realizzati in materie plastiche, l'allegato IV del Regolamento (UE) N. 10/2011 definisce la struttura della dichiarazione di conformità, che in breve deve contenere l'identità e l'indirizzo dell'operatore commerciale che la emette e di quello che produce o importa i materiali o gli oggetti di materia plastica o i prodotti in una fase intermedia, l'identità dei materiali, degli oggetti, dei prodotti in una fase intermedia della fabbricazione, la data della dichiarazione, informazioni adeguate circa le sostanze impiegate o i prodotti di degradazione per i quali gli allegati I e II stabiliscono restrizioni e/o specifiche, così da consentire agli operatori commerciali a valle di rispettare tali restrizioni. Si richiedono inoltre informazioni adeguate circa le sostanze soggette a restrizioni nei prodotti alimentari, ottenute da dati sperimentali o da calcoli teorici sui rispettivi livelli di migrazione specifica, oltre alle specifiche relative all'uso del materiale o dell'oggetto, quali i tipi di prodotti alimentari con cui è destinato a venire a contatto, la durata e la temperatura di trattamento e conservazione a contatto con il prodotto alimentare ed il rapporto tra la superficie di contatto del prodotto alimentare e il volume utilizzato per determinare la conformità del materiale o dell'oggetto (15). La dichiarazione di conformità deve inoltre essere corredata della necessaria documentazione di supporto che dimostri tale conformità, come stabilito dall'articolo 16 del Regolamento (CE) N. 1935/2004. Detta documentazione di supporto è solitamente composta dalle dichiarazioni di conformità al contatto alimentare redatte dai produttori delle materie prime utilizzate, che attestano la conformità compositiva ed a volte le quantità effettive di sostanze soggette a limitazioni contenute nei materiali forniti, dai risultati dei test di laboratorio a riguardo delle migrazioni globali e specifiche e da eventuali calcoli o modellizzazioni a dimostrazione della non-necessità di ulteriori analisi di migrazione. Come già anticipato, il Regolamento (UE) N. 10/2011 si presenta come il riferimento legislativo per quanto riguarda le analisi di migrazione, dato che oltre a riportare la lista di sostanze autorizzate ed i limiti di migrazione specifici, stabilisce le modalità di verifica della conformità dei MOCA ed i simulanti alimentari da utilizzare per

condurre le analisi. Secondo l'articolo 11 i materiali e gli oggetti di materia plastica non devono cedere i loro costituenti ai prodotti alimentari in quantità superiori ai limiti di migrazione specifica (LMS) di cui all'allegato I, espressi in mg di sostanza per kg di prodotto alimentare (mg/kg). Alle sostanze per le quali nell'allegato I non sono indicati limiti di migrazione specifica o altre restrizioni si applica un limite generico di migrazione specifica pari a 60 mg/kg (15). L'articolo 12 invece, relativo al limite di migrazione globale, stabilisce che i materiali e gli oggetti di materia plastica non devono cedere i loro costituenti ai simulanti alimentari in quantità superiori a 10 mg di costituenti totali ceduti per dm<sup>2</sup> di superficie a contatto con i prodotti alimentari (mg/dm<sup>2</sup>). I materiali e gli oggetti di materia plastica destinati a entrare in contatto con alimenti per lattanti e bambini, non devono trasferire i loro costituenti ai simulanti alimentari in quantità superiori a 60 mg di costituenti totali rilasciati per kg di simulante alimentare (15). Questi limiti derivano in realtà da un'elaborazione dei principi generali stabiliti dall'articolo 3 del Regolamento (CE) N. 1935/2004 già citati in precedenza. Per verificare la conformità di un MOCA alla normativa è necessario quindi elaborare un piano analitico, ovvero una serie di valutazioni in merito alle analisi da effettuare per escludere rischi tossicologici od organolettici. Per la stesura di un piano analitico è necessario stabilire la tipologia di materiale utilizzato, la struttura del materiale (se si tratta di un multimateriale, è indispensabile specificare il lato destinato a contatto con l'alimento), gli alimenti a cui è destinato e le condizioni reali di impiego, specificando eventuali trattamenti subiti dall'alimento quando è già a contatto con il materiale, come pastorizzazione, sterilizzazione o utilizzo in forno (18). Si individuano quindi le sostanze presenti nella materia prima soggette a limiti di migrazione specifici, per capire quante analisi specifiche è necessario effettuare. Nel caso di contenitori o materiali destinati al contatto con più tipi di materiali può risultare necessario effettuare ciascuna analisi specifica con due o tre simulanti alimentari differenti, moltiplicando così il numero di test richiesti per verificare la conformità del MOCA. Il calcolo dell'esposizione alle sostanze che migrano dai materiali destinati a venire a contatto con prodotti alimentari si basa sull'ipotesi convenzionale che una persona consumi quotidianamente 1 kg di prodotti alimentari. Tuttavia, l'ingestione giornaliera di grassi è al massimo di 200 g. Ciò deve essere preso in considerazione per le sostanze lipofile che migrano soltanto nei grassi. È quindi opportuno correggere la migrazione specifica con un coefficiente di correzione applicabile alle sostanze lipofile (15), chiamato FRF (Fat Reduction Factor) e calcolato moltiplicando la quantità percentuale di grassi contenuti nell'alimento per 5/100. Per le sostanze indicate come lipofile nell'allegato I del Regolamento (UE) N. 10/2011 i risultati della prova di migrazione vanno divisi per questo coefficiente prima di procedere al confronto con i limiti imposti. Per alcune sostanze è inoltre indicato direttamente nella tabella dell'allegato I del Reg. 10/2011 un coefficiente di riduzione da applicare nel caso di utilizzo dei simulanti alimentari D2 ed E. Questo può essere applicato in combinazione con il coefficiente FRF, dividendo i risultati dell'analisi di migrazione per il prodotto dei due coefficienti purché questo non sia superiore a 5, tranne nel caso in cui il coefficiente di correzione non sia già superiore a 5 prima di moltiplicarlo per il FRF. Secondo quanto dichiarato nell'allegato V del Reg. 10/2011 inoltre, la verifica della conformità della migrazione nei prodotti

alimentari ai limiti di migrazione va effettuata nelle condizioni più estreme di tempo e temperatura prevedibili per l'impiego effettivo (15), quindi nel caso ad esempio di più prodotti simili ma con rapporto tra superficie di contatto con l'alimento e volume contenuto diversi è sufficiente effettuare le analisi di migrazione sull'oggetto con rapporto più elevato, come per le vaschette di mascarpone per le quali è stata utilizzata solamente la 250. Per questo stesso motivo è possibile effettuare lo screening di un materiale o di un oggetto al fine di determinarne la conformità ai limiti di migrazione, applicando una delle metodologie descritte nell'allegato V del Reg. 10/2011, allegando eventuali calcoli o modellizzazioni che consentono di evitare analisi di laboratorio alla dichiarazione di conformità tra la documentazione di supporto.

Le imprese sono infine tenute ad accogliere generalmente una volta all'anno le ispezioni di ufficiali giudiziari, i quali effettuano autonomamente una campionatura di uno o più articoli a loro discrezione per mandarli ad analizzare ad un laboratorio governativo (in Piemonte ci si affida al laboratorio ARPA) in modo tale da confermare l'idoneità alle norme descritte precedentemente. In particolare, gli ufficiali prelevano una quantità variabile di imballaggi prodotti per poi dividerli in tre parti. Una parte viene analizzata, una parte è sigillata e conservata negli uffici governativi mentre l'ultima parte viene sigillata ed archiviata dall'azienda produttrice come contro-prova, in quanto nel caso di non-conformità dei campioni sottoposti ad analisi è possibile contestare i risultati richiedendo una nuova analisi per verificare la correttezza dei test condotti. Al prelievo dei campioni vengono richieste all'azienda le informazioni di rintracciabilità dei pezzi prelevati per poter risalire al lotto di produzione nel caso di non conformità e per recuperare quindi gli altri particolari appartenenti allo stesso lotto.

### **3.3 - Certificazioni volontarie**

Oltre a far fronte agli obblighi legislativi, i produttori di contenitori per alimenti sono spesso portati ad impegnarsi nell'ottenimento di certificazioni volontarie sia per motivi commerciali, in quanto la maggior parte dei clienti richiede alcune di queste certificazioni per evitare lunghi e costosi controlli in caso di collaborazione, sia per motivi interni, dato che spesso le ristrutturazioni necessarie per ottenere dette certificazioni risultano utili nell'allineamento alle normative e possono tradursi in incrementi di efficienza ed efficacia per l'azienda stessa. Nel caso di Plastic Legno sono state ottenute la certificazione relativa ai sistemi di gestione dell'energia UNI CEI EN ISO 50001, quella per i sistemi di gestione della qualità in conformità alla norma UNI EN ISO 9001 e l'impresa è conforme al Global Standard for Packaging and Packaging Materials del British Retail Consortium (BRC Packaging). I tre certificati sono riportati nell'*Appendice X*.

La norma ISO 50001 richiede la definizione di un sistema di gestione dell'energia basato sul concetto del miglioramento continuo, attraverso la creazione di una squadra dedicata, con la collaborazione tra direzione e personale tecnico, per sviluppare una policy aziendale per un uso efficiente dell'energia, per definire obiettivi graduali per arrivare a soddisfare la policy e per prendere decisioni basate

su dati in materia energetica. Viene richiesto inoltre di misurare i risultati e valutare gli effetti positivi generati dalla policy, per introdurre miglioramenti continui nella gestione dell'energia.

Le altre due certificazioni citate invece dimostrano la conformità ad una serie di requisiti relativi ad un Sistema di Gestione per la Qualità (SGQ) e più in generale a norme che regolano l'organizzazione dell'azienda, le attività di produzione e ne garantiscono l'operatività in sicurezza e legalità. Condividono quindi alcuni aspetti e requisiti, fatto che rende meno dispendioso il conseguimento di una in seguito all'ottenimento della prima. La norma UNI EN ISO 9001:2015 costituisce la versione italiana di un insieme di requisiti per un SGQ, aventi lo scopo ultimo di migliorare la prestazione complessiva dell'impresa e di fungere da base per eventuali iniziative di sviluppo sostenibile. Utilizza un approccio per processi, consistente in breve nel mantenere sotto controllo ogni interrelazione ed interdipendenza tra i diversi processi aziendali, partendo quindi dalla definizione per passare alla gestione, monitoraggio e miglioramento. Questo particolare approccio utilizza inoltre il ciclo PDCA (Plan-Do-Check-Act), che struttura il processo di gestione di una qualsiasi funzione partendo dalla pianificazione, passando dall'attuazione di ciò che è stato pianificato e dalla verifica dei risultati ottenuti per concludersi nell'impegno in azioni migliorative se necessario, ricollegandosi quindi al primo punto relativo appunto alla pianificazione. Altra componente fondamentale dell'approccio per processi risulta essere il risk-based thinking, ovvero lo studio ed attuazione di azioni che affrontino rischi ed opportunità che possono presentarsi all'azienda, con l'obiettivo di minimizzare gli effetti negativi e di massimizzare quelli positivi. La norma è basata sui principi di gestione per la qualità definiti dalla norma ISO 9000, ovvero la focalizzazione sul cliente, la leadership dell'alta direzione, la partecipazione attiva di tutti gli attori dell'azienda, il già citato approccio per processi, la gestione delle relazioni con clienti e fornitori, un processo decisionale basato sull'evidenza ed il miglioramento continuo. Per arrivare quindi a dimostrare di avere la capacità di fornire con regolarità prodotti conformi ai requisiti dei clienti ed agli obblighi legali è necessario determinare i fattori rilevanti interni ed esterni all'impresa che influenzano la capacità di conseguire gli obiettivi posti. Si devono monitorare e riesaminare quindi le informazioni relative a questi fattori per prendere le decisioni opportune ed impostare correttamente un SGQ. Lo stesso processo va ripetuto a riguardo dei requisiti rilevanti dei prodotti e delle parti interessate, che insieme ai fattori contribuiscono alla definizione del campo di applicazione del sistema. Quest'ultimo deve infatti essere definito e disponibile alla consultazione, mantenuto come informazione documentata. Deve inoltre fornire giustificazioni valide per i requisiti ritenuti non applicabili, ovvero spiegare il perché questi non influenzino la capacità o la responsabilità nel fornire prodotti conformi alle specifiche. Detto ciò, il SGQ deve essere stabilito, attuato, mantenuto e migliorato sempre in conformità ai requisiti della norma, con i compiti di determinare gli input necessari, gli output attesi, la sequenza ed interazione dei processi, le metodologie ed i criteri da utilizzare per il controllo dei processi e le risorse necessarie a questi, assicurandone la disponibilità. Deve inoltre attribuire responsabilità ed autorità sui processi stabilendo una chiara gerarchia attraverso un organigramma aziendale aggiornato, occuparsi della documentazione del funzionamento dei processi e delle valutazioni e proposte di miglioramento di

questi. Per rendere possibile questo è importante che la direzione dimostri leadership ed impegno verso la creazione ed il mantenimento del SGQ, oltre a chiarire la focalizzazione sul cliente, stabilire e comunicare una policy aziendale sulla qualità e contribuire all'attribuzione di ruoli, responsabilità ed autorità. Le attività di pianificazione hanno l'obiettivo di determinare, partendo dalle limitazioni definite dal campo di applicazione, rischi ed opportunità per l'azienda, pianificando quindi opportune azioni intese ad affrontarli, oltre a studiare modalità di integrazione di queste azioni al SGQ e di valutazione della loro efficacia. Vanno inoltre stabiliti obiettivi per la qualità che siano coerenti, misurabili, che tengano in considerazione i requisiti applicabili e che siano pertinenti alla conformità dei prodotti alle specifiche definite. La norma poi specifica diverse attività di supporto che servono a determinare e fornire le risorse necessarie per il SGQ, dal personale alle infrastrutture, oltre a determinare ed assicurare le competenze e le conoscenze richieste per il suo corretto funzionamento. Le attività di supporto devono inoltre prevedere un'opportuna comunicazione delle informazioni sul SGQ ed assicurarsi che tutto il personale coinvolto sia consapevole della politica, degli obiettivi e del proprio contributo per l'ottenimento della qualità. Rientra infine tra le attività di supporto necessarie la creazione, l'aggiornamento ed il controllo ed archiviazione in sicurezza di tutte le informazioni documentate richieste dalla norma e fondamentali per il funzionamento del SGQ. Per quanto riguarda invece le attività operative dell'impresa, la norma richiede particolare attenzione al cliente, con una buona comunicazione, la chiara determinazione dei requisiti dei prodotti ed in seguito un riesame necessario per assicurare di avere la capacità di soddisfarli. Viene messa in evidenza la necessità di controllare i processi ed i prodotti forniti dall'esterno dell'azienda, oltre ad una serie di attività importanti per assicurare la qualità nella produzione come il controllo e monitoraggio, l'identificazione e la rintracciabilità dei prodotti, le attività di preservazione del prodotto dalla movimentazione all'imballaggio, la cura delle proprietà di clienti o fornitori esterni, le attività post-consegna del prodotto ed il controllo delle modifiche alla produzione per assicurare la conformità ai requisiti. Il rilascio dei prodotti deve essere subordinato all'evidenza della sua conformità ai criteri di accettazione, oltre alla riferibilità alla persona autorizzata al rilascio. Risulta inoltre importante il controllo dei prodotti giudicati non conformi, per evitarne l'utilizzo o la consegna involontari, predisponendone quindi il contenimento, la segregazione, o l'eventuale correzione, informando il cliente a riguardo e conservando le informazioni documentate su tutte le problematiche insorte e le azioni correttive o contenitive intraprese. Un'altra componente fondamentale di un SGQ è la valutazione delle prestazioni, la quale parte dalla determinazione di cosa monitorare ed in che modo e con quale frequenza farlo. Si passa quindi ad una analisi dei dati ottenuti e ad una valutazione del funzionamento del sistema, seguita da attività di miglioramento consistenti nella correzione, prevenzione e riduzione delle non conformità o nel miglioramento continuo dell'idoneità adeguatezza ed efficacia del SGQ. Viene infine specificata la necessità di effettuare un audit interno periodico sul sistema di gestione, affiancato da un riesame di direzione periodico, per valutare autonomamente se il SGQ è conforme ai requisiti interni ed a quelli imposti dalla normativa, se lo sforzo e le risorse dedicatevi sono sufficienti e per proporre miglioramenti.

Lo standard BRC Packaging Issue 5 è invece la quinta versione di una norma pubblicata per la prima volta nel 2001 specificatamente intesa per i produttori di imballaggi. Si ottiene in seguito ad un audit eseguito da un ente certificatore accreditato ed è elaborato in maniera da aiutare le aziende che si dimostrino conformi ad adempiere gli obblighi legislativi sulla sicurezza del prodotto. Lo standard è basato su tre pilastri fondamentali, ovvero l'impegno e la leadership dell'alta direzione, un sistema di valutazione ed analisi di rischi e pericoli ed un SGQ e condizioni di lavoro adatte alla produzione in sicurezza sia per i dipendenti che per i clienti e consumatori. Il BRC Packaging distingue due categorie di imballaggi, in base all'uso a cui il prodotto è destinato ed al livello di igiene richiesto di conseguenza. La High Hygiene Category comprende i materiali ed imballi destinati al contatto diretto con alimenti o prodotti a rischio contaminazione come creme o medicinali, mentre i restanti materiali ed imballi ricadono nella Basic Hygiene Category. I requisiti chiaramente cambiano in base alla categoria di igiene di appartenenza e non risulta possibile certificare un sito di produzione di imballaggi di categoria diverse se non adottando per tutto il sito la High Hygiene Category. Detto ciò, lo standard è strutturato in sei categorie base, ognuna delle quali comprendenti varie sezioni di più clausole. Ogni sezione riporta una dichiarazione di intenti, seguita dai requisiti di ogni clausola da rispettare. L'ottenimento della certificazione è subordinato ad una valutazione di conformità a tutte le dichiarazioni di intenti ed a tutti i requisiti applicabili, effettuata come già detto da parte di un ente accreditato. Alcune sezioni sono definite come fondamentali e nel caso in cui non venissero rispettate portano automaticamente alla negazione della certificazione. La prima categoria è relativa all'impegno richiesto da parte dell'alta direzione, con richieste simili a quelle della norma ISO 9001. La seconda invece, che riprende il secondo dei tre pilastri sui quali è basato lo standard, si riferisce al sistema di gestione di pericoli e rischi e richiede innanzitutto la formazione di un team per la sicurezza alimentare formato da componenti della dirigenza unitamente ad esperti del campo. Questo team ha il compito di sviluppare appunto un sistema di gestione del rischio partendo da una analisi dei rischi e pericoli basata sulle caratteristiche dei prodotti e sulle varie fasi che compongono il processo di produzione. Plastic Legno ha quindi elaborato un piano di analisi dei rischi per la sicurezza alimentare, con la descrizione generale dei prodotti realizzati e la descrizione delle fasi dello studio da realizzare. In seguito alla creazione del team ed alla stesura del diagramma di flusso, riportato in *Appendice XI*, si è verificata la correttezza del diagramma sul luogo di produzione effettiva, identificando per ogni fase del flusso i pericoli ed il livello di rischio. I pericoli possibili possono essere suddivisi in cinque categorie fondamentali, ovvero gli agenti biologici come muffe o batteri, gli agenti chimici come contaminanti ambientali, additivi o prodotti detergenti, disinfettanti o lubrificanti, gli agenti fisici come frammenti di materiali non appartenenti alle caratteristiche del prodotto, i difetti critici per la sicurezza del prodotto finito come la migrazione di sostanze nell'alimento ed i difetti all'utilizzo, quindi difetti dimensionali o di conformazione dello stampato. Per ogni fase del flusso si è quindi verificata la presenza o meno di ognuna di queste cinque tipologie di pericoli, mentre la valutazione dei livelli di rischio è stata condotta quantificando la gravità del danno sul consumatore e la probabilità di accadimento come riportato in *Tabella 3*.

Gravità del danno GD		
Valore punteggio	Livello di gravità	Descrizione
$0 < GD \leq 1$	Lieve/modesta	Danno poco grave
$1 < GD \leq 2$	Media	Danno grave
$2 < GD \leq 3$	Elevata	Danno associato a possibili letalità o ad infermità permanente
Probabilità P		
Valore punteggio	Probabilità	Descrizione
$0 < P < 1$	Danno poco probabile	Si verifica raramente
$1 \leq P < 2$	Danno probabile	
$2 \leq P \leq 3$	Danno molto probabile	Si verifica frequentemente
Valutazione della gravità del rischio $GR = GD \times P$		
Valore punteggio	Gravità	Giudizio sul rischio
$0 < GR \leq 3$	Minima	PRP (Accettabile)
$3 < GR \leq 6$	Bassa/media	PRPO/CP (Inaccettabile)
$6 < GR \leq 9$	Alta	CCP (Critico)

Tabella 3 – Metodologia di quantificazione della gravità del rischio

Una volta completata questa valutazione sono state adottate alcune misure di controllo e prevenzione, per poi passare ad una identificazione dei punti critici per la sicurezza del prodotto finito ed alla definizione delle procedure di monitoraggi e controllo di questi ultimi. Infine è stata effettuata una serie di verifiche e validazioni delle misure adottate, seguite da azioni correttive. Questi ultimi passaggi sono documentati grazie alla stesura di un manuale ARSA (Analisi dei Rischi per la Sicurezza Alimentare) in quattro fasi, partendo dall'analisi dei rischi, per poi definire i Programmi dei Pre-Requisiti (PRP) e dei PRP Operativi dove necessario (PRPO). Nella terza fase sono riportati tutti i pericoli individuati e la relativa modalità di gestione, mentre nell'ultima parte si sono identificati tutti i Punti di Controllo Critici (CCP), nel caso di Plastic Legno non presenti, oltre ai Punti di Controllo (CP) necessari. Il sistema viene rivisto con frequenza annuale sulla base dei risultati ottenuti e qualora vengano modificati impianti, processo produttivo, materie prime o fornitore, come stabilito dallo standard. La terza categoria tratta della sicurezza del prodotto e del SGQ, con una attenzione in particolare sulla definizione e controllo delle specifiche del prodotto e la sua conformità agli obblighi legislativi. Vengono richiesti audit interni per verificare periodicamente lo stato ed i risultati ottenuti dal SGQ, come per la norma ISO 9001, oltre a varie attività di monitoraggio, comunicazione e focus sul cliente, gestione dei fornitori e tracciabilità. Risulta obbligatorio effettuare almeno su base annuale dei test di tracciabilità dal prodotto finito alle materie prime utilizzate e viceversa. La quarta categoria riporta i requisiti che deve rispettare il sito di produzione, facendo riferimento alle buone pratiche di fabbricazione come da obblighi legislativi oltre ad una serie di indicazioni per ridurre o evitare rischi di contaminazione e per garantire l'integrità di prodotti e di processi, come ad esempio

la stesura di un piano del sito con flussi, accessi, zone di stoccaggio e qualsiasi altra informazione importante. Viene considerata fondamentale la sezione relativa alla pulizia ed all'igiene. La quinta categoria si riferisce al controllo di prodotti e processi, rifacendosi anche qui in parte alle buone pratiche di fabbricazione ma aggiungendo requisiti ulteriori. L'ultima categoria è invece relativa al personale, con una serie di requisiti sulla formazione definiti fondamentali ed altri aspetti da non sottovalutare come l'igiene personale, l'abbigliamento protettivo, le norme per i locali dedicati ai dipendenti come mense e spogliatoi e l'esigenza di effettuare un controllo medico continuo.

Lo standard BRC Packaging in passato era comunemente richiesto dai clienti principali nel mercato dei contenitori per alimenti, ma negli ultimi anni è stato affiancato da altre norme con valenza simile. Dati i costi particolarmente elevati sostenuti per l'ottenimento della certificazione, è in corso di valutazione il passaggio ad una nuova certificazione per la sicurezza e la conformità degli imballaggi chiamata FSSC 22000, conosciuta a livello mondiale, specializzata per i sistemi di gestione per la sicurezza alimentare e meno costosa del BRC Packaging.

### **3.4 - Emergenza Covid-19**

La diffusione in Italia del virus SARS-CoV-2 (Severe Acute Respiratory Syndrome - Coronavirus - 2), responsabile della malattia respiratoria denominata Covid-19, ha avuto luogo a partire dagli ultimi giorni del febbraio 2019 ed ha generato una situazione di incertezza e pericolo a livello prima nazionale ed in seguito mondiale, con l'Organizzazione Mondiale della Sanità che l'11 marzo 2019 l'ha caratterizzata come una pandemia globale. Questa circostanza, vissuta dal punto di vista di una impresa, ha comportato l'insorgere di un rischio indipendente dall'attività produttiva o commerciale della stessa ma che in ogni caso ne ha condizionato l'operatività oltre a causare l'emanazione di decreti che hanno incrementato il numero di obblighi legislativi ai quali risulta necessario adempiere per poter procedere con le attività di produzione e commercializzazione. Al prendere atto dell'effettiva gravità della pandemia il governo italiano ha imposto la chiusura forzata di una buona parte delle attività produttive e commerciali in tutto il paese, con l'eccezione di alcuni settori ritenuti fondamentali per il funzionamento del sistema nazione, individuati in una lista di codici identificativi. L'attività svolta da Plastic Legno in particolare è identificata dal codice ATECO 22.22, ovvero quello relativo alla fabbricazione di imballaggi in materie plastiche, il quale risulta tra quelli appartenenti alla filiera alimentare. Questo ha permesso all'azienda di non fermarsi con l'obbligo però di prendere i provvedimenti necessari a minimizzare il rischio legato alla pandemia in corso. Per far fronte a questa situazione, in Plastic Legno è quindi stata effettuata una valutazione del rischio specifico, che ha condotto alla predisposizione di un allegato al Documento di Valutazione del Rischio (DVR) in quanto rischio non interno, oltre alla messa in atto di misure di sicurezza preventive. Si è però trattato di un processo in continuo aggiornamento, in concordanza con l'evolversi delle conoscenze ed indicazione della comunità scientifica a riguardo del virus.

In primo luogo, seguendo le disposizioni governative, è stato nominato un comitato interno per la gestione dell'emergenza formato da Direzione, Datore di lavoro, Responsabile del Sistema di Prevenzione e Protezione (RSPP), il Rappresentante dei Lavoratori per la Sicurezza (RLS) ed il Responsabile del Sistema di Gestione Integrato. Il comitato si è immediatamente messo al lavoro per l'aggiornamento del DVR, proponendo contestualmente a ciò una serie di misure di sicurezza. Il gel a base alcolica utilizzato in stabilimento per l'igienizzazione delle mani destinate ad entrare a contatto con i prodotti stampati è stato fornito a tutti gli uffici e posto all'ingresso della sede amministrativa. A partire dal giorno 11 marzo 2020 viene misurata la temperatura corporea all'arrivo in sede o in stabilimento per verificare che sia inferiore a 37,5°C. Tutto il personale non necessario per il funzionamento del processo produttivo è stato invitato a restare a casa predisponendo il telelavoro quando possibile, i corsi di formazione presenziali sono stati bloccati ed è stato vietato l'accesso alla palazzina degli uffici ed allo stabilimento di produzione a qualunque visitatore esterno, esclusi i tecnici manutentori assolutamente necessari per la risoluzione di problemi relativi ai macchinari. Sono inoltre stati messi in evidenza i dieci comportamenti da seguire indicati dal Ministero della Salute per ridurre il rischio da Covid-19. La pulizia degli ambienti comuni e dei servizi sanitari è stata inoltre intensificata, affiancata da una sanificazione completa mensile.

In un secondo momento, in seguito all'aumentare delle informazioni disponibili a riguardo del virus ed alla valutazione del rischio effettuata dal comitato interno, sono state intraprese nuove iniziative di prevenzione e sicurezza. Tutti i dipendenti ed i lavoratori esterni sono stati invitati a compilare una scheda di autodichiarazione con i propri dati personali, la conferma di non essere stati in prossimità di individui positivi negli ultimi 14 giorni e di non presentare sintomi correlabili al Covid-19. Una informativa sulla privacy è stata integrata da un modulo fatto firmare per certificare la tutela di dati sensibili ai sensi dell'articolo 13 del Regolamento UE 679/2016, quali ad esempio le misurazioni della temperatura corporea. Un protocollo condiviso di regolamentazione delle misure per il contrasto ed il contenimento della diffusione del virus negli ambienti di lavoro è stato reso disponibile in copia cartacea a tutti i dipendenti ed è stato inviato per posta elettronica a tutti i fornitori, clienti e collaboratori prima che questi si recassero in visita allo stabilimento od alla sede amministrativa, con indicate le misure igienico sanitarie da rispettare, gli obblighi di mantenere la distanza interpersonale di sicurezza e l'obbligo di utilizzo di dispositivi di protezione individuali (DPI). Per quanto riguarda questi ultimi, sono state fornite a tutti i dipendenti guanti monouso e mascherine definite di comunità. Nonostante l'esistenza di un protocollo sanitario interno legato alla sicurezza sul lavoro, rivisto annualmente o in funzione delle mansioni aziendali dei dipendenti, è stata richiesta una consulenza al medico competente per capire se fossero necessarie eventuali attenzioni specifiche per lavoratori a rischio, risultate non necessarie.

Con l'evolversi della situazione è stata individuata l'esistenza di particolari categorie di lavoratori a rischio, ovvero gli adulti di età superiore a 55 anni ed i soggetti con patologie cronico-degenerative. L'INAIL ha quindi predisposto delle linee guida per affrontare questa problematica che sono state

seguite da Plastic Legno introducendo la Sorveglianza Sanitaria Eccezionale. Quest'ultima è stata messa in atto con un comunicato ai dipendenti nel quale si è invitato chi ritenesse di far parte di una delle categorie a rischio di rivolgersi all'ufficio del personale, in modo tale da compilare una dichiarazione da inoltrare al medico competente. Questi risulta quindi incaricato di valutare se procedere con una visita medica extra protocollo sanitario o se limitarsi ad un consulto documentale. In questa fase sono inoltre stati forniti agli impiegati alcuni spray utilizzabili per la sanificazione delle apparecchiature elettroniche, oltre ad installare dei divisori in polimetilmetacrilato sulle scrivanie degli uffici che ospitano più di una persona. Un'area ricreativa con annesso locale di servizi igienici è stata dedicata ad uso esclusivo dei visitatori esterni, in particolar modo per gli autisti dei vettori di trasporto che collaborano con Plastic Legno, per evitare contatti tra questi ultimi ed il personale interno. Per i capi turno, le addette alla qualità, i manutentori, i tecnici ed i carrellisti, i quali in alcune occasioni non possono mantenere la distanza interpersonale di sicurezza di un metro, è stata fornita una mascherina FFP2.

Il comitato interno si riunisce periodicamente per condividere informazioni sulla situazione interna di emergenza legata al Covid-19, per proseguire con l'aggiornamento del DVR e per misurare i progressi fatti nella riduzione del rischio oltre a proporre nuove misure di sicurezza che consentano il proseguimento delle attività produttive e commerciali senza mettere a rischio la salute dei dipendenti.

## Capitolo 4 – Proposte di miglioramento

In questo ultimo capitolo vengono ripresi alcuni aspetti tra quelli analizzati in precedenza, con l'obiettivo di proporre iniziative che possano tradursi in miglioramenti nell'efficienza e nell'efficacia dell'operatività aziendale, senza però modificare o snaturare eccessivamente i processi sui quali intervengono. La prima sezione tratta di una possibile programmazione di attività manutentiva degli stampi, per prevenire il problema dell'ostruzione dei canali di sfiato del quale si è parlato nella *Sezione 2.3*. Viene poi ipotizzata la creazione di un dipartimento informatico interno all'azienda per ovviare ai problemi derivanti dall'appoggiarsi unicamente a consulenti informatici esterni, ai quali si è accennato nella *Sezione 2.5*. Viene effettuata una disamina relativa alle conseguenze positive ed a quelle negative generabili da una iniziativa simile, in quanto sicuramente si tratterebbe di un investimento importante e da valutare con attenzione. Si prospetta quindi una riorganizzazione della gestione di tutta la documentazione che affianca il processo produttivo, della quale si è parlato nella *Sezione 2.6*, con una attenzione particolare alla digitalizzazione ove possibile. Il discorso viene ampliato anche al sistema logistico interno trattato nella *Sezione 2.7*. Il capitolo si conclude con una serie di considerazioni aggiuntive sui processi analizzati nel *Capitolo 1* e nel *Capitolo 3*.

### 4.1 – Manutenzione degli stampi

Come già spiegato in precedenza, i canali di sfiato ricavati sui tasselli figura dello stampo hanno la fondamentale funzione di permettere l'espulsione dei gas liberati durante la fusione del materiale polimerico e degli additivi. Se impossibilitati ad uscire, i gas resterebbero intrappolati all'interno della cavità dello stampo, causando gravi difettosità nei particolari stampati quali deformazioni, bolle, fori e bruciature. Nonostante la presenza dei canali di sfiato però c'è la possibilità che questi vengano ostruiti dal depositarsi delle micropolveri trasportate dai gas ad alta pressione espulsi dalla cavità, processo comune ma di durata considerevole e sul quale quindi è possibile agire in maniera preventiva per evitare l'insorgere di problematiche più gravi. Oltre ai difetti nei pezzi stampati infatti questo processo può portare al danneggiamento della finitura superficiale dello stampo, o più semplicemente al formarsi di una patina di sporco che risulta difficile da rimuovere e necessita quindi di una attività di manutenzione prolungata, risultante in un fermo macchina misurabile nell'ordine delle settimane e quindi in una ingente perdita di denaro per l'azienda che necessita lo stampo per produrre.

Detto ciò, è importante sottolineare che all'interno dello stabilimento produttivo di Plastic Legno è presente una officina dedicata prevalentemente alla manutenzione degli stampi, la quale però viene effettuata tendenzialmente quando gli stampi non sono utilizzati o in caso di problemi riscontrati che necessitano un intervento operabile dai manutentori interni, senza dover ricorrere a tecnici ed officine esterni. I tre addetti agli stampi interni dell'azienda si occupano però anche di operazioni di regolazione e dei cambi stampo, il che riduce il tempo a disposizione per l'introduzione di ulteriori

attività da portare a termine quotidianamente, visto anche l'elevato numero di macchinari generalmente in funzione nello stabilimento.

Per risolvere però il problema dell'ostruzione dei canali di sfiato e più in generale dello sporcarsi della superficie degli stampi, risulta necessaria una misura di manutenzione preventiva, che se pianificata correttamente non necessita particolari competenze tecniche né lunghi tempi di fermo macchina. In seguito al montaggio di uno stampo sulla macchina infatti è sufficiente dedicare quotidianamente pochi minuti ad una pulizia superficiale dei tasselli figura, operata con opportuni detersivi e senza la necessità di smontare lo stampo. Chiaramente questo risulterebbe in un calo di produttività, ma permetterebbe di evitare lunghe attese forzate per pulizie profonde. Inoltre, questa tipologia di manutenzione semplificata potrebbe essere effettuata sia dagli addetti agli stampi che dai capi turno ed eventualmente, in seguito ad una adeguata formazione, anche dagli operai addetti alla macchina. Nel caso però in cui si decidesse di procedere con questa iniziativa, risulterebbe necessario predisporre un sistema di monitoraggio per verificare che la pulizia venga effettivamente svolta quotidianamente o perlomeno ogni due giorni su ogni stampo, dato che tendenzialmente è difficile inserire un nuovo compito nella routine dei lavoratori pur se non particolarmente impegnativo. La direzione e gli incaricati della gestione della qualità in reparto dovrebbero quindi porre enfasi sulla necessità di questa manutenzione quotidiana per farne comprendere a tutti l'importanza. Si potrebbero infine studiare delle misure di valutazione dei risultati ottenuti attraverso una analisi dei tempi di fermo macchina giornalieri dovuti alla manutenzione degli stampi comparati con il decremento di manutenzioni periodiche che necessitano di tempi più importanti, oltre al risparmio sulla contrattazione di laboratori esterni per la riparazione e pulizia profonda degli stampi danneggiati a causa dei depositi superficiali.

## **4.2 - Dipartimento IT**

Il sistema informativo di Plastic Legno è gestito interamente da consulenti informatici esterni all'azienda, i quali si occupano sia della risoluzione di problemi e dell'ottimizzazione dei software gestionali forniti che delle problematiche di base che possono occorrere negli uffici amministrativi. Dato che pochi degli impiegati comprendono il funzionamento di sistemi utilizzati ed i flussi di informazioni, molte volte si verificano incomprensioni ed errori di registrazione che si traducono in problemi sui quali è necessario intervenire sia a livello software che riprendendo una parte del lavoro svolto per correggerlo, in molti perdendo tempo e rendendo più confusionarie le operazioni eseguite. Inoltre, l'ampia libertà concessa agli impiegati nell'utilizzo dei terminali connessi alla rete aziendale, corrispondente all'esenzione dalla necessità di autorizzazioni per installazioni o modifiche autonome, risulta un grosso pericolo per la sicurezza informatica. Il rischio di installare malware che possono infettare il sistema o di modificare o cancellare file andando a danneggiare la base di dati condivisa è infatti elevato, soprattutto considerato che in caso di problemi sarebbe necessario attendere l'intervento dei consulenti esterni, i quali potrebbero però intervenire già troppo tardi.

Una possibile soluzione alle problematiche introdotte potrebbe essere la creazione di un dipartimento IT all'interno della stessa Plastic Legno, con un tecnico informatico che lavori a tempo pieno per l'azienda e che si occupi della gestione della rete aziendale e del monitoraggio delle operazioni eseguite dagli impiegati videoterminalisti. Questi andrebbe chiaramente ad affiancarsi ai consulenti di Sanmarco Informatica, essenziali in quanto fornitori dei software gestionali utilizzati dall'impresa, ma consentirebbe di ridurre i costi relativi a consulenze che esulino dalla gestione dei software forniti oltre a fungere da riferimento interno per il personale e fornire un parere più interessato sulle questioni legate alle tecnologie di informazione aziendali. Un punto di vista diverso da parte di un tecnico specializzato potrebbe infatti risultare utile nei processi decisionali riguardanti investimenti in questo campo o più semplicemente decisioni di tipo organizzativo.

Prima di intraprendere qualsiasi azione diretta alla creazione di un dipartimento IT è però importante valutare la tipologia di figura professionale adatta a ricoprire questo tipo di ruolo, oltre a comunicare all'impresa che fornisce i servizi di consulenza la volontà di effettuare questa transizione per assicurarsi la loro collaborazione in merito. Si tratterebbe di un investimento importante ma che data la crescita dell'azienda e la progressiva digitalizzazione risulterebbe un grande passo avanti sia per quanto riguarda l'efficienza dei processi aziendali che per la difesa da minacce informatiche.

Sempre nell'ottica di migliorare i processi aziendali operando sulle tecnologie informative potrebbe inoltre essere intrapreso uno sforzo di formazione dei videoterminalisti, sia con corsi mirati ad accrescere le conoscenze relative a programmi di uso comune come Microsoft Excel che per quanto riguarda la comprensione dei flussi informativi che consentono il funzionamento del software ERP e del Jmes. Grazie ad una maggiore consapevolezza degli strumenti utilizzati sarebbe infatti possibile ridurre drasticamente gli errori formali legati ad incomprensioni sul funzionamento dei software gestionali e dei collegamenti tra le varie fasi di registrazione ed elaborazione dei dati, oltre a fornire la possibilità di effettuare controlli in modo più semplice e sicuro.

### **4.3 – Riorganizzazione dei documenti di produzione e della logistica interna**

Come evidenziato nella *Sezione 2.6* il processo produttivo è accompagnato da una serie di schede e formulari che vengono compilati per documentare l'avanzamento dei lavori, per registrare informazioni di tracciabilità, per rendere possibili controlli a posteriori e per adempiere agli obblighi normativi, oltre che ai requisiti delle certificazioni volontarie. In diversi casi però alcuni di questi documenti riportano informazioni ridondanti, già comunicate compilando altre schede. Questo in realtà può servire per verificare la correttezza delle informazioni riportate, utilizzando uno dei due documenti come controprova. Detto ciò, resta evidente il problema relativo alla confusione strutturale di alcune delle schede, le quali in un secondo momento servono come base per effettuare la registrazione delle informazioni sul software gestionale aziendale. Alcuni dei formati utilizzati per la documentazione in oggetto sono infatti in uso da diversi anni, essendo stati sviluppati in un momento della storia dell'azienda nel quale i processi non corrispondevano esattamente a quelli osservabili al

giorno d'oggi ed i volumi di produzione erano particolarmente ridotti rispetto agli attuali. Inoltre tutte le schede sono compilate a mano, lasciando spazio ad errori di scrittura e di interpretazione. Questi fattori concorrono quindi all'emergere di problematiche in fase di registrazione o di analisi dei dati riportati sulle schede. Risulta quindi auspicabile un aggiornamento dei formati su cui sono basate le schede ed i formulari di documentazione del processo produttivo, che ne consenta lo snellimento e la semplificazione, eventualmente conservando le ridondanze necessarie a fungere da controprove. Una soluzione più efficace di una semplice rielaborazione dei formati sarebbe, in un'ottica di digitalizzazione dell'operatività aziendale, uno studio con l'intento di dare la possibilità agli operatori a bordo macchina di registrare le informazioni sulla produzione direttamente sui tablet utilizzati come HMI, inserendo però un passaggio di controllo dei dati immessi che verrebbe effettuato da parte degli impiegati che ora si occupano della registrazione sul software ERP. Così facendo si faciliterebbe e velocizzerebbe il processo di registrazione delle informazioni e si ridurrebbero gli errori commessi in fase di trascrizione.

Considerazioni simili a queste possono essere fatte anche a riguardo del sistema di logistica interna, che appare datato e non adatto a sostenere il ritmo di crescita dell'azienda senza apportarvi alcuna modifica strutturale. La gestione del magazzino infatti è basata in larga parte sul lavoro dei carrellisti, che si occupano di depositare, ordinare e prelevare le pedane interfacciandosi con decine di referenze. Data l'alta rotazione dei prodotti stoccati ed il valore contenuto dei singoli colli non avrebbe senso un investimento su un magazzino automatizzato, in quanto molte volte i prodotti finiti vengono collocati già in prossimità delle zone di carico ed i costi per automatizzare il processo su volumi di lavoro così elevati sarebbero esagerati a confronto dell'effettivo miglioramento apportato. In alternativa a questo però, attraverso un ulteriore sforzo verso la digitalizzazione risulterebbe utile la creazione di una base di dati per tenere traccia della posizione di ogni pallet stoccato, che andrebbe aggiornata ad ogni deposito e prelievo da parte dei carrellisti. Questo ridurrebbe i tempi di ricerca del materiale da spedire ai clienti e faciliterebbe i controlli sulle giacenze e la realizzazione dell'inventario.

#### **4.4 - Considerazioni aggiuntive**

Tutte le proposte di miglioramento dettagliate in precedenza sono riferite alle attività trattate nel secondo capitolo, ovvero al processo produttivo vero e proprio. Questo risulta infatti essere l'ambito che tende in misura maggiore a restare ancorato a metodi operativi appartenenti al passato, data la necessità di ammortizzare gli investimenti effettuati su impianti e macchinari e la difficoltà nell'introdurre innovazioni in un processo in continua attività.

Nell'ambito dei processi relativi alla progettazione ed ingegnerizzazione del prodotto trattati nel primo capitolo, data la particolarità del settore nel quale opera l'azienda ed i rapporti sviluppatisi nel tempo con fornitori e collaboratori, risulterebbe complicato introdurre qualsivoglia modifica nel flusso delle operazioni. Il potere di negoziazione del cliente è infatti determinante in questa fase e

richiedere cambiamenti nel modus operandi dei fornitori rischierebbe di compromettere i rapporti con questi, andando a vanificare anni di proficua collaborazione.

Per quanto riguarda invece il Sistema di Gestione Integrato (SGI) descritto nel terzo capitolo, è evidente come la totalità delle attività di cui si occupa derivi dalla necessità di far fronte agli obblighi legislativi ed alle richieste dei clienti, anche se non esplicite come nel caso delle certificazioni volontarie. Inoltre, proprio grazie all'impegno per ottenere la conformità a normative e standard qualitativi internazionali, uno degli ambiti fondamentali sui quali lavora il SGI è quello relativo al miglioramento continuo.

# Conclusione

Attraverso la ricerca svolta, sono stati raggiunti gli obiettivi preposti di illustrazione e schematizzazione dei vari processi ed attività aziendali che concorrono alla progettazione, industrializzazione, produzione e vendita di un prodotto da stampaggio ad iniezione di materie plastiche. Pur partendo dall'analisi di un prodotto specifico infatti, è stato possibile ampliare il discorso all'intera categoria nella quale il particolare rientra, perlomeno per quanto riguarda alcune funzioni aziendali.

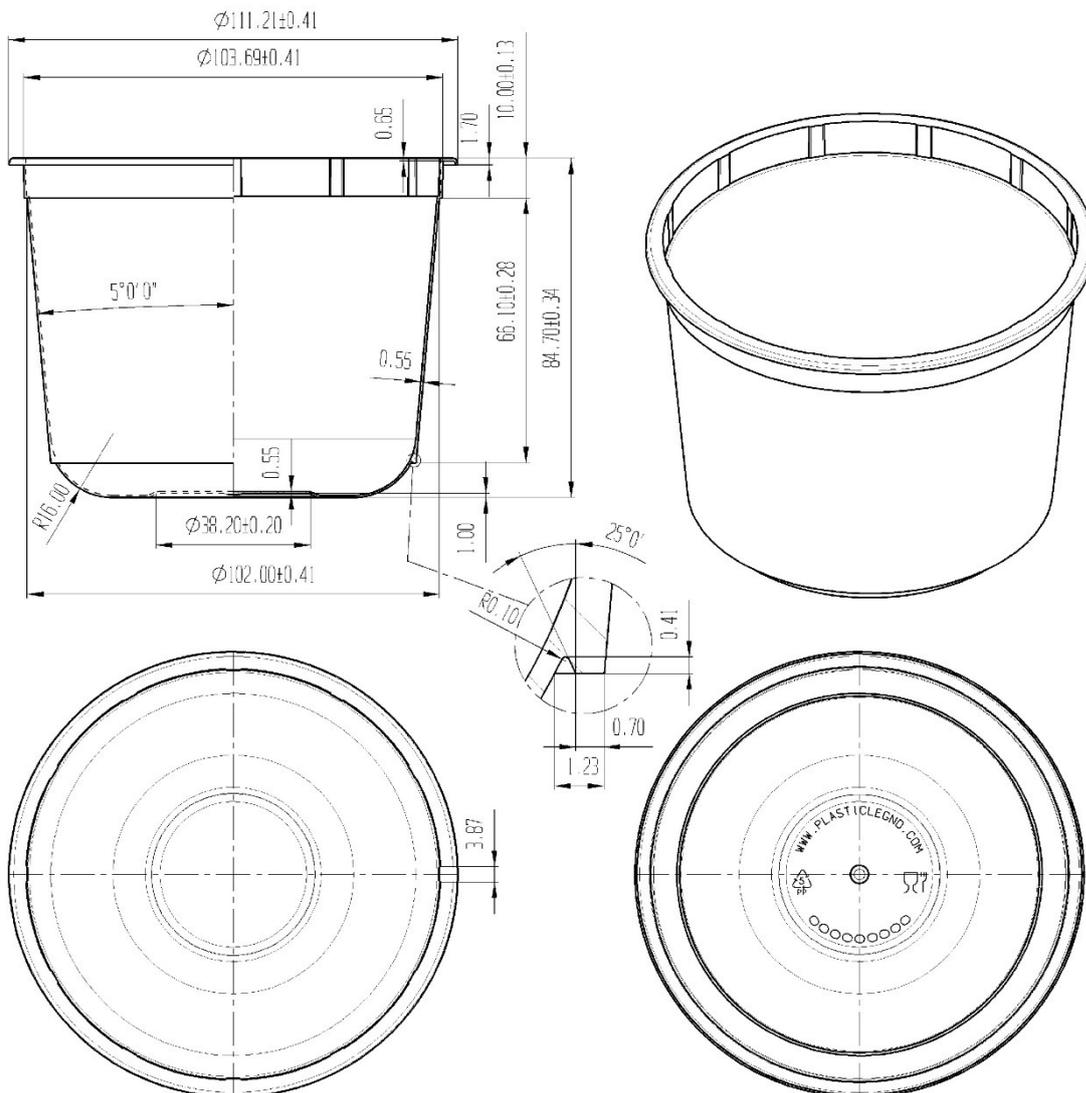
L'analisi è stata condotta attraverso un dialogo attivo con i responsabili delle varie funzioni aziendali, partendo da una rassegna generale degli aspetti principali di una particolare attività per poi approfondire quelli ritenuti più importanti per comprendere e schematizzare il funzionamento dell'azienda. In quest'ottica quindi nello studio dei processi di sviluppo e progettazione è stata posta maggiore enfasi sul prodotto particolare, in quanto si tratta di attività che variano in larga misura in base alla tipologia di progetto, ma ad ogni modo è stato delineato il flusso che caratterizza la maggior parte dei lavori realizzati dall'impresa. Le fasi di progettazione e di elaborazione di un preventivo sono però state approfondite maggiormente in quanto fondamentali nello sviluppo del prodotto, arrivando così a delineare e standardizzare la metodologia di lavoro che le caratterizza, soprattutto nel caso del preventivo che viene gestito integralmente all'interno dell'azienda.

Il secondo capitolo ha valenza più generale in quanto riporta una analisi delle tecniche utilizzate per la produzione di qualsiasi particolare realizzato tramite stampaggio ad iniezione, mentre solo nella sezione che tratta della macchina manipolatrice si è fatto specificatamente riferimento al prodotto analizzato. In questo caso è stato fondamentale l'apporto dei tecnici specializzati, che hanno consentito di andare oltre le nozioni di base arrivando a mettere in luce particolarità ed inefficienze del processo produttivo, come quelle relative alla necessità di effettuare una manutenzione degli stampi con maggiore frequenza. Le restanti sezioni schematizzano invece i processi aziendali che permettono la gestione delle informazioni e l'organizzazione della produzione e della logistica e che coinvolgono tutti i prodotti commercializzati da Plastic Legno. La maggiore generalizzazione relativa al secondo capitolo è evidenziata dal fatto che tutte le proposte di miglioramento riportate nel capitolo finale sono focalizzate proprio sulle attività di produzione e gestione, in quanto come spiegato nell'introduzione per individuare opportunità di crescita risulta necessario comprendere e normalizzare il più possibile i vari processi interni.

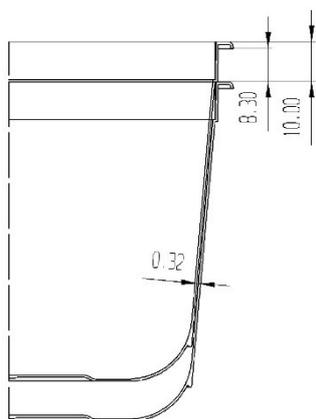
Nel capitolo relativo al sistema di gestione della qualità si è nuovamente adottato un approccio generale, dovuto al fatto che le attività di controllo e monitoraggio sulla produzione sono estese a tutti i prodotti. I requisiti normativi inoltre si applicano all'intera azienda, indipendentemente dai volumi di produzione o dal numero di referenze gestite, così come per le certificazioni volontarie che richiedono la conformità a determinati standard non ottenibile se non sull'interezza della produzione. Questa parte dell'analisi è stata condotta con l'aiuto del responsabile del sistema di gestione

integrato, partendo da una ricapitolazione delle attività svolte dagli addetti alla qualità in stabilimento, che è servita a fare il punto della situazione. Attraverso uno studio delle normative e leggi di riferimento per il settore è invece stato possibile schematizzare gli obblighi ai quali l'impresa deve far fronte, differenziandoli chiaramente dalle esigenze di conformità a requisiti necessari per ottenere certificazioni volontarie. Questo ambito particolare dell'operatività aziendale in seguito allo studio effettuato non ha presentato evidenti opportunità di miglioramento, ma ad ogni modo il lavoro ha permesso di ottenere una visione d'insieme dei processi che caratterizzano il dipartimento. Sicuramente alcuni aspetti tra quelli analizzati meritano maggiore approfondimento per essere pienamente compresi, ma non era lo scopo di questo lavoro il concentrarsi su attività particolari quanto piuttosto schematizzare il funzionamento dell'azienda per poter individuare delle opportunità di miglioramento. Nell'insieme si può quindi considerare di aver raggiunto l'obiettivo preposto, affiancato però da una rinnovata consapevolezza a riguardo dei propri processi interni per l'azienda stessa interessata dall'analisi. Infine, data la varietà degli argomenti trattati, si può considerare questo lavoro come una introduzione sul settore descritto, fungendo quindi da base per approfondimenti più mirati.



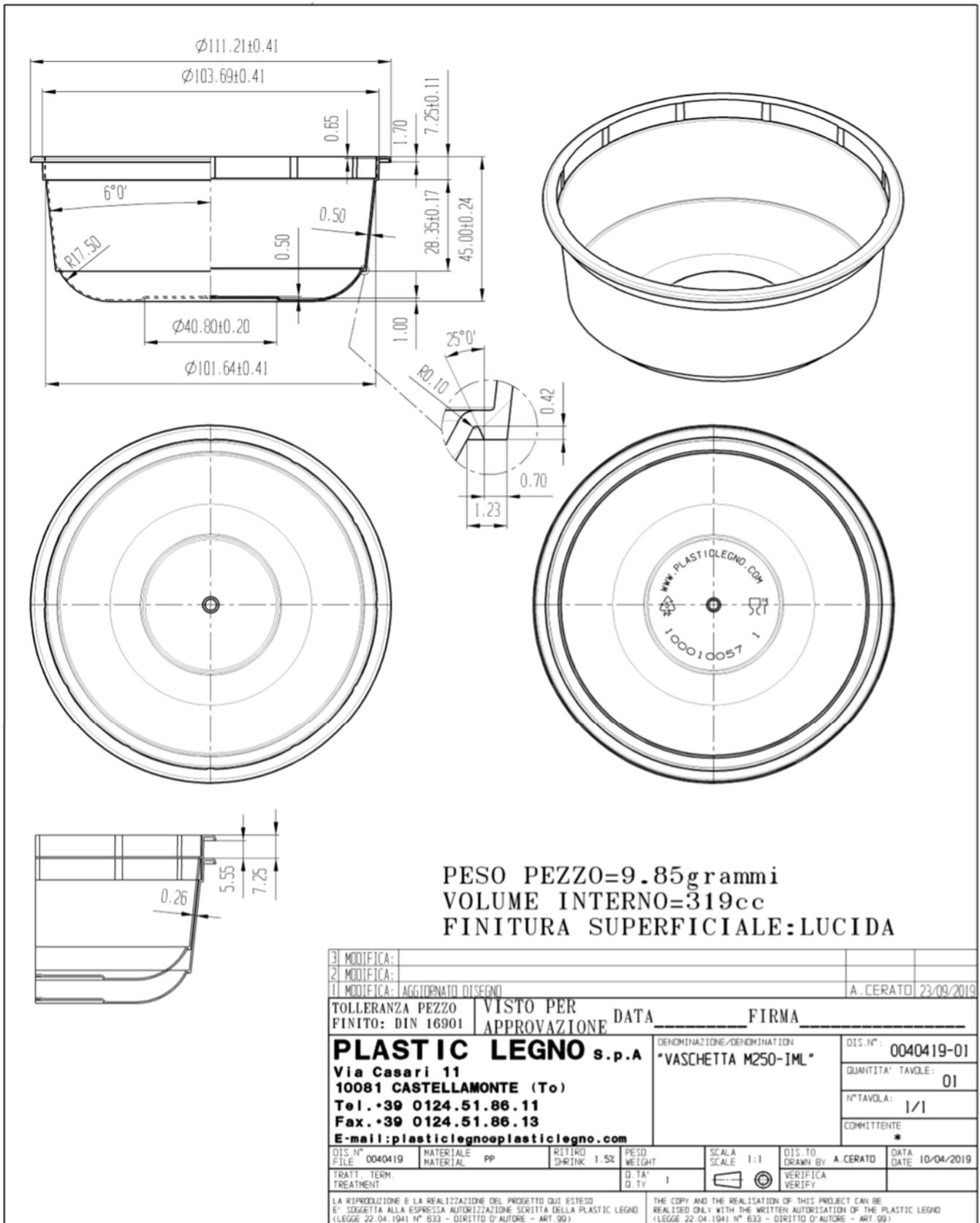


PESO PEZZO=15.50grammi  
 VOLUME INTERNO=590cc  
 FINITURA SUPERFICIALE:LUCIDA

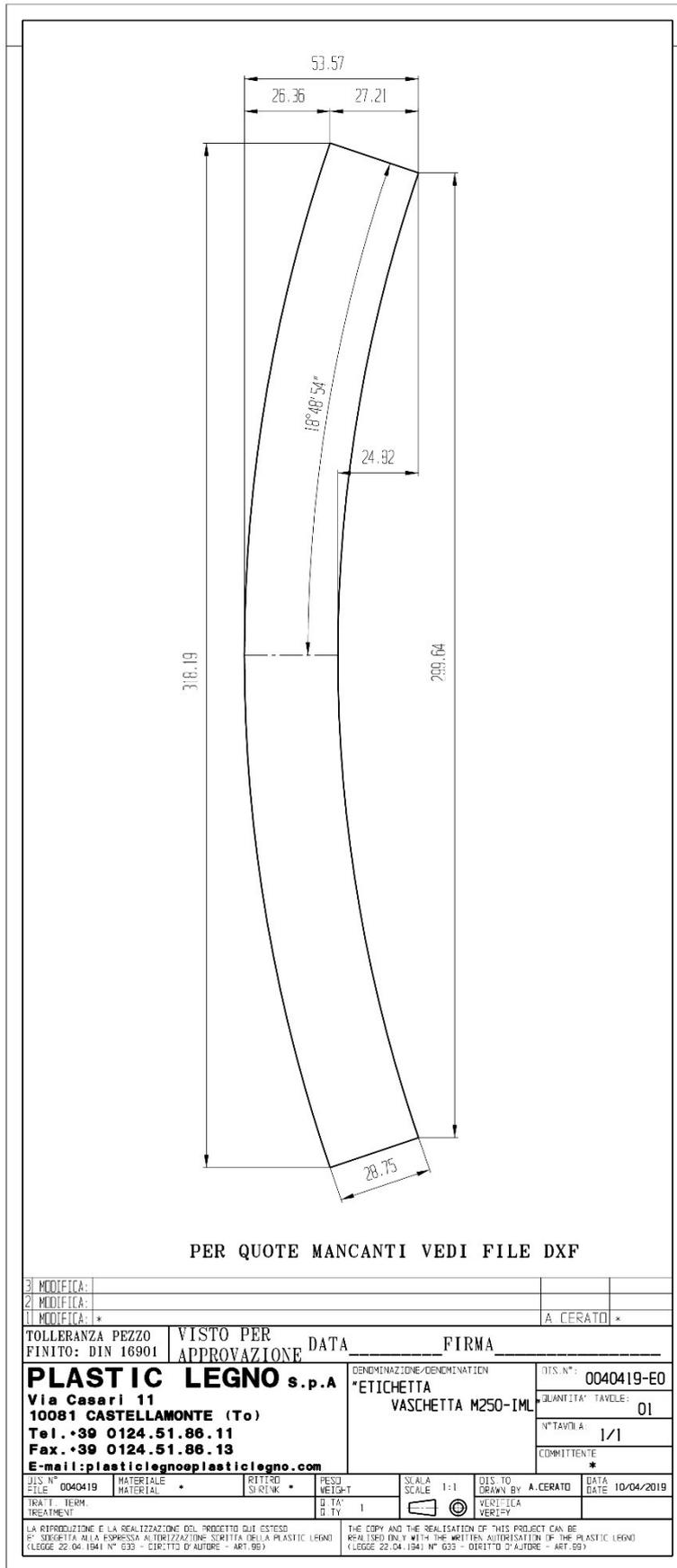


4 MODIFICA:		A. CERATO
3 MODIFICA:		A. CERATO
2 MODIFICA:		A. CERATO
1 MODIFICA: *		A. CERATO *
TOLLERANZA PEZZO FINITO: DIN 16901	VISTO PER APPROVAZIONE	DATA FIRMA
<b>PLASTIC LEGNO s.p.a</b>		DENOMINAZIONE/DENOMINATION "VASCHETTA M500-IML"
Via Casari 11 10081 CASTELLAMONTE (To) Tel. +39 0124.51.86.11 Fax. +39 0124.51.86.13 E-mail: plasticlegno@plasticlegno.com		DIS. N°: 0030419-00 QUANTITÀ TAVOLE: 01 N° TAVOLA: 1/1 COMMITTENTE: *
DIS. N° FILE: 0030419	MATERIALE MATERIAL: PP	RETR. SHRINK: 1.5%
TRATT. TREATMENT:		PESO WEIGHT: 15.50g
		Q. TA' Q. TY: 1
LA RIPRODUZIONE E LA REALIZZAZIONE DEL PROGETTO QUI ESTESO È SOTTOGGETTA ALLA ESPRESSA AUTORIZZAZIONE SCRITTA DELLA PLASTIC LEGNO (LEGGE 22-04-1941 N° 633 - DIRITTO D'AUTORE - ART. 96)		SCALA SCALE: 1:1 DIS. TO DRAWN BY: A. CERATO VERIFICA VERIFY: <input type="checkbox"/>
		DATA DATE: 07/04/2019
		THE COPY AND THE REALISATION OF THIS PROJECT CAN BE REALISED ONLY WITH THE WRITTEN AUTHORISATION OF THE PLASTIC LEGNO (LEGGE 22-04-1941 N° 633 - DIRITTO D'AUTORE - ART. 96)

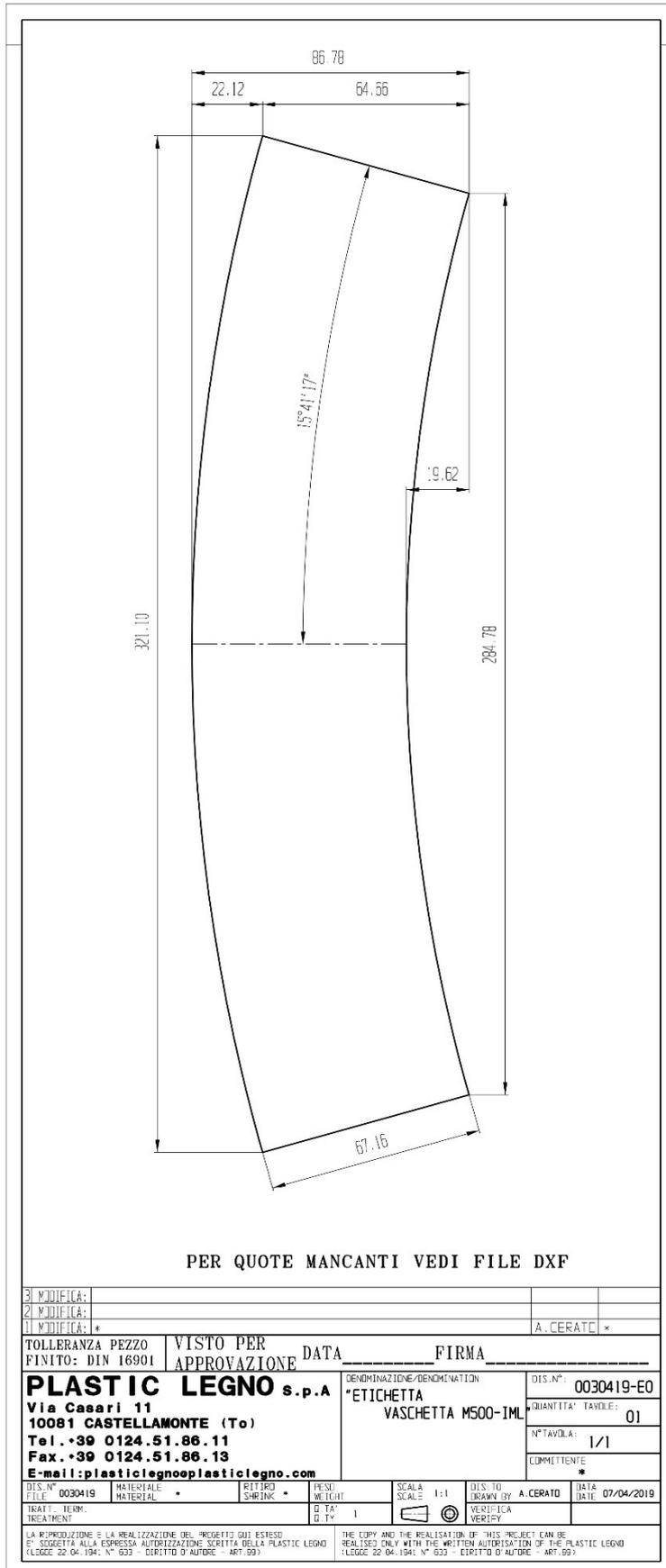
# Appendice II - Modello 2D definitivo



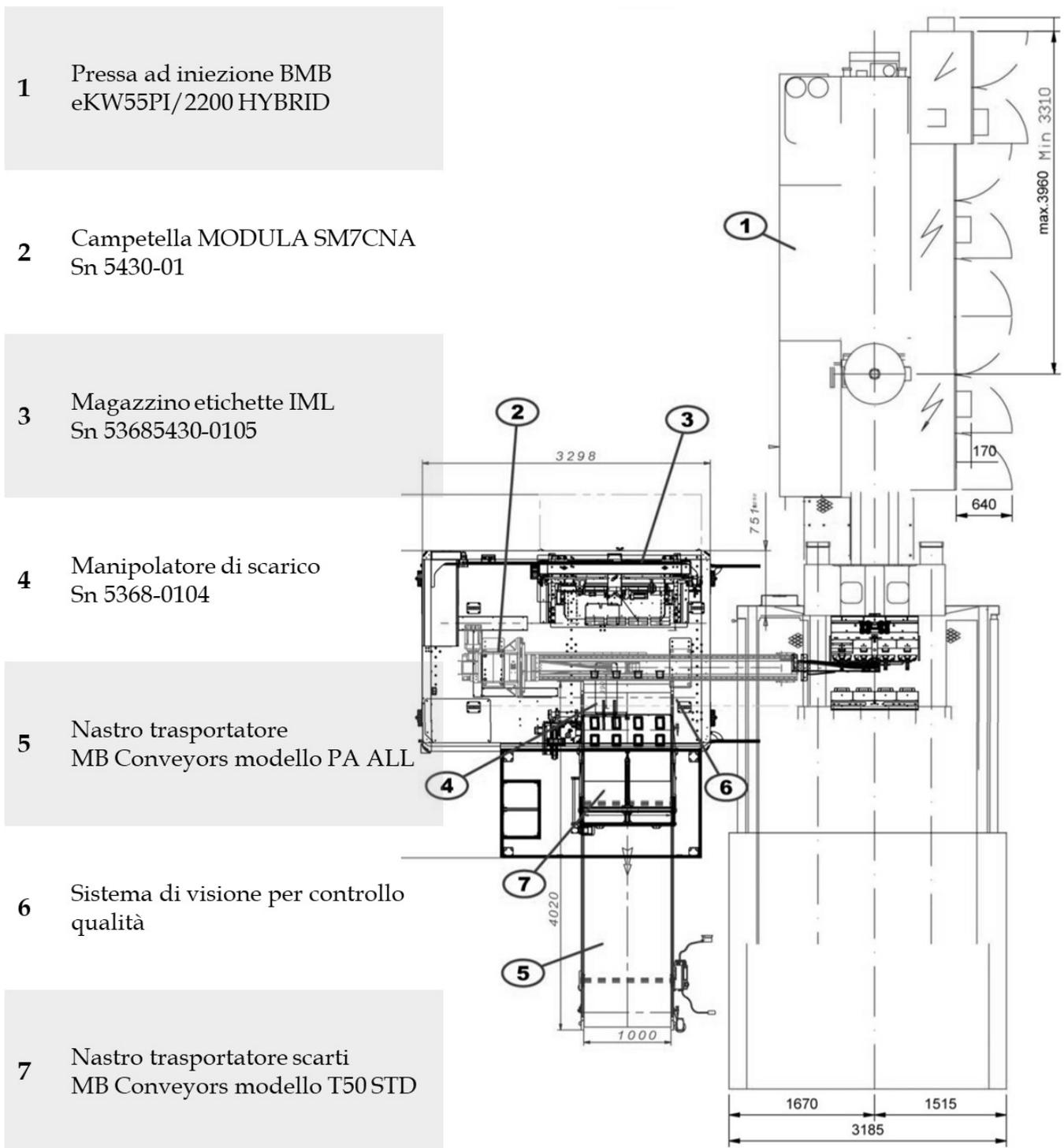
# Appendice III - Modelli 2D etichette IML



3 MODIFICA:			
2 MODIFICA:			
1 MODIFICA:	*		A. CERATO *
TOLLERANZA PEZZO FINITO: DIN 16901	VISTO PER APPROVAZIONE	DATA	FIRMA
<b>PLASTIC LEGNO s.p.a</b> Via Casari 11 10081 CASTELLAMONTE (To) Tel. +39 0124.51.86.11 Fax. +39 0124.51.86.13 E-mail: plasticlegno@plasticlegno.com	DENOMINAZIONE/DENOMINATION *ETICHETTA VASCHETTA M250-IML		DTS. N°: 0040419-E0 QUANTITÀ TAVOLE: 01 N°TAVOLA: 1/1 COMMITTENTE: *
DTS. N° FILE: 0040419	MATERIALE MATERIAL: *	RITIRO SHRINK: *	PESO WEIGHT: *
TREAT. TERM. TREATMENT:		SCALA SCALE: 1:1	DIS. TO DRAWN BY: A. CERATO
			DATA DATE: 10/04/2019
LA RIPRODUZIONE E LA REALIZZAZIONE DEL PRODOTTO CHE COSTITUISCE LA SOCIETÀ ALLA ESPRESSA AUTORIZZAZIONE SCRITTA DELLA PLASTIC LEGNO (LEGGE 22.04.1941 N° 633 - DIRITTO D'AUTORE - ART. 99)		THE COPY AND THE REALISATION OF THIS PROJECT CAN BE REALISED ONLY WITH THE WRITTEN AUTHORIZATION OF THE PLASTIC LEGNO (LEGGE 22.04.1941 N° 633 - DIRITTO D'AUTORE - ART. 99)	



# Appendice IV - Layout della linea di produzione



# Appendice V - Scheda prodotto

	<h2>SCHEDA PRODOTTO</h2>	Mod. PRD-01/2
		
<b>PRODOTTO</b>		
codice interno articolo	#####	
codice Cliente articolo	#####	
descrizione	DESCRIZIONE_ARTICOLO	
tecnologia di lavorazione	Stampaggio ad iniezione	
cliente	NOME_CLIENTE	
<b>INFORMAZIONI PRODOTTO</b>		
materia prima	MATERIA_PRIMA	
materia prima	MATERIA_PRIMA	
master	NOME_MASTER ##%	
passo disimpilamento (nominale mm)	##,##	
diametro esterno (nominale mm)	###,##	
altezza articolo (nominale mm)	##,##	
peso unitario (gr /± 5%)	##,##	
uso previsto	idoneo al diretto contatto con gli alimenti	
normativa di riferimento	Regolamento CE 1935/2004 Regolamento CE 1895/2005 Regolamento CE 2023/2006 Regolamento UE n. 10/2011 e successivi aggiornamenti D.M. 21/03/1973 e successivi aggiornamenti D.P.R. 777/82 e successivi aggiornamenti D.Lgs. n. 29 del 10/02/2017	
capitolato cliente	/	
simboli sul prodotto	 ##### N. IMPRONTA <a href="http://www.plasticlegno.com">www.plasticlegno.com</a>	
<b>INFORMAZIONI LOGISTICHE</b>		
tipo pallet	TIPO_PALLET	
imballo	NOME_SCATOLA (#####)	
sacchetto interno cartone	SI/NO (CODICE_SACCO)	
pezzi per cartone	###	
pezzi per bancale	#####	
dettaglio imballo	## FILE DA ## PZ	
dimensioni cartone (mm)	###x###x###	
n. cartoni per bancale	##	
n. strati per bancale	#	
stoccaggio	magazzino food	
riferimento disegno	##/##/####	
<b>CONAI</b>		
Articolo soggetto a contributo CONAI come da normativa vigente		
<b>Data emissione Scheda</b>	<b>Firma RSGI</b>	
<b>##/##/###</b>		

# Appendice VI - Scheda produzione articolo

		SCHEDA PRODUZIONE ARTICOLO		Mod. PRD - 02/1
MACCHINA N.	.....	ORE TURNO:	8	6
DATA:	.....	N. TURNI:	3	4
CODICE:	##### - ##### NOME CLIENTE			
DESCRIZIONE:	NOME PRODOTTO			
IMPRONTE N:	8		SCATOLA BIANCA	
STAMPATE N.	1° Turno	.....	2° Turno	.....
	3° Turno	.....	4° Turno	.....
RIMANENZE FINE TURNO	1° Turno	.....	2° Turno	.....
	3° Turno	.....	4° Turno	.....
VERIFICA PESO	1° Turno	.....	2° Turno	.....
	3° Turno	.....	4° Turno	.....
VERIFICA TEMPO	1° Turno	.....	2° Turno	.....
	3° Turno	.....	4° Turno	.....
AVVIAMENTO MACCHINA:	.....		OSSERVAZIONI:	.....
FERMO:	.....		.....	
FERMO CAMBIO STAMPO:	.....		.....	
FERMO MANUTENZIONE:	.....		.....	
FERMO MANC. PERSONALE:	.....		ORE LAVORO MACCHINA	
MATERIA PRIMA:	FORNITORE/TIPO:	LOTTO:		
50% PP COPOLIMERO (TT0102050)	BOREALIS BJ368MO	.....		
50% PP OMOPOLIMERO (TT0102043)	BOREALIS HJ325MO	.....		
2% MST BIANCO	CLARIANT REMAFIN RCL	.....		
AAISACCO011	.....	.....		
FIRMA CAPO TURNO E ADDETTA ALLA MACCHINA				
1° Turno	.....	2° Turno	.....	
3° Turno	.....	4° Turno	.....	
AD OGNI CAMBIO STAMPO BENESTARE A PRODURRE				
			<input type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO
FIRMA CQ				
FIRMA RS/MAN				

# Appendice VII - Scheda pallettizzazione

		SCHEDA PALLETTIZZAZIONE		Mod. PRD-89/0
ART. NOME_PRODOTTO		COD.CLIENTE #####		PALLET N. ##
MATERIALE XXXXXX + XXXXX		COD. INTERNO		#####
SCATOLA N.	DATA	TURNO	MATRICOLA	
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				
20				

LOTTO P20 - - - - - T - - - - -

		SCHEDA PALLETTIZZAZIONE		Mod. PRD-89/0
ART. NOME_PRODOTTO		COD.CLIENTE #####		PALLET N. ##
MATERIALE XXXXXX + XXXXX		COD. INTERNO		#####
SCATOLA N.	DATA	TURNO	MATRICOLA	
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				
20				

LOTTO P20 - - - - - T - - - - -



# Appendice IX - Scheda avviamento produzione

		<b>SCHEDA AVVIAMENTO PRODUZIONE</b>				Mod. PRD-53/1	
PRESSA N. _____ DATA : _____ ARTICOLO <b>NOME_PRODOTTO</b> CODICE INTERNO <b>#####</b> PRODURRE N. ___ PEDANE DA ##### PZ (## SCATOLE DA ### PZ/SC - ## PILOTTI DA ## PZ) N. ___ SCATOLE COD. CLIENTE ##### NOME_CLIENTE _____ DAL PALLET N. ## AL N. _____ STAMPO # IMPR _____ MATERIALE XXXXX ##% + XXXXX ##% <b>TIPO_SCATOLA cod ##### mm ##x##x###</b>		DESCRIZIONE IMBALLO <b>VEDI ISTRUZIONI LAVORO</b> <b>NUM. ORDINE</b> _____ PULIZIA LINEA SI NO EVENTUALE RICONTROLLO SI NO					
DATA	DATA	DATA	DATA	DATA	DATA	DATA	DATA
1° _____	1° _____	1° _____	1° _____	1° _____	1° _____	1° _____	1° _____
2° _____	2° _____	2° _____	2° _____	2° _____	2° _____	2° _____	2° _____
3° _____	3° _____	3° _____	3° _____	3° _____	3° _____	3° _____	3° _____
DATA	DATA	DATA	DATA	DATA	DATA	DATA	DATA
1° _____	1° _____	1° _____	1° _____	1° _____	1° _____	1° _____	1° _____
2° _____	2° _____	2° _____	2° _____	2° _____	2° _____	2° _____	2° _____
3° _____	3° _____	3° _____	3° _____	3° _____	3° _____	3° _____	3° _____
DATA	DATA	DATA	DATA	DATA	DATA	DATA	DATA
1° _____	1° _____	1° _____	1° _____	1° _____	1° _____	1° _____	1° _____
2° _____	2° _____	2° _____	2° _____	2° _____	2° _____	2° _____	2° _____
3° _____	3° _____	3° _____	3° _____	3° _____	3° _____	3° _____	3° _____
DATA	DATA	DATA	DATA	DATA	DATA	DATA	DATA
1° _____	1° _____	1° _____	1° _____	1° _____	1° _____	1° _____	1° _____
2° _____	2° _____	2° _____	2° _____	2° _____	2° _____	2° _____	2° _____
3° _____	3° _____	3° _____	3° _____	3° _____	3° _____	3° _____	3° _____

# Appendice X – Certificazioni volontarie

ZERTIFIKAT ◆ CERTIFICATE ◆ 認證證書 ◆ CERTIFICADO ◆ CERTIFICAT



Management Services

## CERTIFICATO

Si attesta che

**PLASTIC LEGNO S.P.A.**  
Via Casari, 11  
10081 CASTELLAMONTE (TO)  
Italia  
Site code: 1278140

e' stata valutata da  
**TÜV SÜD Management Service GmbH (043)**  
- accreditato da DAKKS -  
ed è conforme ai requisiti del

**BRC Global Standard**  
**for Packaging and Packaging Materials**  
Issue 5, July 2015.

**Scopo: Stampaggio ad iniezione di contenitori, coperchi, vaschette in PP e PS per l'industria alimentare, sia a contatto diretto che non, imballati in sacchetti di plastica e scatole di cartone**

**Categorie di prodotti: Alto Rischio - Formatura di plastiche rigide**

**Classificazione raggiunto: AA**

**Programma di audit: Announced**

Data di audit: 26/09/2019 - 27/09/2019

N° di registrazione del certificato: 12 021 48850 TMS

N° d'ordine: 707033957

Auditore n°: 043027

Prossimo audit da eseguirsi nel periodo di tempo:  
01/09/2020 - 29/09/2020

Validità del certificato: 30/10/2019 - 10/11/2020

Visitare la BRC Directory [www.brcdirectory.com](http://www.brcdirectory.com) per verificare l'autenticità del certificato.  
Se si desidera fornire valutazioni sul BRC Global Standard o sul processo di audit direttamente a BRC,  
si prega di contattare [enquiries@brcglobalstandards.com](mailto:enquiries@brcglobalstandards.com) / BRC hotline +44 (0)20 7717 5959.



*E. Keller*  
Product Compliance Management  
Monaco, 31/10/2019



Questo certificato è  
proprietà di

TÜV SÜD Management Service China I • Zertifikatsstelle • Pillerstrasse 67 • 80339 München • Germany  
[www.tuv-sud.com/certificates-validity-check](http://www.tuv-sud.com/certificates-validity-check)

TUV®



Italia

# CERTIFICATO

Nr. 50 100 14415

SI ATTESTA CHE / THIS IS TO CERTIFY THAT  
IL SISTEMA DI GESTIONE DELL'ENERGIA DI  
THE ENERGY MANAGEMENT SYSTEM OF

**PLASTIC LEGNO S.p.A.**

SEDE LEGALE E OPERATIVA:  
REGISTERED OFFICE AND OPERATIONAL SITE:

**VIA CASARI 11  
I-10081 CASTELLAMONTE (TO)**

È CONFORME AI REQUISITI DELLA NORMA  
HAS BEEN FOUND TO COMPLY WITH THE REQUIREMENTS OF

**UNI CEI EN ISO 50001:2012**

QUESTO CERTIFICATO È VALIDO PER IL SEGUENTE CAMPO DI APPLICAZIONE  
THIS CERTIFICATE IS VALID FOR THE FOLLOWING SCOPE

**Stampaggio ad iniezione di articoli plastici in PP e PS, neutre o personalizzate con etichettatura IML, per il settore alimentare a diretto contatto con l'alimento e non**

**Thermoplastic injection moulding of PP and PS plastic containers, neutral or customized by IML labelling, for food sector in direct contact with food and not**

Per l'Organismo di Certificazione  
For the Certification Body  
**TÜV Italia S.r.l.**

Validità / Validity

Dal / From: **2018-03-01**

Al / To: **2021-02-28**

Data emissione / Printing Date

**Andrea Coscia**  
Direttore Divisione Management Service

**2018-03-05**

"LA VALIDITÀ DEL PRESENTE CERTIFICATO È SUBORDINATA A SORVEGLIANZA PERIODICA AI 2 MESI E AL RIESAME COMPLETO DEL SISTEMA DI GESTIONE AZIENDALE CON PERIODICITÀ TRIENNALE"

"THE VALIDITY OF THE PRESENT CERTIFICATE DEPENDS ON THE ANNUAL SURVEILLANCE EVERY 2 MONTHS AND ON THE COMPLETE REVIEW OF COMPANY'S MANAGEMENT SYSTEM AFTER THREE-YEARS"



Italia

# CERTIFICATO

**Nr. 50 100 12790 - Rev.001**

Certificat0 co-titolare collegato (ultima revisione applicabile):  
 Connected to the sub-certificate (last version):  
 50 100 12790/1

Si attesta che / This is to certify that

IL SISTEMA QUALITÀ DI  
 THE QUALITY SYSTEM OF

**PLASTIC LEGNO S.p.A.**

SEDE LEGALE E OPERATIVA:  
 REGISTERED OFFICE AND OPERATIONAL SITE:

**VIA CASARI 11  
 IT - 10081 CASTELLAMONTE (TO)**

È CONFORME AI REQUISITI DELLA NORMA  
 HAS BEEN FOUND TO COMPLY WITH THE REQUIREMENTS OF

**UNI EN ISO 9001:2015**

QUESTO CERTIFICATO È VALIDO PER IL SEGUENTE CAMPO DI APPLICAZIONE  
 THIS CERTIFICATE IS VALID FOR THE FOLLOWING SCOPE

**Stampaggio ad iniezione di contenitori plastic  
 i per il settore alimentare.  
 Termoformatura di articoli plastici per il settore alimentare e non  
 (IAF 14)**

**Thermoplastic injection moulding of plastic containers for food stuffs.  
 Thermoforming of plastic parts for food stuffs and not (IAF 14)**



SGQ N° 049A

Membro degli Accordi di Mutuo Riconoscimento  
 EA, IAF e ILAC  
 Signatory of EA, IAF and ILAC Mutual  
 Recognition Agreements

Per l'Organismo di Certificazione  
 For the Certification Body  
**TÜV Italia S.r.l.**

Validità / Validity

Dal / From: **2018-01-15**  
 Al / To: **2020-12-10**

**Andrea Coscia**  
 Direttore Divisione Management Service

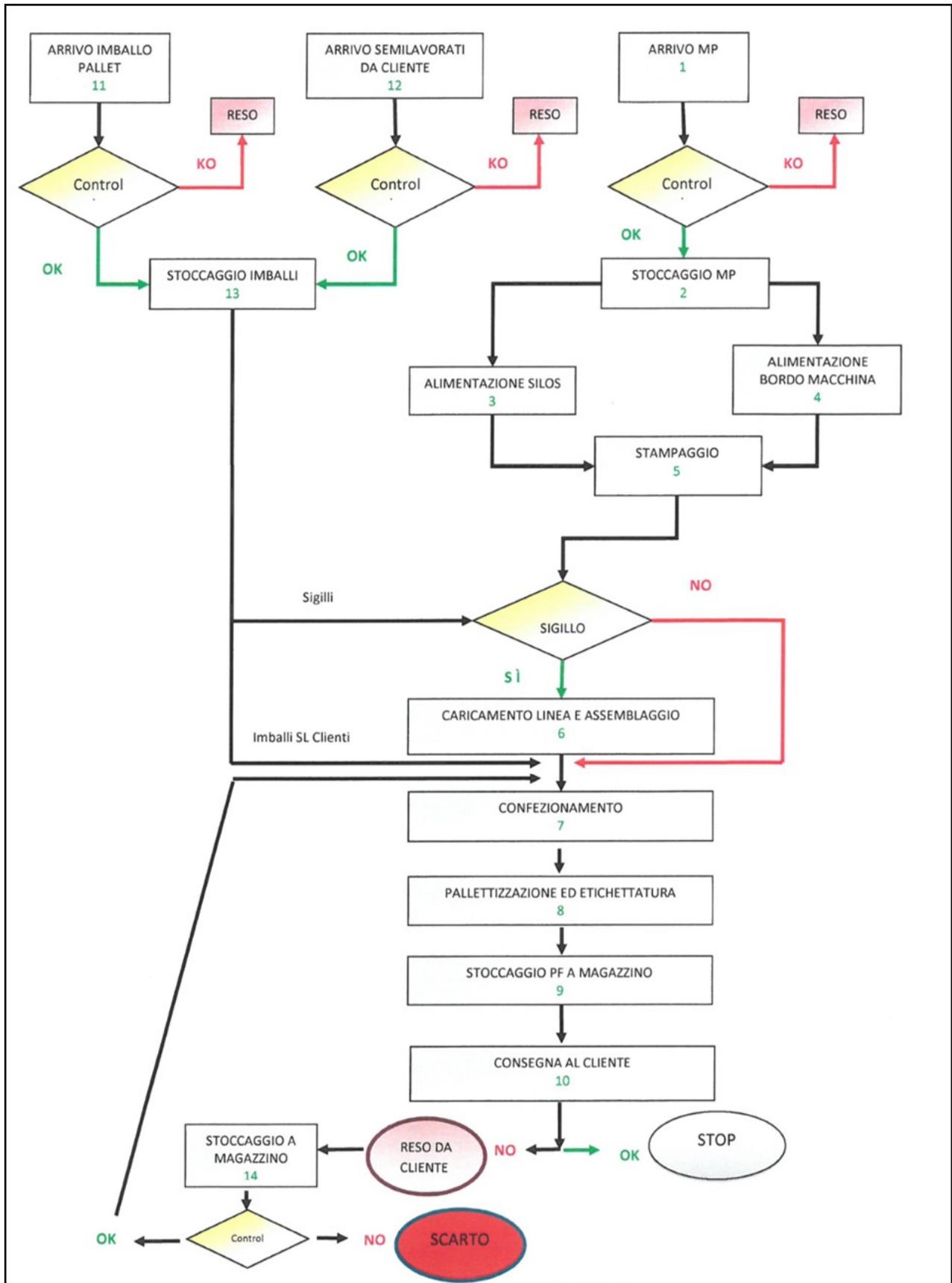
Data emissione / Printing Date  
**2018-01-15**

**PRIMA CERTIFICAZIONE / FIRST CERTIFICATION: 2014-12-11**

"LA VALIDITÀ DEL PRESENTE CERTIFICATO È SUBORDINATA A SORVEGLIANZA PERIODICA A 12 MESI E AL RIESAME COMPLETO DEL SISTEMA DI GESTIONE AZIENDALE CON PERIODICITÀ TRIENNALE"

"THE VALIDITY OF THE PRESENT CERTIFICATE DEPENDS ON THE ANNUAL SURVEILLANCE EVERY 12 MONTHS AND ON THE COMPLETE REVIEW OF COMPANY'S MANAGEMENT SYSTEM AFTER THREE-YEARS"

# Appendice XI - Diagramma di flusso



# Bibliografia

1. **Istituto Italiano Imballaggio.** *Imballaggio in cifre 2019.* 2019.
2. **CONAI.** Cos'è CONAI. [Online] Aprile 2020. [Riportato: 19 Maggio 2020.] [www.conai.org](http://www.conai.org).
3. —. *PROGRAMMA GENERALE DI PREVENZIONE E DI GESTIONE DEGLI IMBALLAGGI E DEI RIFIUTI DI IMBALLAGGIO - Relazione Generale Consuntiva 2018.* Roma : s.n., 2019.
4. **BMB.** Manuale delle istruzioni per l'uso e la manutenzione - modello eKW55PI/2200 HYBRID. 2019.
5. **Ascend Performance Materials.** New Polyamides Substantially Reduce Plate-Out and Boost Design Options for Connector Manufacturers. *Sito Web di Ascend Performance Materials.* [Online] Aprile 2014. [https://5169e6bcd4855faee180-7b63e7a7d0a4b0cdc26f4a866f0e35fa.ssl.cf3.rackcdn.com/connector-white-paper\\_p1\\_\(1\).pdf](https://5169e6bcd4855faee180-7b63e7a7d0a4b0cdc26f4a866f0e35fa.ssl.cf3.rackcdn.com/connector-white-paper_p1_(1).pdf).
6. **Borealis AG.** Product Data Sheet Polypropylene HJ325MO. *Sito Web Gruppo Borealis.* [Online] Novembre 2018. [www.borealisgroup.com](http://www.borealisgroup.com).
7. —. Product Data Sheet Polypropylene BJ368MO. *Sito Web Gruppo Borealis.* [Online] Giugno 2019. [www.borealisgroup.com](http://www.borealisgroup.com).
8. **Gart MP S.r.l.** FORMULARIO per lo stampaggio della plastica v.1.3. *Sito Web Gart MP.* [Online] <http://www.gart-mp.it/documenti/FORMULARIO%20per%20lo%20stampaggio%20della%20plastica%20v.1.3.pdf>.
9. **Smith, William F.** *Scienza e tecnologia dei materiali.* Milano : Alberto Kratter Thaler, 1995. 8838607095.
10. **EWELLIX.** Viti a rulli satelliti | Ewellix. *Sito web dell'azienda Ewellix.* [Online] <https://www.ewellix.com/it/it/prodotti/viti%20a%20sfere%20e%20a%20rulli/viti-a-rulli/viti-a-rulli-satelliti>.
11. **CAMPETELLA ROBOTIC CENTER S.r.l.** . Manuale Utente - Macchina di asservimento pressa ad iniezione. 2019.
12. **CAMPETELLA ROBOTIC CENTER S.r.l.** Robot lineare laterale MODULA X-SERIES EVO. *Sito Web di Campetella Robotic Center.* [Online] <https://www.campetella.com/it/robot-laterali/modula-x-series/>.
13. **Agenzia delle Entrate.** Fatturazione elettronica PA - Cos'è la FatturaPA. [Online] <https://www.fatturapa.gov.it/export/fatturazione/it/a-1.htm>.

14. REGOLAMENTO (CE) N. 1935/2004 DEL PARLAMENTO EUROPEO E DEL CONSIGLIO riguardante i materiali e gli oggetti destinati a venire a contatto con i prodotti alimentari e che abroga le direttive 80/590/CEE e 89/109/CEE. 2004.
15. REGOLAMENTO (UE) N. 10/2011 DELLA COMMISSIONE riguardante i materiali e gli oggetti di materia plastica destinati a venire a contatto con i prodotti alimentari . 2011.
16. **Commissione Europea - Direzione Generale per la salute e i consumatori.** Orientamenti dell'Unione sul regolamento (UE) n. 10/2011 riguardante i materiali e gli oggetti di materia plastica destinati a venire a contatto con i prodotti alimentari, per quanto concerne le informazioni all'interno della catena di approvvigionamento. Bruxelles : s.n., 2013.
17. **Aldrigo, Daniela.** *Come deve essere redatta e cosa deve contenere la dichiarazione di conformità di un MOCA.* Milano : s.n., 2020.
18. **Sorice, Carmen.** *MATERIE PLASTICHE MONO E MULTISTRATO: APPROCCIO ANALITICO ED ESEMPI APPLICATIVI.* Milano : s.n., 2020.