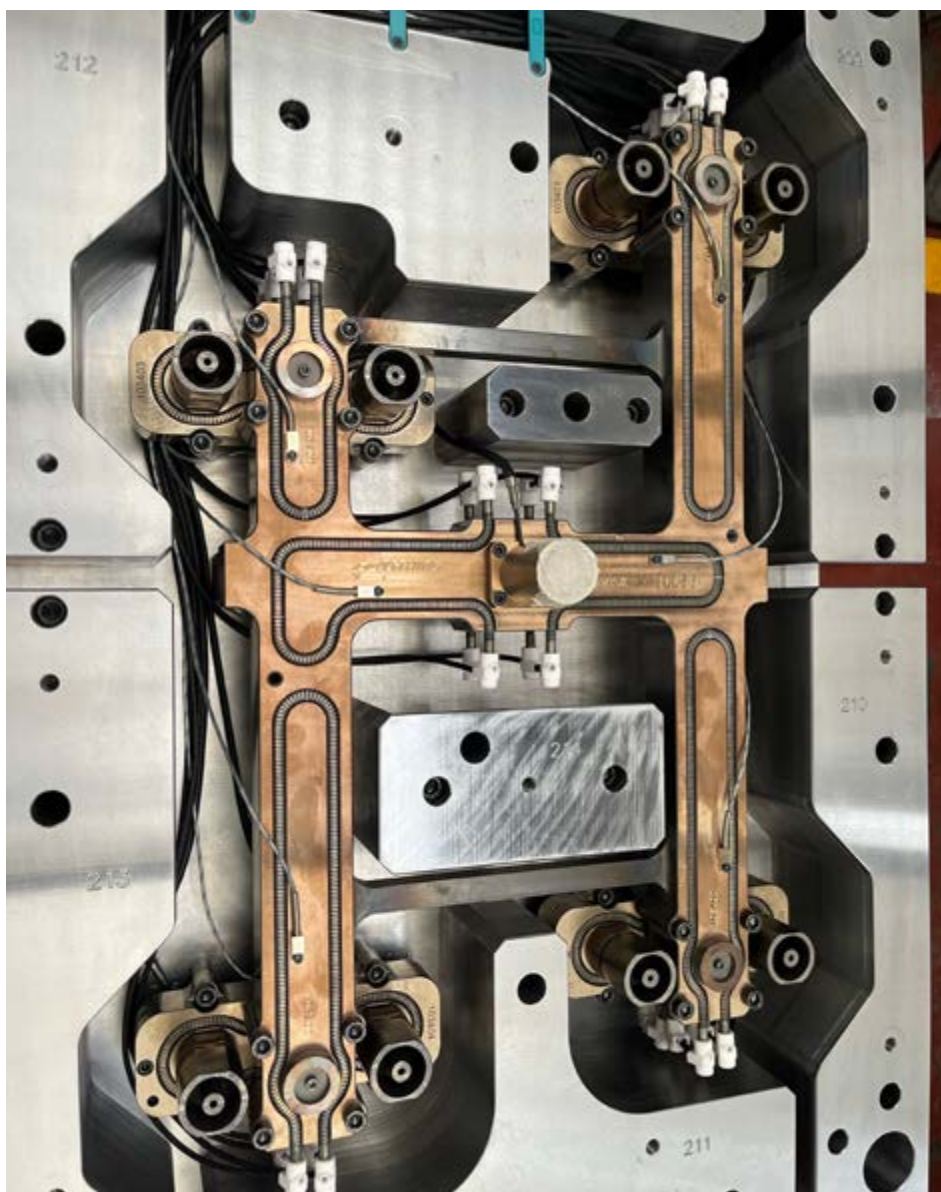


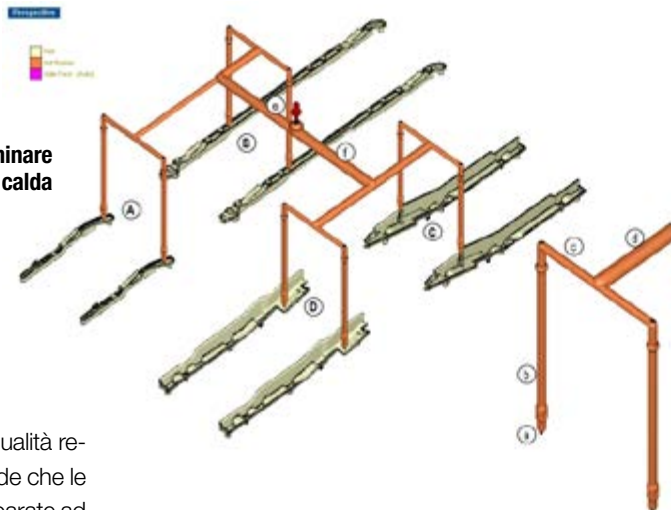
Camere calde L'era della personalizzazione

Ottimizzazione digitale di sistemi a canale caldo senza iniezione sequenziale. La partnership tra la Cavaglià Plasting e il Consorzio Proplast nasce per realizzare un sistema a canale caldo controtendenza, semplice e privo di tecnologie per la gestione differenziata del flusso di polimero, ma comunque capace di garantire il riempimento bilanciato di uno stampo famiglia con cavità tra loro molto differenti.

L'evoluzione industriale ha visto il susseguirsi di fasi che hanno determinato il passaggio dalla produzione di massa tradizionalmente intesa a processi digitali interconnessi, che tendono alla collaborazione uomo-macchina e in cui la sostenibilità diventa uno dei pilastri fondamentali. Nel campo della manifattura plastica lo sviluppo di dispositivi e strumenti ausiliari ricalca questa tendenza: dalle lavorazioni meccaniche CNC di elevata precisione, a sistemi per lo scambio di dati tra presse e software CAE, a isole di lavoro completamente automatizzate, a cobot. L'obiet-



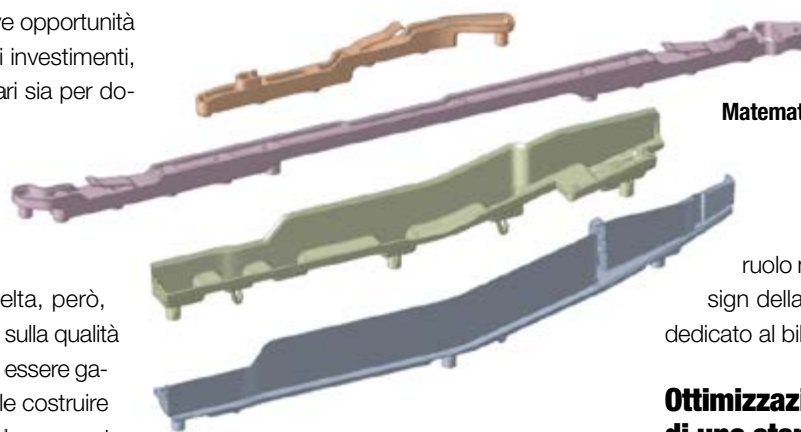
Configurazione preliminare della camera calda



Canale	Ø	Lunghezza
A	a	1,6 mm ≈ 0,3 mm
	b	8 mm > 130 mm
	c	8 mm ≈ 70 mm
	d	9 mm ≈ 130 mm
B	a	1,8 mm ≈ 0,3 mm
	b	8 mm > 130 mm
	c	8 mm ≈ 70 mm
	d	14 mm ≈ 45 mm
C	a	2,2 mm ≈ 0,3 mm
	b	8 mm ≈ 130 mm
	c	8 mm ≈ 45 mm
	d	14 mm ≈ 130 mm
D	a	2,2 mm ≈ 0,3 mm
	b	8 mm ≈ 135 mm
	c	8 mm ≈ 45 mm
	d	14 mm > 130 mm
e	16 mm > 170 mm	
f	16 mm ≈ 170 mm	

tivo costante è un prodotto finito di qualità realizzato con efficienza. Tuttavia, accade che le realtà aziendali non sono sempre preparate ad accogliere e fare proprie le nuove opportunità tecnologiche. La causa sono gli investimenti, spesso troppo onerosi, necessari sia per dotarsi di attrezzature sia per assumere o formare personale qualificato. Inevitabilmente, ci si affida a tecnologie consolidate anche se non estremamente prestanti. Questa scelta, però, non deve pesare negativamente sulla qualità del manufatto, che deve sempre essere garantita. Pertanto, è indispensabile costruire proficue collaborazioni tra aziende, per mettere a disposizione del progetto il know how necessario al raggiungimento dell'obiettivo.

- La sinergia tra la Cavaglià Plasting Srl di Piasco (CN) e il Consorzio Proplast di Alessandria (AL) nasce proprio dall'esigenza di sviluppare un sistema complesso a gestione semplificata. L'obiettivo è dimensionare e realizzare una camera calda con otturazione ma senza gestione differenziata del flusso, per lo stampaggio simultaneo di otto componenti, uguali a due a due, dai volumi tra loro molto diversi – 14 cm³ + 39 cm³ + 43 cm³ + 48 cm³ (Fig. 1), per ottenere un processo indipendente dal controllo dei tempi di apertura dei singoli otturatori, con un sistema più stabile, bilanciato a monte, e con un ciclo di stampaggio più robusto. Si tratta di un progetto dai target stringenti, dove la conformità strutturale dei manufatti, un ciclo di stampaggio competitivo e la ferma interdizione all'iniezione sequenziale ne rappresentano i capisaldi. La soddisfazione di simili specifiche esige uno studio approfondito nei minimi dettagli dell'Hot Runner System.



Matematiche dei manufatti

ruolo nel progetto è di sostegno al design della camera calda, con uno studio dedicato al bilanciamento del riempimento.

Una partnership di successo

La Cavaglià Plasting Srl e il Consorzio Proplast sono due realtà aziendali tra loro differenti ma che hanno in comune la passione per le sfide.

Cavaglià Plasting Srl nasce nel 1977 in quello che era un piccolo laboratorio e più tardi l'azienda si amplia e si trasferisce a Piasco dove risiede tutt'oggi. È specializzata nella progettazione e realizzazione di stampi per materie plastiche per ogni tipo di settore, e ha fatto dei sistemi di iniezione il proprio core business. All'interno del progetto presentato nei paragrafi a seguire si è occupata, per l'appunto, di progettare e realizzare la camera calda e lo stampo.

Il Consorzio Proplast di Alessandria è un centro tecnologico impegnato da 25 anni nella cultura della plastica. Strutturato per analizzare tutte le fasi della filiera del settore, dalla ricerca sui materiali fino al processo di produzione passando per il testing, il compounding e l'ingegneria di prodotto, mette a disposizione delle aziende le proprie competenze. Il suo

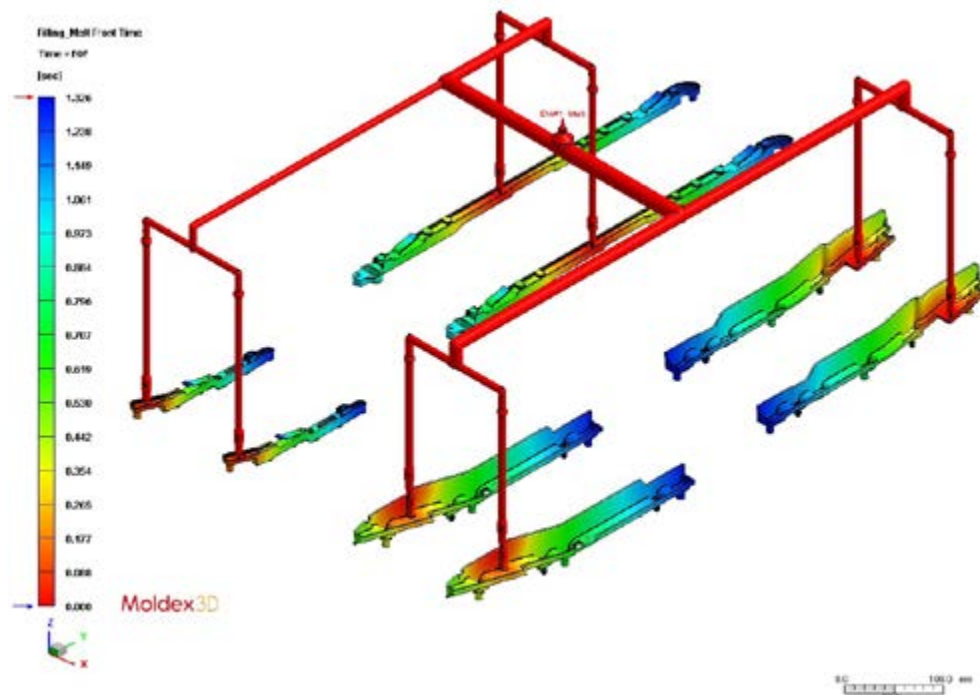
Ottimizzazione del riempimento di uno stampo famiglia con le simulazioni di processo

Il limite imposto all'uso di dispositivi ad otturazione sequenziale per la camera calda ha reso indispensabile affrontare il progetto con un approccio digitale. Il bilanciamento del riempimento viene così demandato ad uno studio di simulazione del processo di stampaggio a iniezione, con il software Moldex3D. L'esperienza maturata da Proplast nella progettazione CAE ha permesso di riscontrare un buon livello di congruenza tra i risultati reali e virtuali, facendo di Moldex3D un valido alleato nello studio di manufatto e/o stampo e/o processo. La virtualizzazione del progetto è finalizzata alla riduzione di tutti quegli investimenti, sia in termini economici, sia di tempo che energetici, che sono caratteristici della metodologia trial-and-error.

La fase di prestudio, affidata alle competenze pluridecennali di Cavaglià Plasting, ha abbozzato la struttura iniziale dello stampo e della camera calda, risultato dell'analisi dei volumi e delle lunghezze di flusso, ottimizzata nell'ottica delle lavorazioni meccaniche degli stessi. Il sistema d'iniezione, per quanto pre-

liminare, è provvisto di rami di distribuzione, canali discendenti e gate diversificati (Fig.2). L'iniezione diretta in figura è stata preferita visto il polimero di stampaggio, un polipropilene caricato con il 30% di fibra di vetro, e la richiesta di stabilità dimensionale, con tolleranze geometriche ad intervallo ristretto.

La configurazione, quindi, è stata simulata per una prima stima della fase di riempimento: prevedibilmente, i componenti a volume minore sono completati in anticipo, indicativamente il 70%, rispetto il riempimento totale. Da questo momento, avvalendosi della metodologia DOE (design of experiment), si è proceduto alla modifica, e conseguente valutazione computerizzata, dei singoli tratti di canale così che si potesse stabilirne l'effetto sul bilanciamento del riempimento. Ciò che è emerso, talvolta, è risultato del tutto inaspettato: aumentando il diametro di tratti di canale che alimentano alcune delle figure dall'ingombro maggiore, il riempimento dei componenti a volume minore viene favorito. Seppure il bilanciamento del riempimento al termine del primo loop di simulazione raggiunga un buon livello, con un anticipo del completamento dei manufatti dimensionalmente minori pari al 6%, esso risulta essere ancora insufficiente e non soddisfa pienamente le specifiche di progetto. Saranno necessari altri due loop di modifiche e relative analisi per raggiungere l'omogeneità nel riempimento desiderata. Lo studio di simulazione termina con una revisione totale sia della configurazione stampo, con il riposizionamento dei componenti, che della camera calda, con rami di distribuzione e gate contraddistinti per diametro e per lunghezza, e il riempimento simultaneo delle cavi-



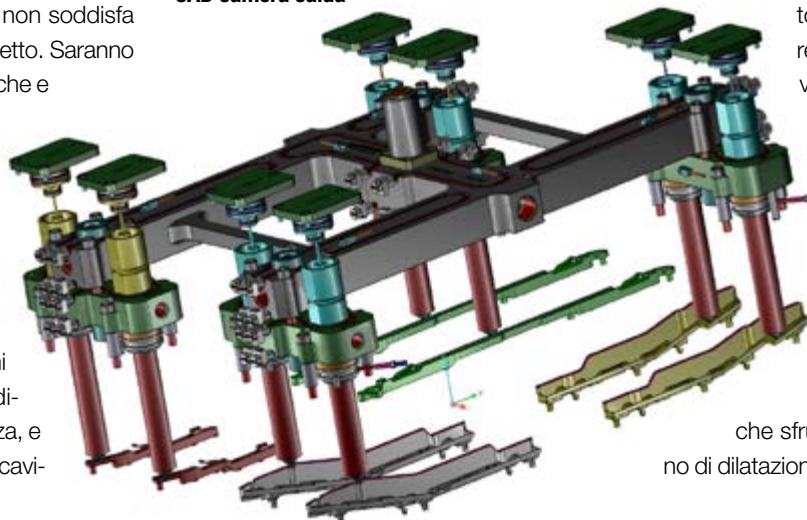
Riempimento simultaneo delle cavità stampo

tà: le modifiche danno luogo ad un'inversione di tendenza con i componenti che sono secondi in ordine di volume (volume di ciascun componente: 39 cm³) che si completano a circa il 97% del riempimento totale (Fig.3).

Dal virtuale al reale. La concretizzazione dell'Hot Runner System

Le informazioni ottenute a valle dello studio di simulazione sono il presupposto per la progettazione della camera calda (Fig.4). Diametro e lunghezza di manifold, iniettori e gate è stata definita nel dettaglio, ma sono molti gli aspetti che devono essere ancora approfonditi. L'hot runner system risultante si compone

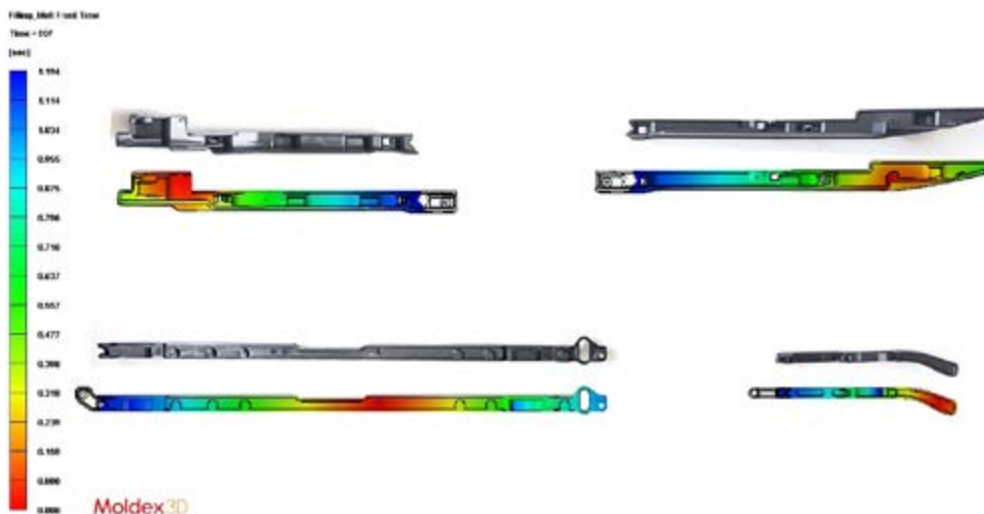
CAD camera calda



da quattro manifold satelliti, ognuno dimensionato e adattato per ogni coppia di particolari, sui quali appoggia il manifold principale di alimentazione a quattro bracci, tutti differenti, sia per diametro che per lunghezza di percorrenza, che alimenta in maniera simultanea e omogenea ogni manifold satellite, garantendo il riempimento corretto dei singoli manufatti.

Il sistema di otturazione simultanea degli ugelli, prodotto originale dalla Cavaglià Plasting, applicato sull' Hot Runner System, è predisposto per una regolazione pneumatica e lavora ad una pressione di otturazione di circa 8 Bar. Distributore e ugelli sono riscaldati esternamente. L'otturatore è guidato sia in testa che in punta, con una regolazione semplice gestita direttamente in macchina. I

pistoni lavorano con O-rings in Viton, materiale resistente al calore per natura, che sono preservati dal deterioramento causato dalle alte temperature grazie al circuito creato sulla piastra di alloggiamento dei pistoni stessi, che agisce da barriera e da punto di commutazione termica. La prevenzione delle perdite è demandata ad una tenuta meccanica per compressione che sfrutta essenzialmente il fenomeno di dilatazione termica. Manifold e ugelli non



Risultati reali e virtuali a confronto



Dettaglio del livello di congruenza su un componente

sono tra loro vincolati, così da evitare di sottoporli a flessioni laterali, e la tenuta dell'intero sistema è assicurata dall'espansione termica dei componenti in fase di esercizio e da alcuni accorgimenti sviluppati e consolidati da Plasthing nel corso di quasi mezzo secolo.

Il profilo termico dei manifold, principale e satelliti, è stato opportunamente approfondito e ottimizzato allo scopo di raggiungere l'omogeneità termica in tutta la camera calda, definita dal rapporto costante Watt/cm^3 e verificata in fase di collaudo grazie sia a termocoppie installate sulla camera calda stessa sia a termometri esterni. L'equilibrio è anzitutto fondamentale per la stabilità termica del sistema ma ha un impatto non trascurabile anche in termini di consumi per un utilizzo intelligente delle risorse, nel rispetto della

sostenibilità ambientale. La gestione termica della camera calda, così come dello stampo, è affidata a centraline di termoregolazione LC Dual, tramite le quali è anche controllata la temperatura del condizionamento dei tasselli cavità, condizionamento capillare sia sui tasselli figura che sul portastampo.

Verifica e validazione del progetto: la prova stampo

La fase finale del progetto porta l'azione davanti la pressa e la prova stampo è stata la cartina tornasole dell'intero progetto. Con il collaudo stampo, avvenuto presso l'azienda Europlast di Cherasco, è stato analizzato il bilanciamento del riempimento.

Ancora una volta la simulazione di flusso si è dimostrata essere uno strumento indispensa-

bile nella progettazione stampo: la corrispondenza tra i risultati virtuali e quelli ottenuti in valle dalla prova in macchina è risultata estremamente elevata. Attraverso l'analisi del riempimento parziale si nota come la posizione raggiunta dal fuso in figura sia la medesima in tutte le cavità (Fig.5). In aggiunta la forma del fronte di flusso appare perfettamente confrontabile tanto nella simulazione quanto nella realtà (Fig. 6).

La simulazione di stampaggio ha consentito di definire e ottimizzare i parametri di processo che sono stati adottati in prima battuta e successivamente rivisti, in ottica di un ciclo produttivo competitivo, passando da un tempo ciclo di 49 secondi ad uno di 40 secondi. Ciò è stato possibile in virtù di un perfetto bilanciamento del riempimento che permette di avere una finestra di regolazione molto ampia, ottenendo un prodotto che ha risposto in maniera eccellente a tutte le caratteristiche strutturali e funzionali.

Negli anni la precisione e l'affidabilità dei software di simulazione hanno avuto un riscontro via via crescente, tanto da trasformarli da prodotti di nicchia a fenomeno di massa. Talvolta però, trattandosi di strumenti di predizione, i risultati forniti possono discostarsi dalla realtà poiché condizionati dall'accuratezza dei dati relativi il materiale, descrittivi il comportamento meccanico e reologico, e della modellazione di manufatto e stampo. Al fine di stabilire il gap tra i dati reali e virtuali è necessario effettuare test sperimentali, nel caso in oggetto prove di stampaggio. Quanto è stato verificato non è solo una conferma dell'attendibilità del software Moldex3D ma è la prova che una progettazione intelligente basata sulla sinergia tra aziende e la condivisione delle competenze è la chiave per progetti di successo. ■