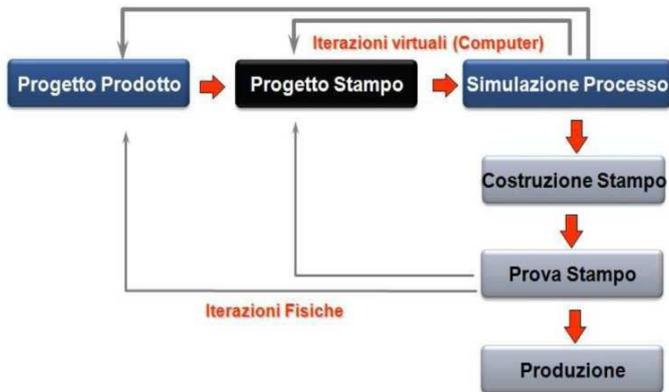




## Moldex3D eDesign Transient Cooling, H&C e Variotherm

A parole sembra tutto semplice, ma nella realtà del processo di stampaggio il problema è talvolta senza soluzione. La nuova release di Moldex3D eDesign fornisce al progettista un ulteriore aiuto anche in questa fase molto delicata, senza impegnare troppo il progettista su problematiche di processo che forse sono delegate ad altre persone d'esperienza in officina.



Tutto questo per realizzare compiutamente quello che si definisce come **DFM Design For Manufacturing**, in altre parole si progetta tenendo conto il più possibile che poi ciò che si progetta deve essere fisicamente realizzato, cercando di raggiungere il più possibile quella che si chiama **Total Digital Confidence**, ovvero la "certezza" che ciò che è stato progettato possa essere realizzato secondo le specifiche stabilite.

### Introduzione alla problematica Heat and Cool

Perché un processo a variazione termica (Variotherm Process? Quali sono i vantaggi? Quali sono le problematiche che possono essere risolte?

Nel processo di stampaggio ad iniezione, lo strumento di gestione e controllo della temperatura è un fattore importante, se non fondamentale, nel raggiungimento di risultati validi con componenti di alta qualità.

L'utilizzo programmato del calore nel ciclo di stampaggio migliora significativamente l'aspetto della superficie dei pezzi stampati ad iniezione, in particolare con materiale ad alto contenuto di fibre, ma non solo. In un sistema di questo tipo il livello di temperatura nei condotti viene portato anche ad oltre 200 °C (**vapore o altro fluido**), per il periodo di Fill+Pack, poi ci

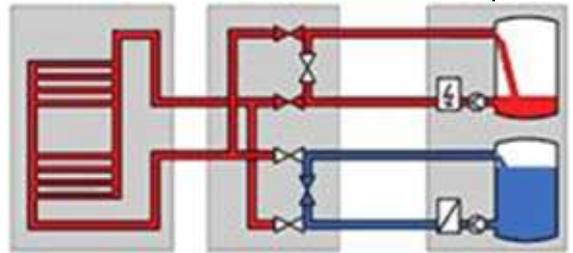
### Approfondimenti

si riporta in modalità standard per il raffreddamento (Cool), per poi eventualmente passare ad una fase2 di riscaldamento per stabilizzare la parte prima dell'apertura dello stampo (**annealing**, vedi approfondimento a parte).

Una panoramica del processo di riscaldamento/ raffreddamento indica il ciclo di temperatura relativa al ciclo di iniezione. Iniezione inizia alla "temperatura permesso".

### Fase di riscaldamento dello stampo

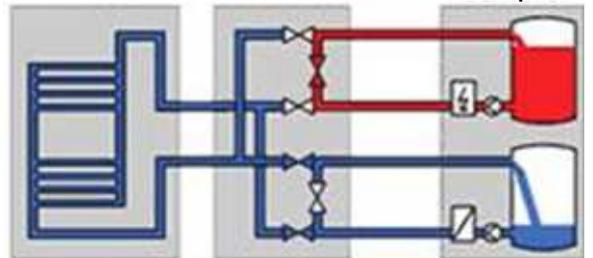
Stampo      Stazione di controllo valvole      Controllo temperatura



L'utilizzo del processo Heat&Cool permette di ottenere una migliore aspetto superficiale, ridurre gli aspetti meccanici ed eliminare i problemi estetici dovuti alle linee di giunzione, ed altri inconvenienti come le rigature sulla superficie dovuti allo scorrimento del materiale fuso, i risucchi dovuti alle tensioni di densità del materiale e alla differenza di temperatura in fase di raffreddamento o stabilizzazione dello stampo, l'evidenza delle fibre in superficie, ecc. .

### Fase di raffreddamento dello stampo

Stampo      Stazione di controllo valvole      Controllo temperatura



Sopra vediamo un semplice esempio di applicazione di un regolatore della temperatura dell'acqua che può sia riscaldare e raffreddare uno stampo di iniezione all'interno di un singolo ciclo. Il processo a **Variazione Termica (H&C)** migliora la qualità della superficie, elimina o riduce al minimo le linee di giunzione (più

**Moldex3D Italia srl**

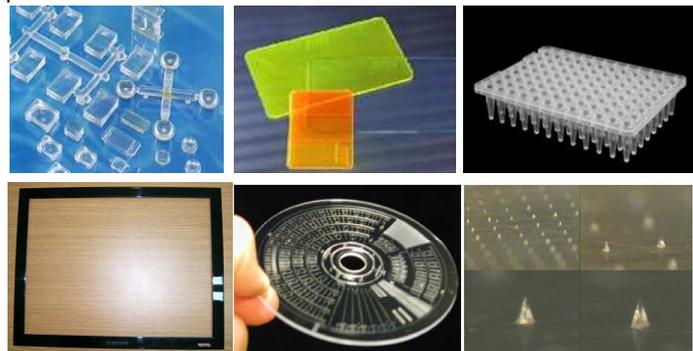
Corso Promessi Sposi 23/D - 23900 Lecco (LC) - Italy

Tel +39 0341 259.259 - Cell. +39 345 6844.016 - Fax +39 0341 259.248

[www.moldex3d.com](http://www.moldex3d.com)

alta temperatura in fase di contatto e migliore angolo di contatto), lo stress residuo nel materiale viene ridotto, così pure la forza di chiusura dello stampo necessaria a garantire un perfetto processo, come una più bassa pressione per garantire il corretto riempimento e scorrimento del materiale sulle superfici di contatto della cavità (in particolare in presenza di forti variazioni di spessore o pareti particolarmente sottili).

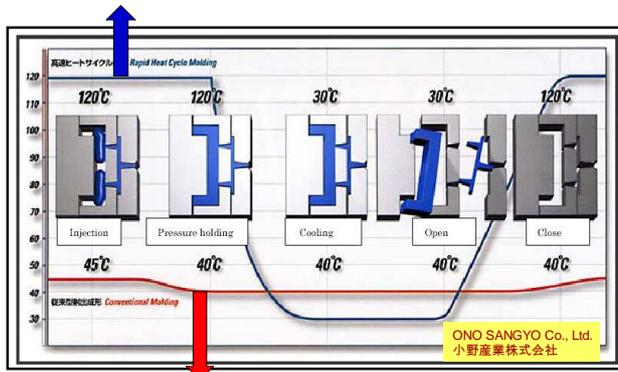
Il progetto dello stampo deve ovviamente tener conto di queste nuove specifiche di ciclo e quindi una struttura completa e più articolata di riscaldamento e raffreddamento dello stampo, un allungamento del ciclo totale, un progetto nuovo dello stampo nel suo insieme, un sistema di controllo a commutazione per passare dalle fasi caldo/freddo/caldo ecc.



Nel processo di stampaggio ad iniezione, strumento temperatura è un fattore importante nel raggiungimento componenti di alta qualità. Si ritiene generalmente che la temperatura strumento più alta spesso si traduce in una migliore qualità della superficie.

Le applicazioni di un processo Variotherm son le più svariate (vedi figura sopra) da elementi di forma con materiale trasparente e superfici ottiche, a parti con stress interno nullo o ridotto al minimo, ad elementi con parti ultra sottili, ad elementi molto piccoli (MIP Micro-Injected-Part).

### Temperatura dello stampo nel processo a variazione termica Variotherm H&C



### Temperatura dello stampo in un processo di stampaggio standard tradizionale

La tecnologia H&C è utile nella determinazione ed il controllo della temperatura interna dello stampo nel processo di iniezione plastica. Per far questo si porta la temperatura dello stampo ad un livello superiore alla temperatura di transizione vetrosa del materiale (Tg) prima di iniettare, per poi raffreddarlo rapidamente, procedendo alla solidificazione, prima della estrazione (vedi anche figura sopra).

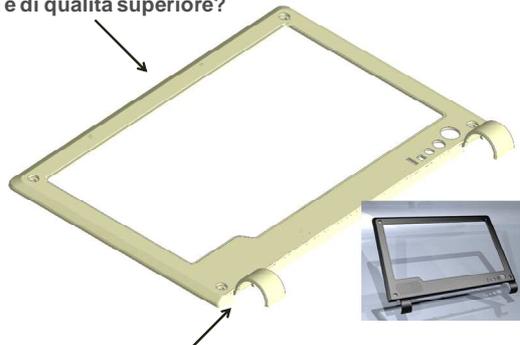
Come detto, il processo H&C Variotherm migliora significativamente la superficie dei pezzi stampati, e riduce il costo totale del processo (non richiede riprese di lavorazione successive), come levigazione, lucidatura o altri trattamenti per ridurre i difetti superficiali. Si evitano anche operazioni di verniciatura o trattamento con polvere, che possono essere eliminati.

La tecnica **H&C Variotherm** è particolarmente utile con materiali ad alto contenuto di fibra, o compound particolari, dove la finitura lucida è fondamentale.

L'uso di processi **H&C Variotherm** con materiali come il policarbonato PC/ABS e PC/PBT, viene utilizzato con successo per ridurre al minimo i problemi di superficie e di aspetto in applicazioni quali cornici TV, piatti guida, o impianti a molte impronte (64 o 128 blisters), componenti car audio (vedi le parti raffigurate).

### Un caso di studio – Coperchio di uno scanner

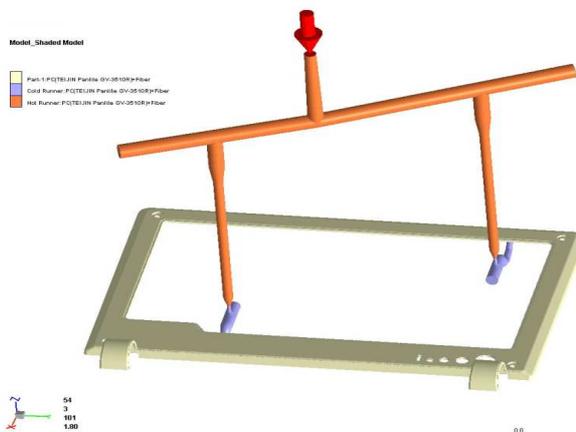
Come assicurare una superficie lucida e di qualità superiore?



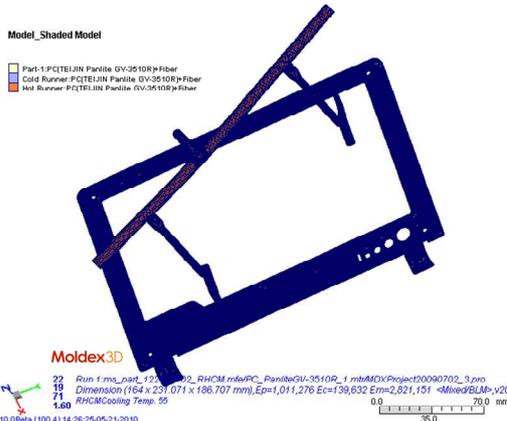
Come controllare la deformazione e lo svergolamento?

Il progetto originale teneva conto dei vincoli dimensionali imposti (lunghezza, larghezza, altezza, volume, ecc.) sulla parte componente. Lo stesso valeva per le dimensioni dello stampo e del tipo di materiale (PC TEIJIN Panlite GV-3510R).

Si inizia con un'analisi CAE standard:



Il modello meshato è costituito da oltre 1 milione di elementi utilizzando un PC Intel 7i 8 cores, 2,8 Ghz e 24 GBRam. La simulazione ha impiegato circa 5,5 ore in totale:

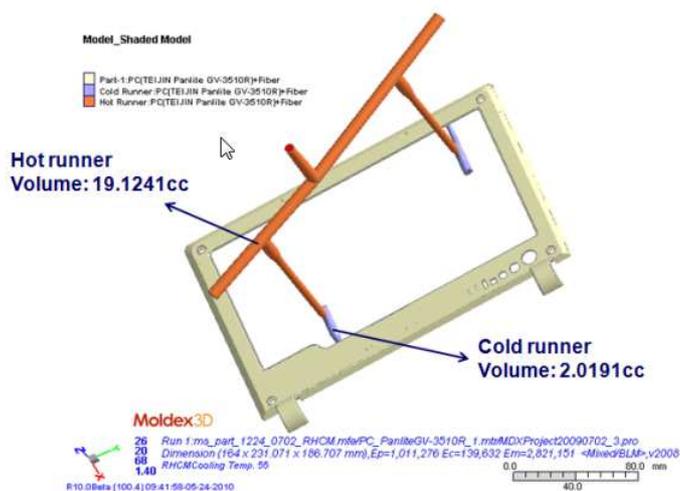


# Moldex3D

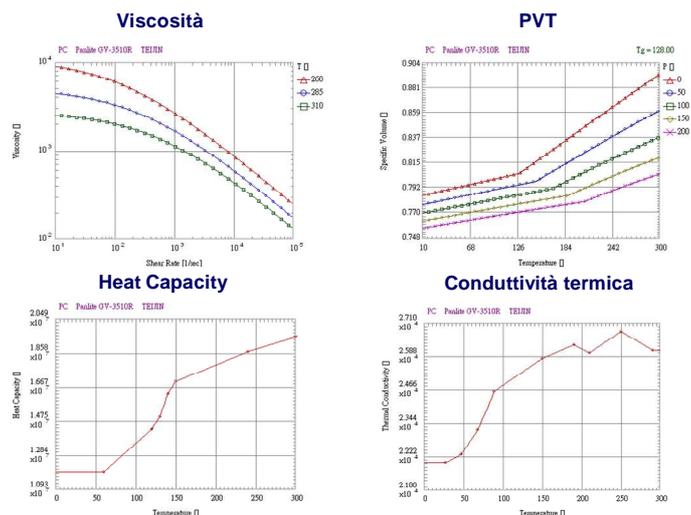
MOLDING INNOVATION



Si sono definiti in modo opportuno il sistema di alimentazione separato da elementi caldi e freddi:



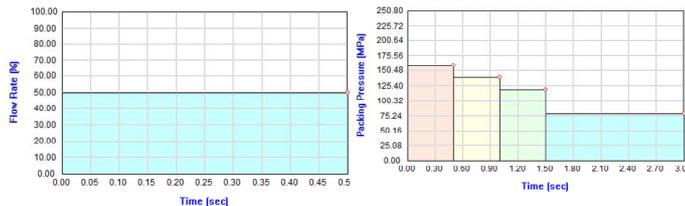
Il materiale è stato definito e caratterizzato in modo coerente:



Si è quindi passati alla definizione delle condizioni e dei parametri di processo per ognuna delle fasi (scenario di progetto, fase di riempimento, di impaccamento, raffreddamento, ecc.), con particolare attenzione alla pressione massima nella fase di packing.

Project Settings	Filling/Packing Settings	Cooling Settings	Summary
[Filling]			
Filling time (sec)	0.5		
Melt Temperature (°C)	285		
Mold Temperature (°C)	70		
Maximum injection pressure (MPa)	9999		
Injection volume (cm <sup>3</sup> )	22.5806		
[Packing]			
Packing Time (sec)	3		
Maximum packing pressure (MPa)	250.8		
[Cooling]			
Cooling Time (sec)	25		
Mold-Open Time (sec)	25		
Eject Temperature (°C)	120		
Air Temperature (°C)	25		
[Miscellaneous]			
Cycle time (sec)	53.5		
Mesh file	ms_part_1224_0702_RHCM.mfe		
Material file	PC_PaniteGV-3510R_1.mtr		

Si sono impostate le fasi ed i tempi di ciclo per il riempimento e l'impaccamento:



Nonché la verifica delle caratteristiche e proprietà del materiale di costituzione dello stampo, ed altri parametri accessori

Cooling Channel/Heating Rod	Mold Metal Material	Eject Criteria	Estimate Co
Mold metal ID	Material		
Mold Metal-1 [P20]	P20		
Material properties :			
Mold metal ID	Mold Metal-1 [P20]	-	
Density	7.75	g/cm <sup>3</sup>	
Heat Capacity	4.62e+006	erg/g.K	
Thermal conductivity	2.9e+006	erg/sec.cm.K	
Elastic modulus	2.07e+012	dyn/cm <sup>2</sup>	
Poisson ratio	0.3	-	
CLTE	0.000129	1/K	

Definito il layout del sistema di raffreddamento (di media complessità, progettato al CAD e trasferito all'interno di Moldex3D (16 gruppi distinti ed autonomi di raffreddamento).



Il settaggio dei vari elementi del sistema di raffreddamento, con tecnica H&C Variotherm ha permesso di valutare diversi scenari, rispetto alla metodologia standard e di scegliere quello che si riteneva migliore.

La velocità di esecuzione e calcolo di Moldex3D permette di definire e valutare diversi scenari (Run1, Run2, ecc.) e di muoversi per aggiustamenti verso quello che viene alla fine definito ottimo.

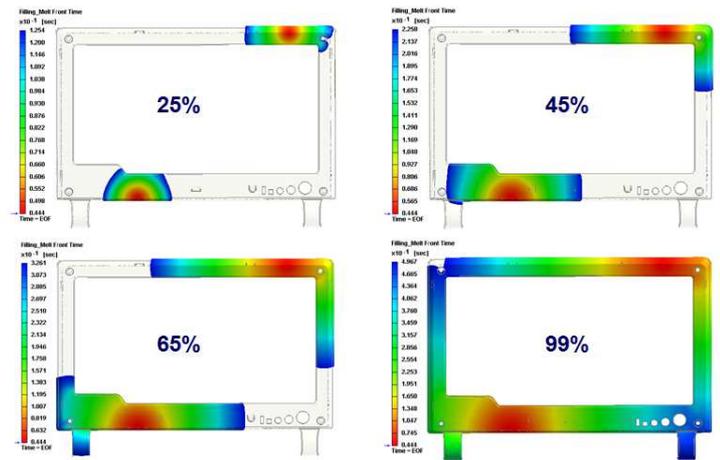
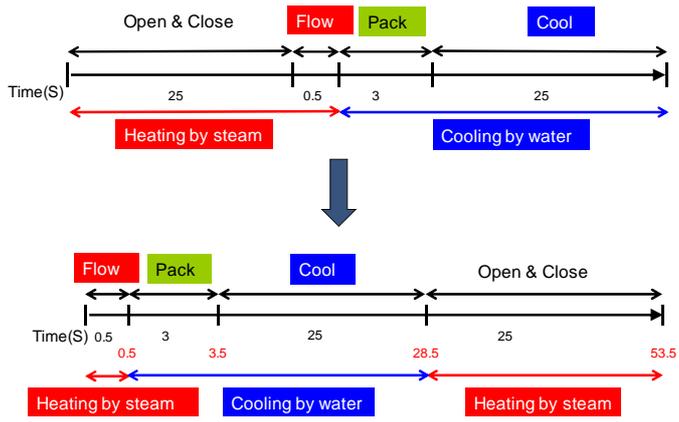
**Moldex3D Italia srl**

Corso Promessi Sposi 23/D - 23900 Lecco (LC) - Italy

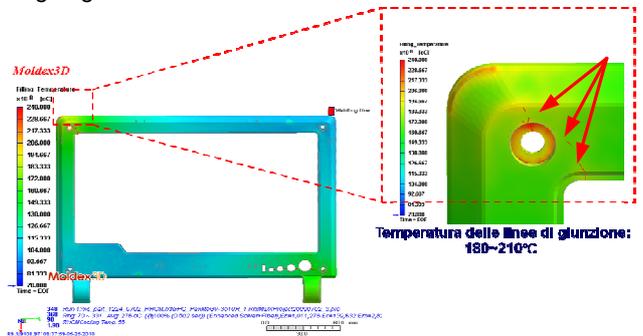
Tel +39 0341 259.259 - Cell. +39 345 6844.016 - Fax +39 0341 259.248

# Moldex3D

MOLDING INNOVATION

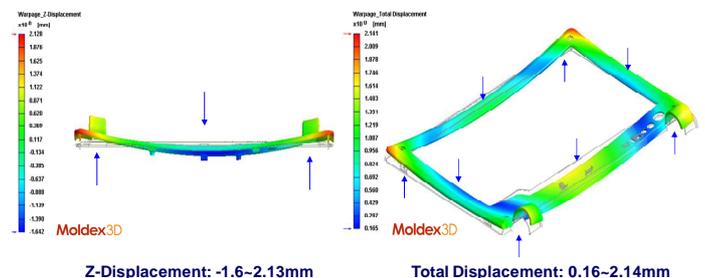


Si è investigato su tutta la parte stampata, individuando non solo le linee di giunzione, ma anche la temperatura e l'angolo di congiungimento nelle varie sezioni:

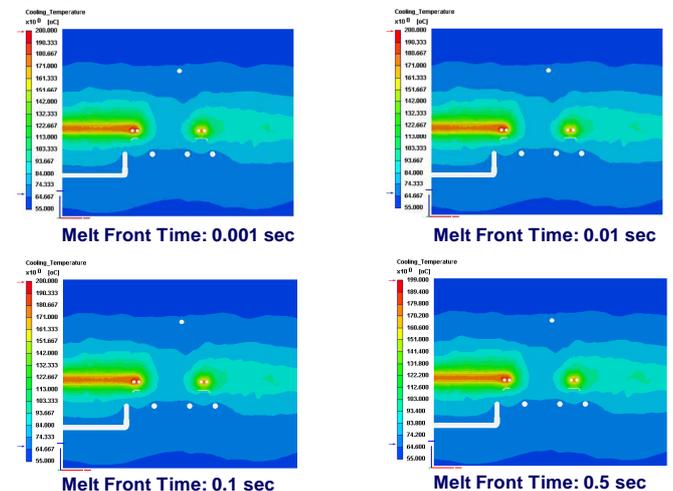


Lo stesso per la deformazione della parte:

Dalla parte del riscaldamento della cavità

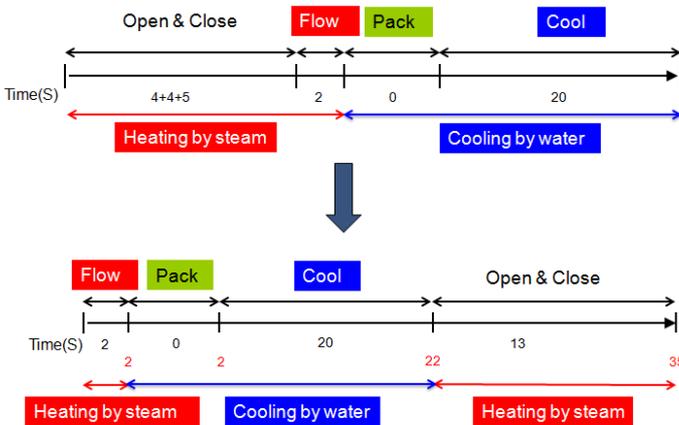


Si passa poi nel dettaglio analitico delle temperature all'interno dello stampo, nei vari momenti della fase di riempimento della cavità:



Di impaccamento:

Piuttosto che:



Fatto questo si è passati alla definizione puntuale delle varie sequenze, unità di raffreddamento per unità di raffreddamento: Ad esempio:

Channel ID	Control point	Time (sec)	T (°C)	Q (cm³/sec)	Coolant	D (mm)	Re
EC1 (Group 1)	2	0	180	120	Steam	-	-
	1-1	2	90	120	Water	-	-
	1-2	22	180	120	Steam	-	-

E più in dettaglio per questo caso specifico:

**Sistema di raffreddamento 1-4: Acqua**

Channel ID	Control point	Time (sec)	T (°C)	Q (cm³/sec)	Matr.	D (mm)	Re
1 (Group 1)	0	0	80	120	Water	11	39556.6
2 (Group 1)	0	0	80	120	Water	11	39556.6
3 (Group 1)	0	0	80	120	Water	11	39556.6
4 (Group 1)	0	0	80	120	Water	11	39556.6

**Sistema di raffreddamento 5-8: Acqua e vapore in sequenza**

Channel ID	Control point	Time (sec)	T (°C)	Q (cm³/sec)	Matr.	D (mm)	Re
5 (Group 1)	5-1	0.5	55	120	Water	11	27590.5
	5-2	28.5	180	120	Steam	11	-

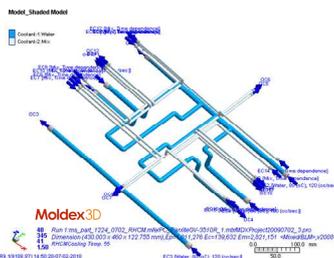
**Sistema di raffreddamento 9-12: Acqua e vapore in sequenza**

Channel ID	Control point	Time (sec)	T (°C)	Q (cm³/sec)	Matr.	D (mm)	Re
9 (Group 1)	9-1	0.5	55	120	Water	11	27590.5
	9-2	28.5	180	120	Steam	11	-

**Sistema di raffreddamento 13-16: Acqua e vapore in sequenza**

Channel ID	Control point	Time (sec)	T (°C)	Q (cm³/sec)	Matr.	D (mm)	Re
13 (Group 1)	13-1	0.5	55	120	Water	11	27590.5
	13-2	28.5	180	120	Steam	11	-

Alimentazione da un'unica parte (sezione dalla cavità)



Si è verificato il comportamento del fronte del materiale ai vari momenti (25%, 45%, 65%, 99%) (progetto originale:

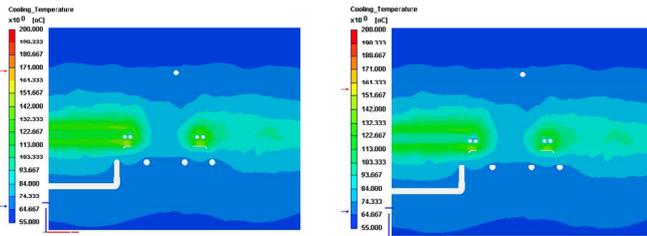
Moldex3D Italia srl

Corso Promessi Sposi 23/D - 23900 Lecco (LC) - Italy

Tel +39 0341 259.259 - Cell. +39 345 6844.016 - Fax +39 0341 259.248

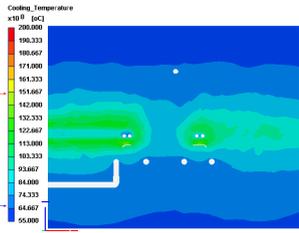
# Moldex3D

MOLDING INNOVATION

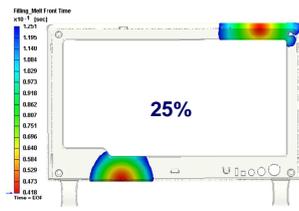


Time: 1.5 sec

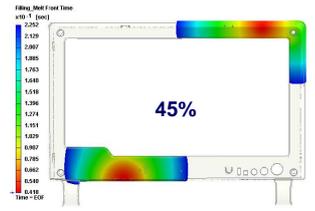
Time: 2.5 sec



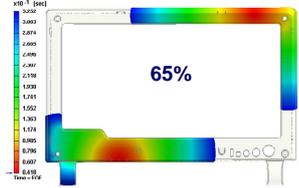
Time: 3.5 sec



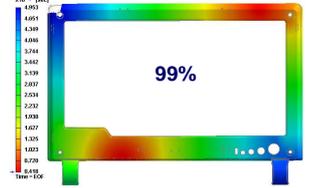
25%



45%

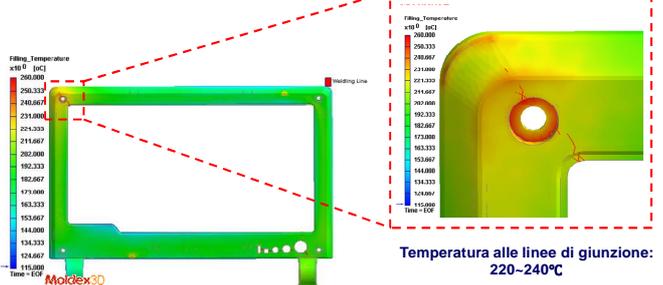


65%



99%

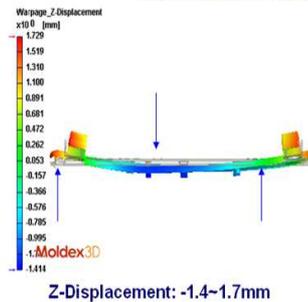
La temperatura alle linee di giunzione è più elevata, permettendo al materiale di compenetrarsi correttamente.



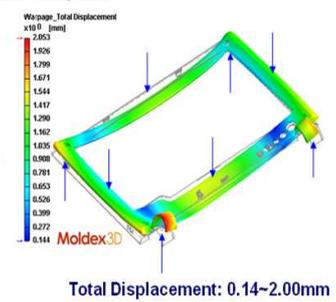
Temperatura alle linee di giunzione: 220-240°C

Anche la deformazione è migliorata parecchio (circa il 25% in meno nella planarità)

## Riscaldando entrambe le parti

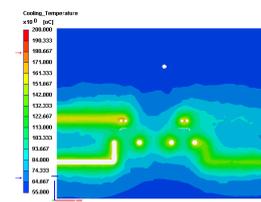


Z-Displacement: -1.4~-1.7mm

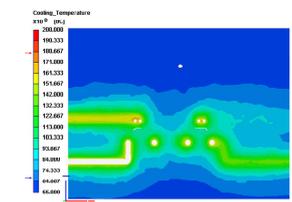


Total Displacement: 0.14~2.00mm

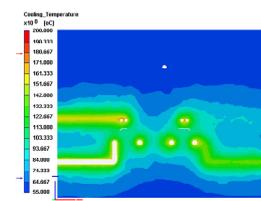
Temperatura dello stampo nella fase di riempimento:



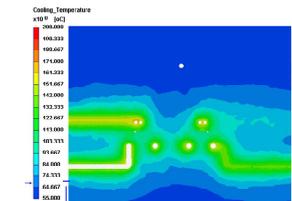
Melt Front Time: 0.001 sec



Melt Front Time: 0.01 sec



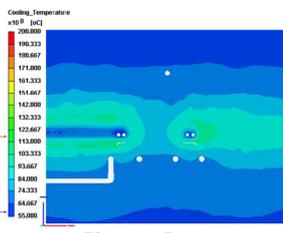
Melt Front Time: 0.1 sec



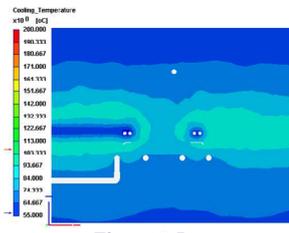
Melt Front Time: 0.5 sec

Il miglior controllo della temperatura interna dello stampo permette anche di garantire al meglio la riproducibilità e

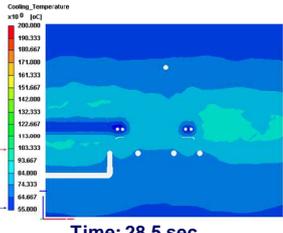
E di raffreddamento:



Time: 11.5 sec



Time: 19.5 sec



Time: 28.5 sec

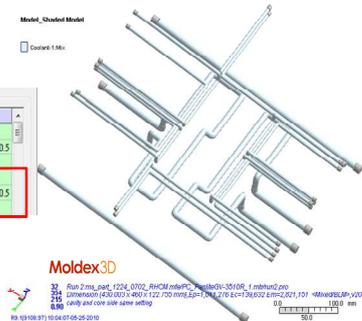
A questo punto si è passati alla ridefinizione del progetto, mantenendo i vicoli imposti (dimensioni, materiale ecc.) introducendo una rivisitazione del sistema di raffreddamento attraverso la tecnica H&C Variotherm.

Il progetto rivisto ha introdotto la tecnica H&C su tutti gli elementi del circuito di raffreddamento, introducendo una sequenza steam/water/steam in ogni gruppo e da ogni parte dello stampo (sopra e sotto la cavità).

## Riscaldamento da tutte e due le parti

Gruppi di raffreddamento 1~16:  
Vapore ed acqua alternati

Channel ID	Control point	Time (sec)	T (°C)	Q (cm³/Sec)	Material	D (mm)	Re
1 (Group 1)	0	0	180	120	Steam	11	-
	1-1	0.5	55	120	Water	11	27750.5
	1-2	28.5	180	120	Steam	11	-
2 (Group 1)	0	0	180	120	Steam	11	-
	2-1	0.5	55	120	Water	11	27750.5
	2-2	28.5	180	120	Steam	11	-



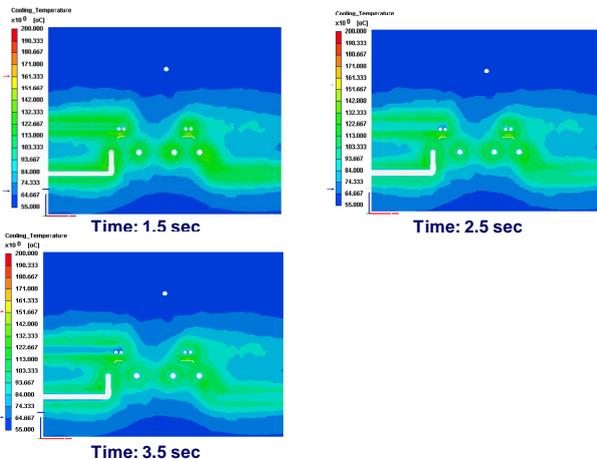
Ottenendo immediatamente un migliore risultato in ognuna delle fasi

## Moldex3D Italia srl

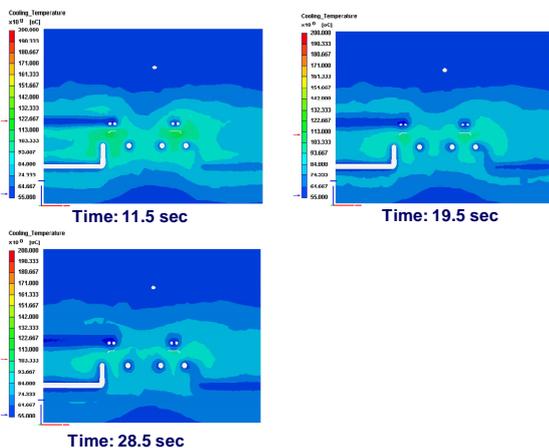
Corso Promessi Sposi 23/D - 23900 Lecco (LC) - Italy  
Tel +39 0341 259.259 - Cell. +39 345 6844.016 - Fax +39 0341 259.248

ripetibilità del risultato, con un netto miglioramento e riduzione dello scarto alla fine della linea di stampaggio.

Temperatura dello stampo nella fase di impaccamento:



Temperatura dello stampo nella fase di raffreddamento:



La revisione del progetto con l'introduzione della tecnica di processo **H&C Variotherm** ha migliorato la qualità del prodotto finale; la temperatura alta alle linee di giunzione ha di fatto eliminato il problema riducendo a livelli non percettibili.

Lo stesso ha prodotto un risultato ottimale in termini di rispetto dei vincoli di planarità.

## I Fattori di successo

I fattori di successo nell'utilizzo di questa tecnica di processo **H&C Variotherm** sono abbastanza evidenti:

- Processo semplice da avviare
- Gestione e Controllo puntuale dei parametri di temperatura dello stampo
- Gestione e controllo dei transitori termici ed ottimizzazione
- Livello di finitura della parte elevato
- Fenomeni di deformazione e svergolamento contenuti

Moldex3D fornisce da parte sua tutti gli strumenti di gestione, controllo, e reportistica per una corretta analisi ed interpretazione dei risultati.

E tutto questo lo si può fare utilizzando lo strumento di base, con l'eventuale aggiunta del pacchetto FIBRE.

## I Vantaggi

Ci sono molti vantaggi in termini di prestazioni che si possono ottenere nell'utilizzo delle tecniche **H&C Variotherm** rispetto il processo standard.

Anche se vi sono costi aggiuntivi connessi con la tecnologia, può essere conveniente da un punto di vista generale sistemi, in particolare se si può eliminare costose operazioni secondarie.

## I pacchetti della soluzione

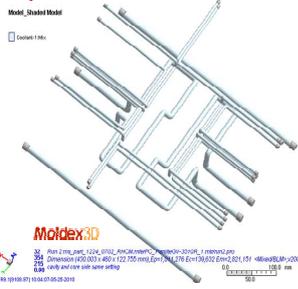
Moldex3D	Prodotto	Funzionalità	Moduli
Basic	eDesign	<u>Veloce e facile da utilizzare</u>	FPCW+4PP, MCM (include <u>TransientCool</u> )
	Professional	<u>Indirizzato a parti con pareti sottili e controllo della mesh</u>	FPCW+4PP, MCM (include <u>TransientCool</u> )
	Advanced	<u>Supporto al controllo della densità della mesh e alto livello di accuratezza</u>	FPCW+4PP, MCM (include <u>TransientCool</u> )
Add-on	Fiber	<u>Assicura accuratezza quando vengono utilizzati materiali rinforzati con fibre</u>	

### Riscaldamento dalla parte della cavità



Progetto originale

### Riscaldamento da entrambe le parti



Progetto originale

## La qualità si costruisce nel progetto

Portare questa fase di studio all'interno della dinamica di progettazione e sviluppo prodotto, riduce la forbice costi/profittabilità, perché modifiche o correzioni che avvengono ormai in fase sviluppo prototipi hanno costi assolutamente superiori ed introducono ritardi elevati, quando non accettabili nei confronti del time-to-market richiesto dal cliente committente, specialmente quando si è inseriti in una filiera (Supply Chain).

Progettista ed officina possono quindi lavorare assieme per allestire anche i processi di fabbricazione, sapendo di avere analizzato i punti critici. Tutto questo avviene indipendentemente dalla complessità del modello 3D, fornendo misure oggettive, che spesso sono impossibili se non sezionando fisicamente il pezzo.

**Moldex3D eDesign** è anche uno strumento estremamente veloce e quindi può essere utilizzato anche nello studio di varianti di progetto per l'ottimizzazione di forme o problematiche di riempimento.

**Moldex3D eDesign** fornisce un metodo analitico di lavoro ed utilizza un alto grado di accuratezza ed affidabilità. Un sistema guidato permette all'operatore di seguire un percorso facile e sicuro, a dispetto delle difficoltà matematiche che sottintendono questa attività.

Ciò permette anche di configurare diversi ambienti con diversi parametri e criteri di analisi, sia del modello completo dello stampo sia delle macchine di stampaggio.

E' disponibile anche una funzione specifica che permette di valutare le aree o zone critiche e quindi verificare diversi scenari operativi, al fine di scegliere, in diverse situazioni di criticità, la meno critica.

## Un report completo dei risultati

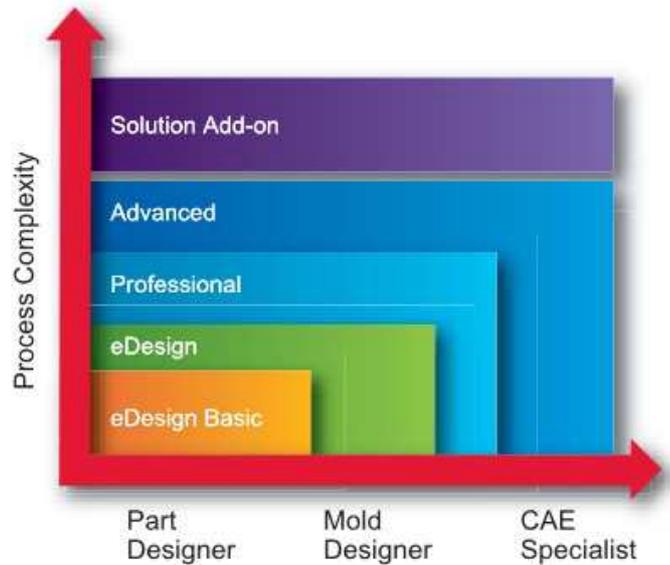
**Moldex3D eDesign** fornisce sia in forma grafica che tabulare un'infinità di dati che possono essere rappresentati in modo diverso sia attraverso gradienti di colore sul modello, sia attraverso **strumenti Office/XML/HTML**.

Il **Time-To-Market** viene quindi ridotto in modo drastico, ed il livello intrinseco di qualità è aumentato, indirizzando le varie fasi di fabbricazione nel migliore dei modi.

L'utilizzo di **Moldex3D eDesign** permette anche di presentare già in fase di progetto informazioni di elevato livello ingegneristico che quantomeno creano un nuovo modo e nuove potenziali opportunità di catturare nuovi clienti e mercati.

## Perché Moldex3D eDesign

Per verificare rapidamente la qualità e la stampabilità di parti in plastica, termoplastica e RIM, fin dalle prime fasi di sviluppo del prodotto evitando che le modifiche a fine ciclo diventino onerose in termini di costi e di tempo.



## Il PLM (Gestione del Ciclo di sviluppo e Vita del Prodotto)

Riferiti all'ambiente CAD/CAM/CAE/PDM, il Product Lifecycle Management (PLM) fornisce soluzioni di tipo collaborativo per generare, definire e gestire informazioni e processi attraverso l'azienda, intesa in senso esteso, ed attraverso l'intero ciclo di vita del prodotto, dall'idea al mercato.

Il PLM aiuta ad organizzare le informazioni legate al prodotto ed al processo produttivo, fornendo un accesso protetto ed indirizzato ad ogni utente che ne ha bisogno effettivo, a coloro che hanno avviato lo studio e lo sviluppo del progetto, a coloro che devono produrlo in officina o promuoverlo all'esterno (MKTG e vendite), a coloro che devono mantenerlo, alla logistica e a tutti i partners esterni e contoterzisti (**Supply Chain Program**).

Per maggiori informazioni : [giorqionava@moldex3d.com](mailto:giorqionava@moldex3d.com)