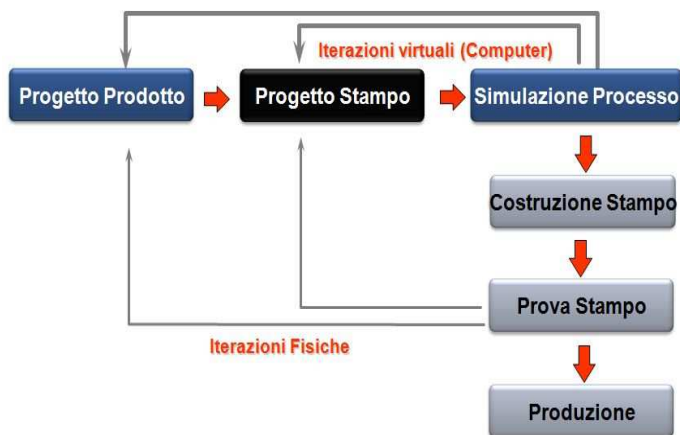




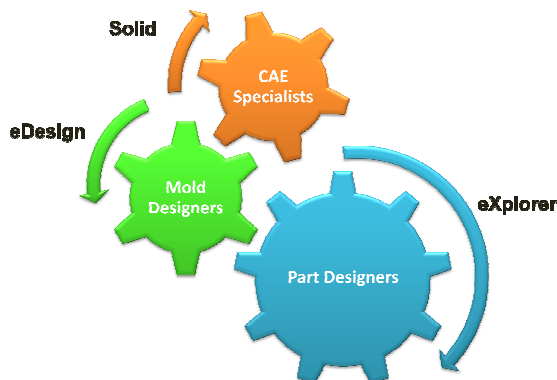
Moldex3D eDesign

Sottosistema di analisi iniezione plastica True 3D RIM Reactive Injection Molding

Le problematiche legate all'analisi dell'iniezione plastica, sono relativamente complesse e comunque richiedono molta attenzione, in particolare il problema riguarda la scelta del materiale più appropriato.



Moldex3D eDesign Thermoplastic and RIM, fornisce oggi nuove funzionalità in grado di verificare e confrontare le caratteristiche di più materiali, contemporaneamente, oltre a fornire anche la possibilità di classificare un materiale originale o non presente in tabella (Material Table Families).

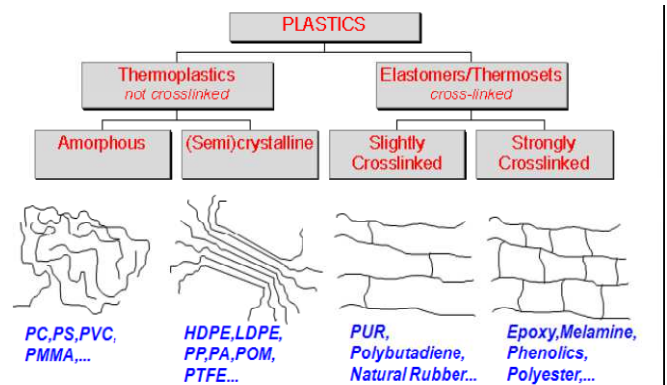


Tutto questo diviene fondamentale, quando l'analisi di comportamento deve essere effettuata non su materiali

termoplastici, ma **TERMOINDURENTI (RIM)**, dove spesso la ricetta di materiale è singolare o specifica dell'azienda che deve stampare.

Moldex3D eDesign RIM fornisce, attraverso la classificazione, anche tutta una serie di informazioni visive (**Tabelle e Diagrammi di Comportamento**) fondamentali per capire e prevedere cosa succederà nelle diverse condizioni operative, fornendo indicazioni utili per definire e fissare i parametri ottimali di lavoro.

L'operatore ha quindi disponibile una tabella di riferimento con le caratteristiche proprie del materiale, rilevate in laboratorio, e i diagrammi funzionali delle varie grandezze richieste: Viscosità del materiale, Comportamento al calore (**Heat Capacity**), la velocità di diffusione del materiale, le caratteristiche meccaniche ecc.



I materiali termoindurenti (**Reactive**) hanno un comportamento irreversibile al riscaldamento (**Curing Form**).

Tale riscaldamento indotto dallo stampo può ottenersi sia direttamente, sia indirettamente (**reazioni chimiche di combinazione dei materiali**), o tramite **irraggiamento** (processo di bombardamento elettronico o elettromagnetico). Il tutto, opportunamente modulato, serve ad ottenere un materiale finale, più o meno trasversalmente connesso (high level o low level crosslinked) a seconda dell'obiettivo da raggiungere.

Il prodotto ottenuto non può venire rifiuto avendo delle caratteristiche finali irreversibili, ed è più resistente di un materiale termoplastico proprio per queste connessioni trasversali.

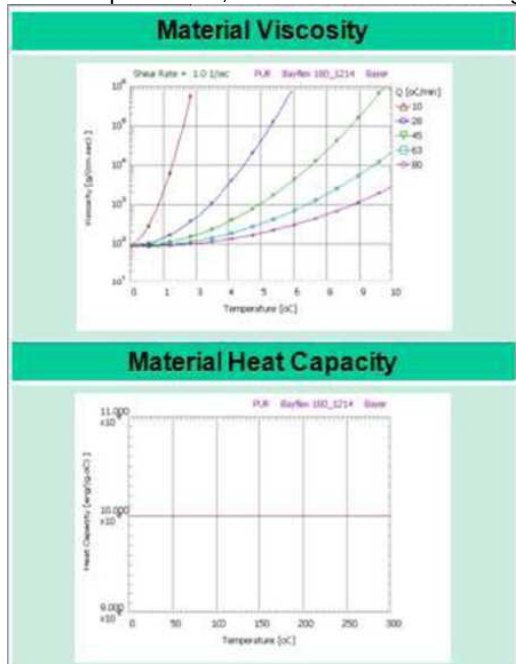
Moldex3D Italia srl

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

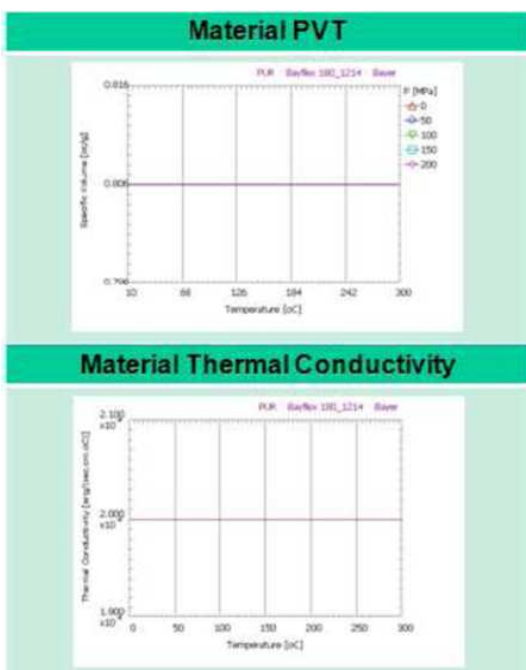
Viene usato in particolari condizioni meccaniche, ed in quest'ultimo periodo di mercato, tende a sostituire prodotti ottenuti in pressofusione da alluminio, zama o leghe varie. Sono più leggeri e praticamente forniscono le stesse caratteristiche meccaniche, e si indirizzano all'industria automobilistica in particolare, ma anche al consumer in genere.



Ovvero dove sono richiesti:

- Isolamento termico consistente;
- Forza e resistenza all'uso;
- Robustezza e Durezza;
- Irreversibilità di forma;

Vengono quindi definire all'inizio delle **specifiche di progetto** (parametri di riempimento, volume da trattare, temperatura del fronte e dello stampo, pressione ecc.)



Il controllo e la previsione dell'avanzamento del **fronte di fusione (Melt front)** è un indicatore di posizione fondamentale che si lega alle caratteristiche fissate come il tempo di durata del processo di riempimento.

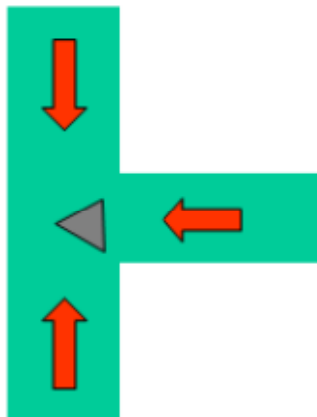


L'analisi 3D accurata della simulazione dell'avanzamento del fronte di fusione permette, tra l'altro, di esaminare il riempimento, di identificare le linee di potenziale giunzione del materiale, di controllare il livello di contribuzione dei vari gates di iniezione del materiale e di bilanciare i runners, di prevedere possibili difficoltà di riempimento, identificare i possibili punti in cui si possono generare delle trappole di gas, ed anche di fissare al meglio i punti di iniezione e dimensionarne le grandezze e la forma.



Le **trappole d'aria** si creano quando il flusso del materiale fuso converge verso un punto ben definito con gradienti e direzioni diverse. Queste possono creare un punto di discontinuità, che a sua volta crea una potenziale difficoltà di riempimento e di consolidamento del materiale.

Il fenomeno può creare anche le condizioni di **bruciatura del materiale** esterne (visibili e quindi antiestetiche) o interne (fragilità del prodotto dovuto a discontinuità).



Per evitare tutto ciò eDesign RIM fornisce uno strumento per bilanciare il flusso di materiale all'interno dello stampo, seguirne l'evoluzione, evitare punti di rallentamento, o cadute di pressione, che creano gradienti diversi nel procedere del materiale fuso, e di bilanciare i runners di alimentazione ed il sistema di riscaldamento dello stampo.

Il problema legato alle bruciature del materiale è forse il più sentito per chi opera nel settore dello stampaggio con materiali reattivi termoidurenti.

I segni di bruciature, oltre ad essere antiestetici, modificano le caratteristiche fisiche del materiale in quel punto, aumentandone la fragilità.

L'**ambiente adiabatico** che viene a crearsi, non permette lo scambio termico necessario, portando il materiale a temperature elevatissime dovute all'aumento della pressione in quel punto ed alla impossibilità di avere uno scambio termico adeguato.

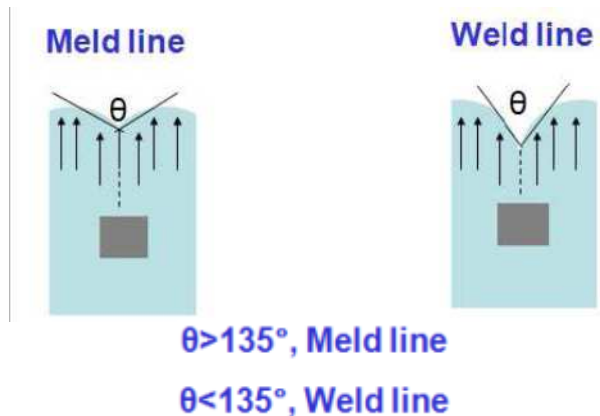
Cercare di eliminare il più possibile le possibili aree di trappola potenziale di gas è quindi una condizione molto importante per evitare che le caratteristiche del materiale degradino. Oltre a questo, si rende necessario il corretto dimensionamento e posizionamento del sistema dei **runners**, una possibile modifica del sistema di iniezione, la corretta selezione della macchina di stampaggio e delle sue caratteristiche (**fissaggio corretto dei parametri di macchina**), la definizione corretta della temperatura del materiale e della temperatura simulata del fronte di fusione, l'ottimizzazione della pressione di ritorno (**Back Pressure**), la velocità di rotazione della vite e la velocità di iniezione del materiale.

Nello stampaggio di materiale termoidurente bisogna prestare particolare attenzione a due entità tra loro simili, ma fondamentalmente diverse:

- **Weld line**, ovvero la linea di saldatura del materiale
- **Melt line**, ovvero la linea che si svolge trasversalmente al fronte ed alla direzione del flusso del materiale.

La prima, **Weld Line**, compare quando due diversi fronti di flusso del materiale fuso vanno a congiungersi durante il processo di riempimento.

Questo fenomeno avviene spesso in corrispondenza ad aree di discontinuità di forma del corpo da stampare (fori, inserti, nervature, pipette ecc.), piuttosto che in situazioni dove lo spessore da riempire varia in modo cospicuo.



In queste situazioni, il flusso di materiale si rallenta, e crea dei gradienti di temperatura che generano aree di stress del materiale.

Talvolta la temperatura si abbassa a limiti non voluti ed il materiale, oltre che rallentare, assume caratteristiche diverse.

La linea di giunzione diviene quindi una zona particolarmente critica e fragile, dove si rendono possibili diversi punti di rottura potenziale. Non è solo una questione estetica, ma diviene una questione meccanica.

La **Meld Line**, o linea di giunzione del fronte del materiale, è la linea ideale che corre lungo il flusso del materiale e quindi trasversale al fronte fuso. Anch'essa crea una zona che può potenzialmente creare problemi sia estetici sia di fragilità.

E' come se due fronti di materiale progredissero e si congiungono, saldandosi secondo un angolo obliquo.

In questo caso l'orientamento delle molecole del materiale è più uniforme che nel caso della linea di saldatura (Weld Line), ma costituisce comunque un elemento di discontinuità da valutare attentamente.

Matematicamente il passaggio da una situazione all'altra viene definito dal valore di un parametro:

L'angolo "θ" creato dai due fronti del materiale al suo progredire o al congiungersi.

Altro parametro estremamente importante è la **pressione esercitata in fase di riempimento**.

La distribuzione della pressione all'interno della cavità condiziona i tempi, ma anche la temperatura risultante.

Il sistema MOLDEX3D eDesign RIM è in grado di simulare la caduta di pressione in ogni punto, e quindi l'operatore può modificare i parametri assegnati per verificare il miglior comportamento, sia del corpo sia dello stampo.

Possiamo ottenere e controllare la distribuzione della pressione durante il trasferimento del materiale all'interno dello stampo, bilanciare al meglio il progetto in termini di flusso, esaminare in modo dettagliato i tempi ed i modi sia dell'operazione di riscaldamento sia di mantenimento della temperatura (fase **Curing**), calcolare e valutare la caduta di pressione dei dispositivi di servizio (runners), evitando fenomeni non voluti di sovrariscaldamento o reazione indesiderata del materiale dovuta a discontinuità di temperatura/pressione.

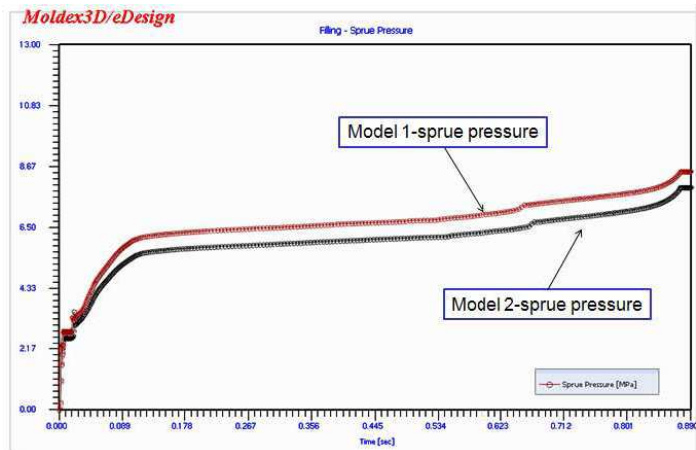
Riferendoci al comportamento del materiale termoidurente, MOLDEX3D eDesign RIM fornisce anche uno strumento utile a gestire il livello di congiunzioni trasversali nel materiale alla fine del processo (**Cross-linking**), definite come **valore di conversione**.

Moldex3D

MOLDING INNOVATION

Con eDesign RIM l'operatore può simulare il livello di crosslinking della microstruttura del materiale stampato con un elevato valore di approssimazione.

Un materiale a ripresa veloce ha, solitamente, un più alto livello di crosslinking, ovvero un più elevato livello di conversione nel riempimento.



Altro discorso fondamentale riguarda l'**orientamento delle fibre**.

Il vettore di distribuzione che governa l'orientamento delle fibre all'interno del material è un parametro che l'operatore definisce come punto d'arrivo, il valore **EOF/EOC** uguale o minore di 1/3 definisce un basso livello di orientamento, un valore EOF/EOC=1 definisce un orientamento delle fibre al 100%.

Più alto è questo valore, più l'orientamento è raggiunto in quella particolare zona dello stampo.

Riferendoci al comportamento del materiale termoidurente, MOLDEX3D eDesign RIM fornisce anche uno strumento utile a gestire il livello di congiunzioni trasversali nel materiale alla fine del processo (**Cross-linking**), definite come **valore di conversione**. Con eDesignRIM l'operatore può simulare il livello di crosslinking della microstruttura del materiale stampato con un elevato valore di approssimazione.

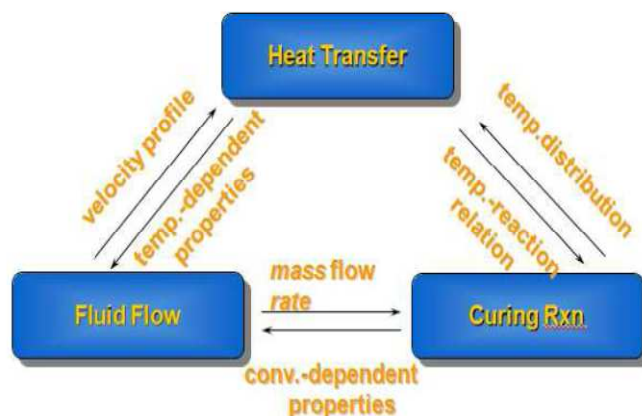
Altro discorso fondamentale riguarda l'**orientamento delle fibre**.

Il vettore di distribuzione che governa l'orientamento delle fibre all'interno del material è un parametro che l'operatore definisce come punto d'arrivo, il valore **EOF/EOC** uguale o minore di 1/3 definisce un basso livello di orientamento, un valore EOF/EOC=1 definisce un orientamento delle fibre al 100%.

Più alto è questo valore, più l'orientamento è raggiunto in quella particolare zona dello stampo.

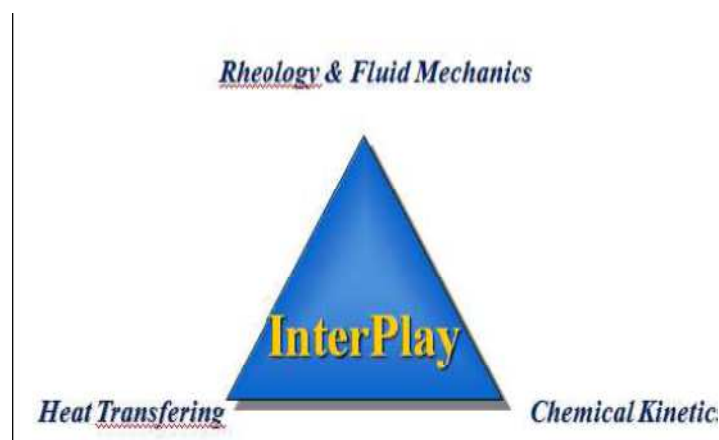
Le variabili in gioco sono parecchie e operando proprio su queste variabili si può ottenere il risultato atteso.

Da un lato bisogna agire sulle **caratteristiche meccaniche** legate al fluido ed ai **fenomeni reologici**, da un altro bisogna governare il **trasferimento del calore** all'interno dello stampo, e dall'altro le **caratteristiche cinetiche** che legano anche la **chimica dei materiali (crosslinking)**.

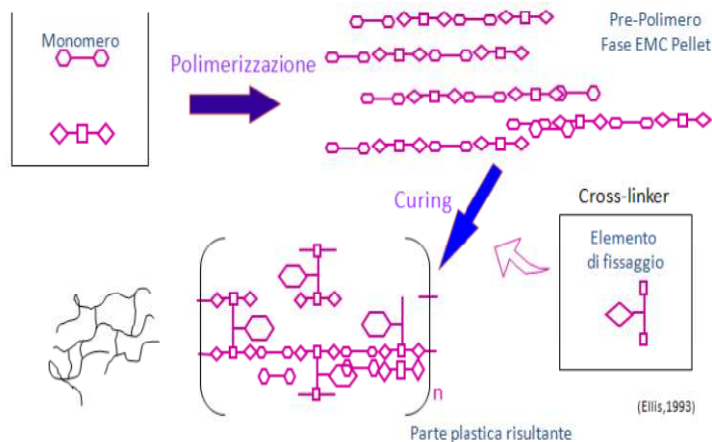


CURING PROCESS

Un accenno al fenomeno legato all'attività di riscaldamento e mantenimento del calore dello stampo (**Curing process**), per una resa corretta in termini di caratteristiche del prodotto che si otterrà.



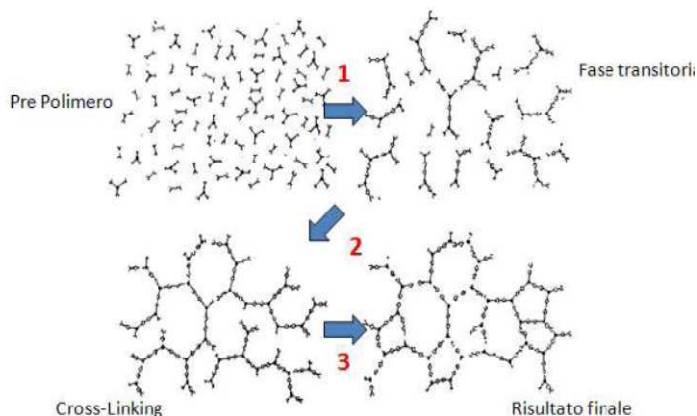
Un materiale a ripresa veloce ha, solitamente, un più alto livello di crosslinking., ovvero un più elevato livello di conversione nel riempimento.



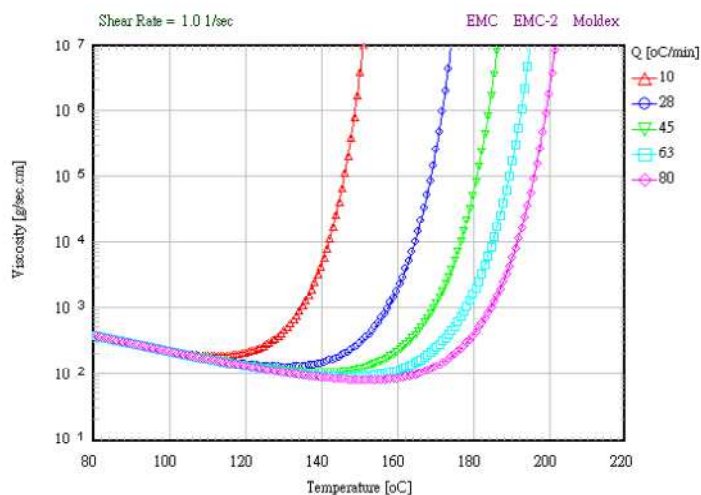
Moldex3D Italia srl

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

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



Di seguito, a titolo di esempio due aspetti importanti (Cinetica e Reologia) delle operazioni di simulazione del comportamento per un materiale reattivo termo-indurente (es. Resina Epossilica)

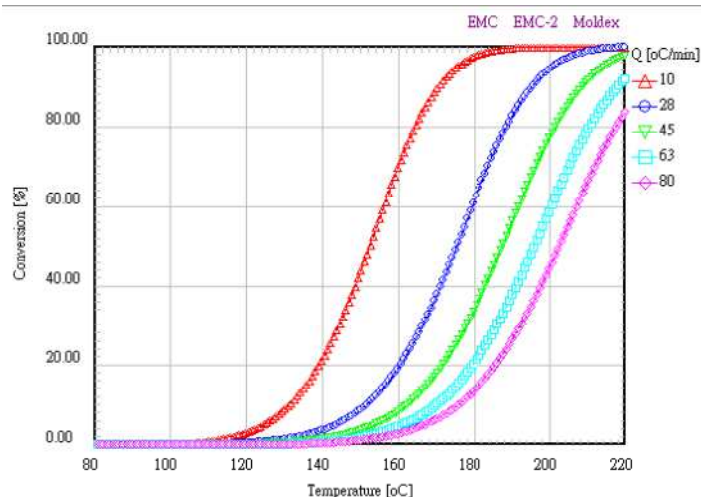


Cinetica (diagramma 1)

- Studio della Cinetica di fissaggio (Curing)
- Modello cinetico (Curing)

Reologia (Diagramma 2)

- Caratterizzazione
- Modello Reologico



Altra caratteristica e funzionalità fondamentale offerta da eDesign RIM riguarda la possibilità di investigare, in modo dinamico, sul modello tridimensionale i valori della temperatura nelle varie fasi di fissaggio (curing).

Lo stesso vale per l'analisi dei fronti di saldatura del materiale (Weld Line) e del fronte di flusso del materiale (Melt Line).

Absolutamente originale la possibilità di verificare dinamicamente sul modello il livello di crosslinking durante ed alla fine della fase di fissaggio (curing).

Infine, il modulo **Warpage**, permette di analizzare dinamicamente le deformate lungo le varie direzioni direttamente sul modello 3D attraverso un'animazione.

Tutto questo dimostra l'estrema capacità innovativa di Moldex3D e la velocità nell'apportare nuove funzionalità richieste dai clienti.

Premesso che gli oggetti realizzati in materiale termoindurente sono per definizione NON riciclabili e quindi, in certi ambienti, specifici soggetti a regole e normative particolari, non possono essere utilizzati, sono però ricercati e scelti quando, in non presenza di quelle regole, si vogliono ottenere:

- Resistenza agli sforzi meccanici
- Mantenimento di caratteristiche meccaniche solitamente proprie di leghe metalliche;
- Caratteristiche di peso e di ingombro non ottenibili con leghe metalliche;
- Basso livello di ritiro dimensionale
- Stabilità dimensionale e di forma nel tempo
- Caratteristiche dielettriche e di isolamento
- Resistenza chimica in ambienti aggressivi
- Costi più contenuti rispetto al termoplastico
- Costo inferiore dello stampo e dell'attrezzatura

Confrontare le aspettative su un materiale termo-resistente, piuttosto che un materiale metalli, non è semplice.

Ci si basa solitamente sulle specifiche del cliente e si punta molto sull'esperienza di processo.

La tabella di seguito dà comunque un'idea dei parametri di scelta in gioco:

Metal Replacement: Thermoset vs. Metals

	BMC (25% glass)	SMC (50% glass)	300-Series Aluminum	Zinc	Magnesium
Density	.07 lbs/in ³	.07 lbs/in ³	.09 lbs/in ³	.24 lbs/in ³	.07 lbs/in ³
Linear Thermal Expansion Coefficient	8-12 in. x 10 ⁻⁶ /K @ 20°C	8-12 in. x 10 ⁻⁶ /K @ 20°C	12-13 in. x 10 ⁻⁶ /K @ 20°C	15-16 in. x 10 ⁻⁶ /K @ 20°C	14-16 in. x 10 ⁻⁶ /K @ 20°C
Corrosion resistance	Excellent	Excellent	Good	Fair	Fair
Flexural strength	10-20 psi x 10 ³	20-30 psi x 10 ³	10-25 psi x 10 ³	N/A	10-20 psi x 10 ³
Flexural Modulus	15-20 psi x 10 ³	15-20 psi x 10 ³	100 psi x 10 ³	N/A	10-20 psi x 10 ³
Tensile strength	5-10 psi x 10 ³	10-20 psi x 10 ³	10-25 psi x 10 ³	10-25 psi x 10 ³	10-30 psi x 10 ³
Tensile Modulus	10-25 psi x 10 ⁵	10-25 psi x 10 ⁵	100 psi x 10 ⁵	N/A	65 psi x 10 ⁵

(<http://www.withermoset.com/index.php?page=properties>)

I materiali RIM Termoresistenti sono oggetto di un processo irreversibile (**curing**) durante il quale le caratteristiche chimiche del materiale si modificano attraverso l'imposizione di una certa temperatura e pressione per un periodo definito.

Una volta settato il materiale non può essere riutilizzato, ristampato o ridefinito nella sua forma.

Come si vede dalla tabella precedente, si stabiliscono dei legami chimici nel materiale (**CrossLinking**) che non possono essere ripresi e modificati; anzi queste nuove caratteristiche del materiale vengono mantenute anche ad alte temperature (resistenza alla temperatura)

Iniezione con materiali termoplastici e con materiali termoresistenti - Pro e Contro

I processi per iniezione in campo termoindurente si prestano meglio al concetto di automazione di processo; gli oggetti risultanti possono avere una geometria molto complessa ed anche elementi molto precisi (tolleranze molto ristrette) possono essere realizzati "facilmente".

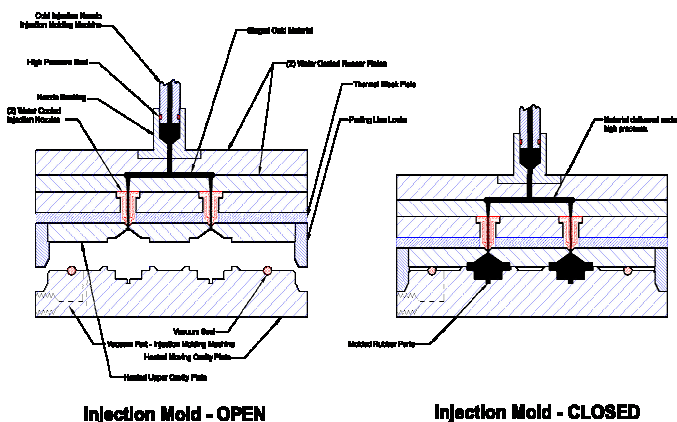
Oltre a questo gli oggetti realizzati in materiale termoisolante mantengono le proprie caratteristiche meccaniche e chimiche anche in presenza di alte temperature, oltre a fornire anche un elevato isolamento elettrico (dove richiesto), a differenza dei metalli che sono conduttivi.

Di contro alcuni materiali termoresistenti hanno un basso livello di viscosità e possono presentare fenomeni di sgocciolamento. La presenza di bave e/o imperfezioni lungo le linee di chiusura dello stampo, possono essere eliminati in una seconda lavorazione.

Un altro svantaggio può derivare dal fatto che il processo è energivoro, ovvero consuma parecchia energia (durante la fase di curing) ed il ciclo è più lungo.

Quindi da un lato, a favore dei materiali termoresistenti ci sono:
Nel caso di processo di Iniezione: Processo di stampaggio iniezione plastica simile al termoplastico, tempi di ciclo è più bassi a fronte della possibilità di realizzare particolari ad alta complessità di forma, possibilità di creare automatismi di processo molto semplici.

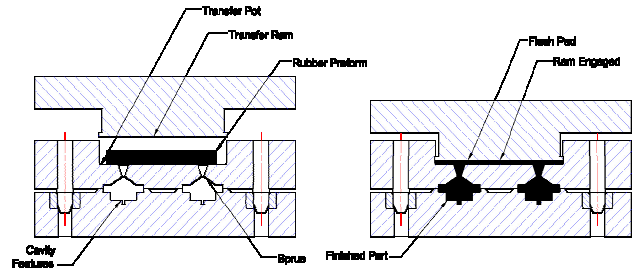
COLD RUNNER INJECTION MOLDING TECHNOLOGY



Nel caso del processo per Trasferimento: ottimo compromesso tra iniezione e compressione, permette l'utilizzo di materiale fibroso con fibre molto lunghe, offre maggiore precisione di risultato che nel processo semplice di Compressione, e permette

l'utilizzo in ambiente **MCM** Multicomponente e/o con inserti in metallo.

TRANSFER MOLDING TECHNOLOGY

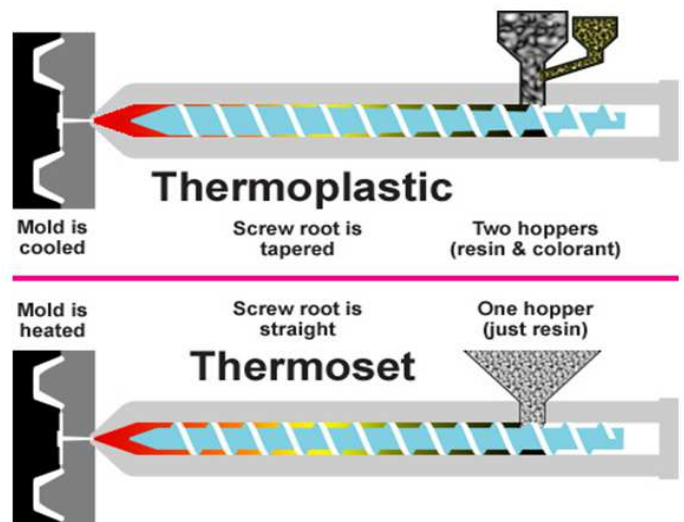


Transfer Mold - OPEN

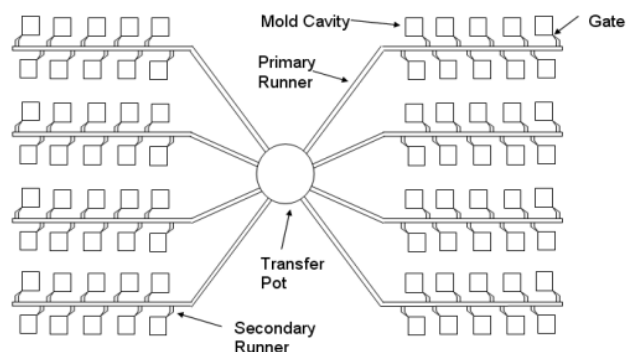
Transfer Mold - CLOSED

Le attività e modalità di processo nel caso di Iniezione per Materiale Termoresistente, sono simili a quello per l'iniezione di materiale termoplastico, l'unica differenza è per il materiale che sarà un polimero termoresistivo.

Per il termoplastico, lo stampo viene raffreddato, per il termoresistente viene riscaldato.

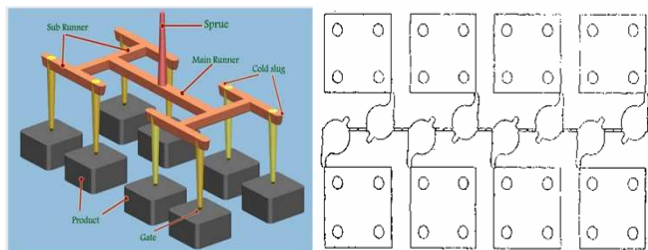


Anche la fase di progettazione dello stampo segue regole simili



Moldex3D

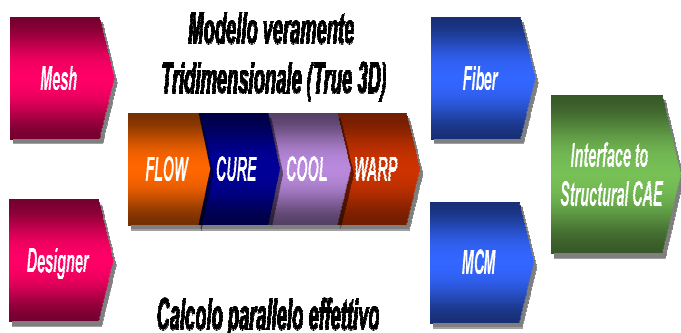
MOLDING INNOVATION



Anche gli elementi ed i passi che devono essere definiti dal progettista sono simili:

- definizione del punto/i di iniezione,
- runner system,
- disegno dei gates,
- definizione del numero delle impronte (cavità),
- parametri di corredo (pressione, distribuzione della temperatura, geometria, forma e disposizione ecc.) per poi passare all'ottimizzazione di tutto il sistema.

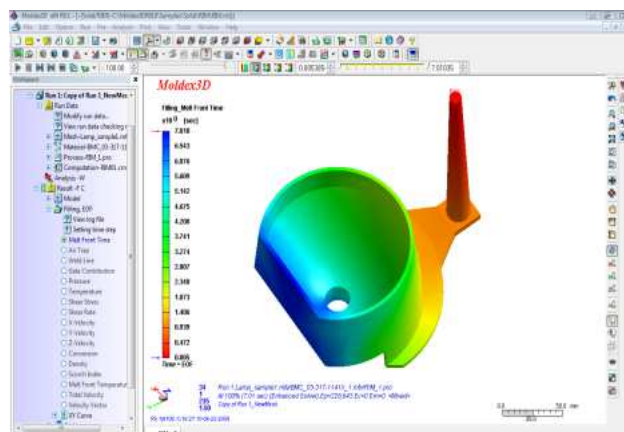
I moduli software contraddistinguono le diverse fasi di progettazione e di processo



Anche i campi applicativi ed i settori merceologici sono i più disparati, e così pure i materiali impiegati che solitamente seguono una ricetta o miscela particolare (da qui la difficoltà a trovare il materiale inserito nelle librerie, a cui si ovvia attraverso l'operazione di classificazione delle caratteristiche del materiale in laboratorio, attività che MOLDEX3D può fare per i propri clienti)

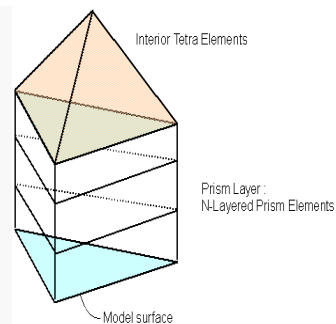


- Modello di calcolo estremamente robusto, preciso e veloce (calcolo parallelo).

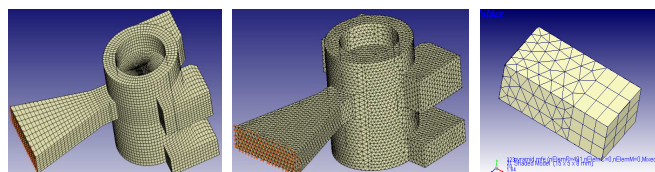
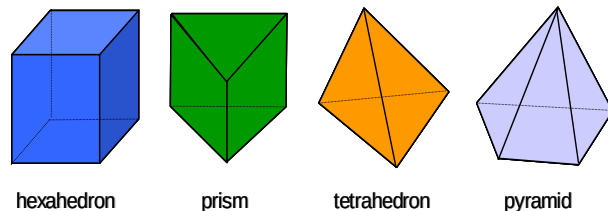


I formati supportati sono tra i più diffusi:

1. ANSYS files (*.ans)
2. HyperMesh/ ANSYS files (*.ans) (...more)
3. Pro/Engineer/ ANSYS files (*.ans) (...more)
4. Pro/Engineer/ FE neutral files (*.fnt) (...more)
5. FEMAP neutral files (*.neu) (...more)
6. I-DEAS 8.0 universal files (*.unv)
7. VisiSage files (*.fe) (...more)
8. COSMOS files (*.geo) (...more)
9. NASTRAN files (*.dat *.bdf)
10. Moldex3D mesh files (*.mfe *.mbe)
11. Moldex3D neutral mesh files (*.fef) (...more)



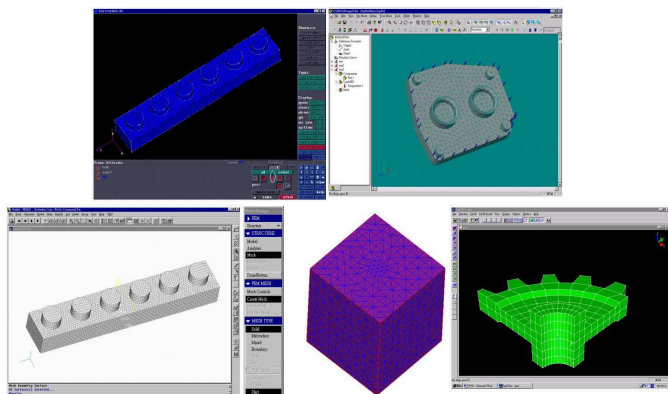
e gli elementi base utilizzati durante la meshatura sono:



che vengono utilizzati in modo misto ed automatico a seconda della forma, dimensione e caratteristica del modello da analizzare:

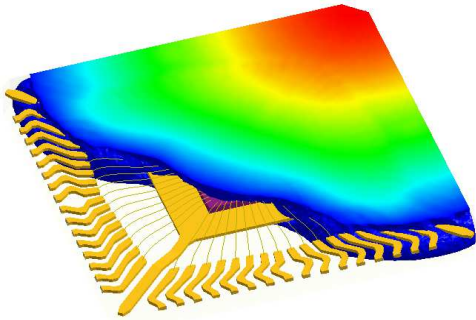
I vantaggi che derivano dall'utilizzo di un sistema di simulazione iniezione plastica per materiali termo-indurenti, come Moldex3D eDesign RIM, sono evidenti:

- Importazione diretta dei modelli 3D dal CAD (Step, Iges, STL);
- Meshatura automatica del modello per l'analisi per il calcolo successivo (curing rate, modello di flusso ecc.)
- Identificazione delle linee di giunzione, trappole d'aria, bruciature, vettori di velocità 3D del flusso di materiale, pressione di trasferimento, posizionamento delle fibre ecc.)
- Interfaccia utente molto semplice e percorso guidato (wizards)

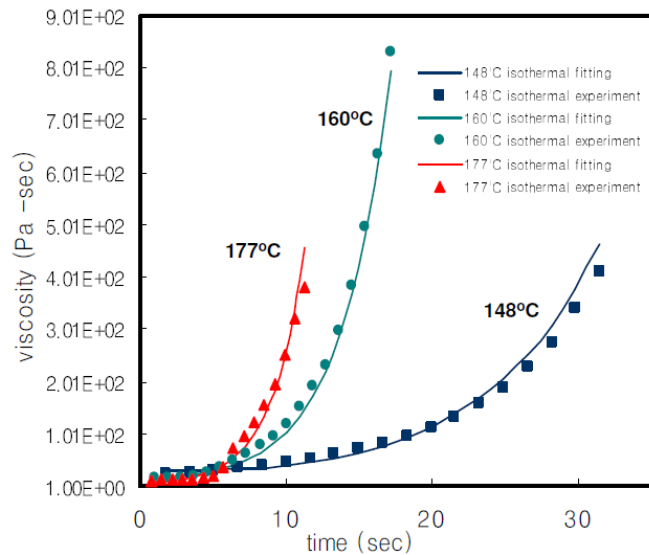
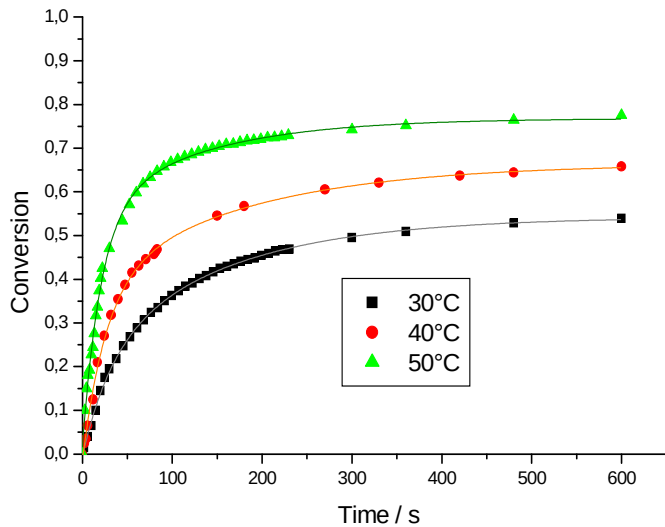


Moldex3D Italia srl

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



Il fenomeno chimico della cristallizzazione e fase di Curing (fissaggio)



$$\frac{d\alpha}{dt} = (k_a + k_b \cdot \alpha^m) \cdot (1 - \alpha)^n$$

$$\eta = A \exp\left(\frac{E}{RT}\right) \left(\frac{\alpha_g}{\alpha_g - \alpha}\right)^{C_1 + C_2 \alpha}$$

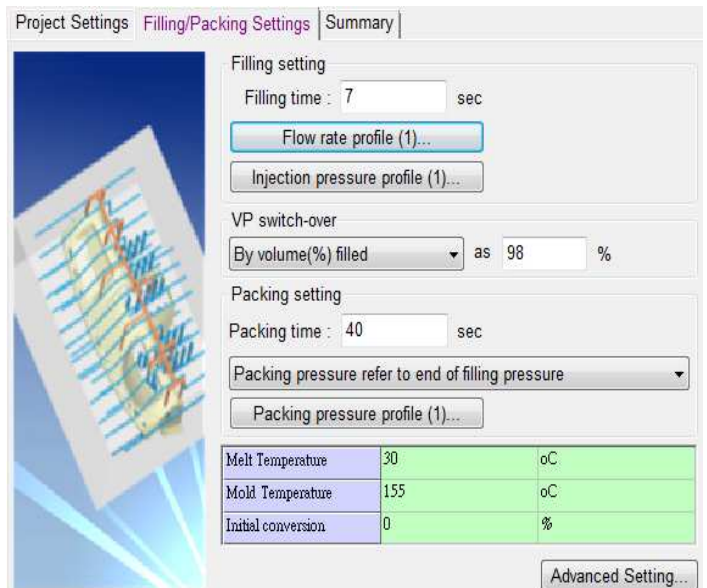
$A, C_1, C_2, k_a, k_b, m, n$: Costanti del materiale

E : energia di attivazione e

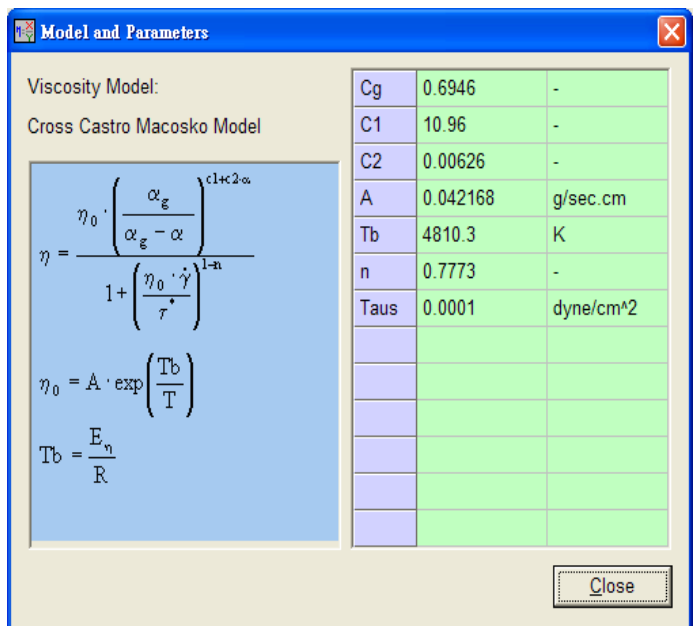
α : fattore di conversion e

α_g : fattore di conversion e g (Gel Point)

Come accennato precedentemente, MOLDEX3D eDesign RIM mette a disposizione una libreria completa dei materiali, comprensiva anche dei dati relativi ai parametri di fissaggio (modello della viscosità, cinetica della fasi di fissaggio ecc.).



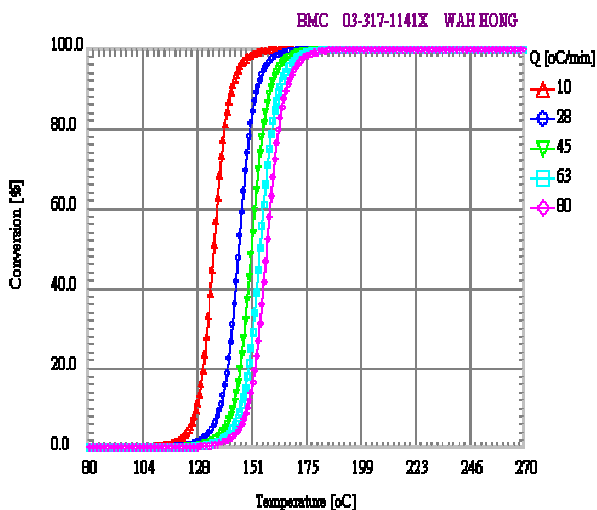
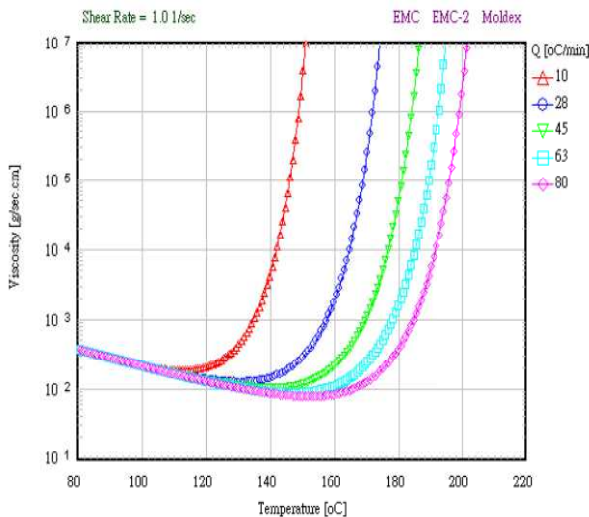
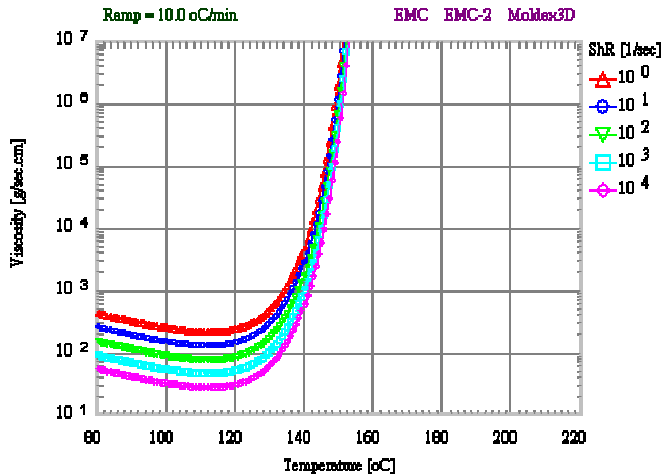
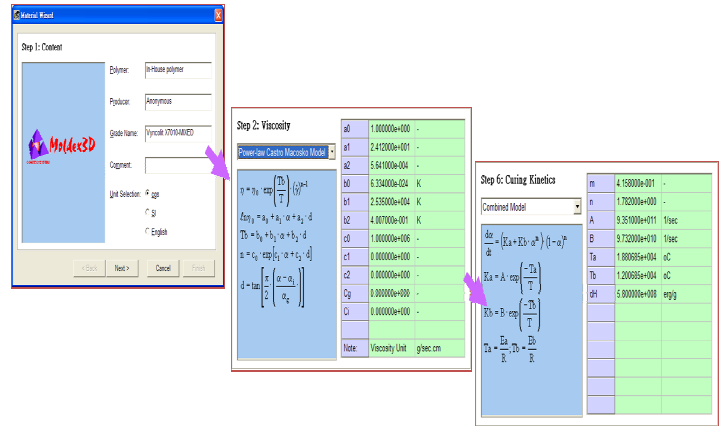
Qualora il materiale specifico non sia presente in libreria, si possono seguire due strade:



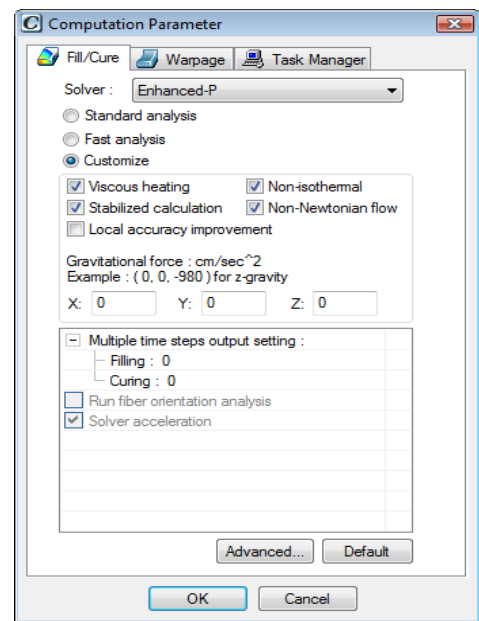
Moldex3D

MOLDING INNOVATION

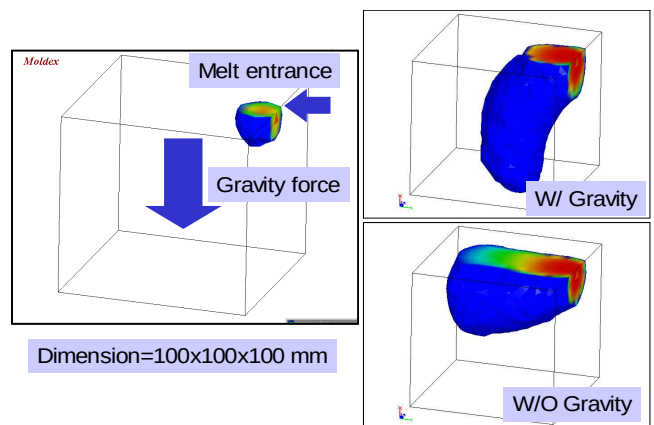
- il Committente fornisce una tabella ISO del materiale con tutte le sue caratteristiche e questa tabella viene importata all'interno;
- Viene fornito un saggio del materiale a Moldex3D che attraverso i suoi laboratori di classificazione restituisce una tabella ISO, che potrà essere inserita nella tabella cliente privata, o nella tabella pubblica dei materiali a seconda delle indicazioni del cliente.



L'attività di calcolo per un sistema di analisi iniezione plastica, sia per materiali termoplastici, sia per materiali termoidurenti, è un'attività che richiede grande potenza di calcolo.



Moldex3D eDesign RIM fornisce una capacità di calcolo parallelo inusitata e permette di gestire nel modo migliore la potenza disponibile sia al computer (multiprocessore e multicore) sia sulla rete (distribuzione del calcolo parallelo via cluster di rete).



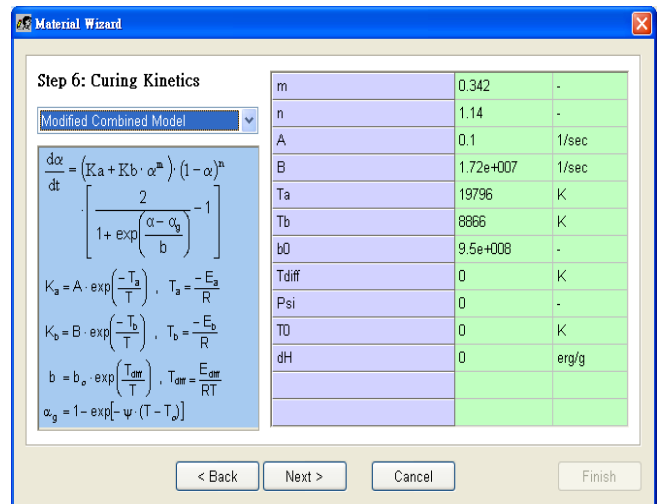
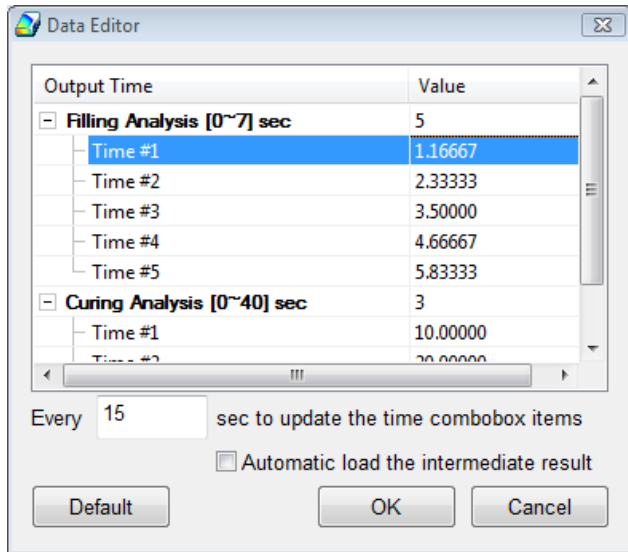
Tutto questo, combinato con la possibilità di lavorare su un modello 3D vero (True 3D), permette di lavorare su modelli complessi (per es. per valutare correttamente l'effetto di gravità) e in situazioni delicate (calcolo dei transienti)

Moldex3D Italia srl

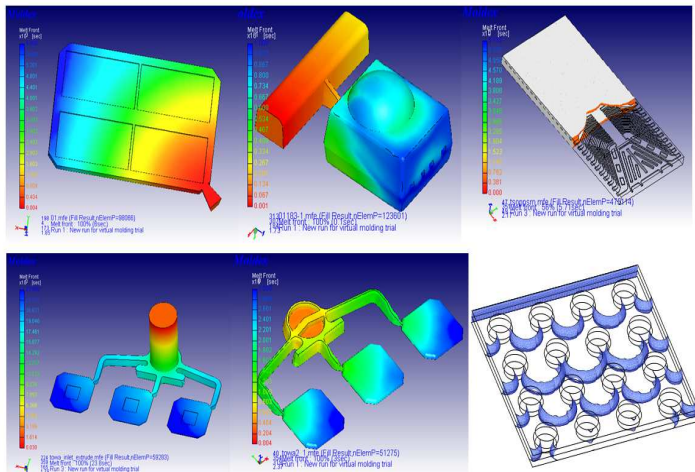
Corso Promessi Sposi 23/D - 23900 Lecco (LC) - Italy
Tel +39 0341 259.259 - Cell. +39 345 6844.016 - Fax +39 0341 259.248

Moldex3D

MOLDING INNOVATION

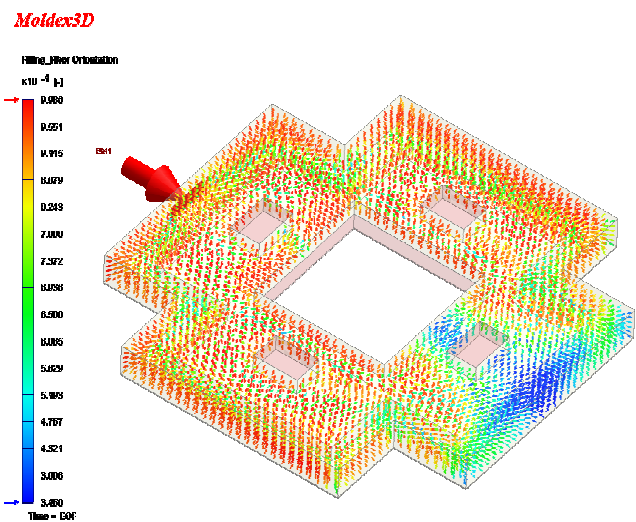
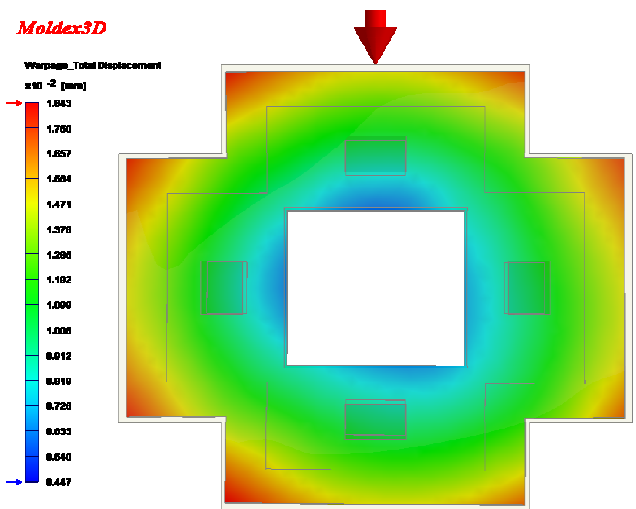


Di seguito vediamo alcuni esempi di analisi in ambiente stampaggio con materiali termoindurenti.



Il pacchetto Moldex3D eDesign RIM (Reactive Injection Molding) affronta e risolve in modo appropriato tutta una serie di situazioni, in particolare:

- L'analisi termica dello stampo e di come la funzione di trasferimento di calore agisce sul risultato finale
- Applica la legge di Deng-Isayev sullo stress di trascinamento del materiale dovuto alla variazione di viscosità e viscoelasticità, in dipendenza dell'effetto combinato temperatura e pressione.
- L'analisi della deformazione attesa (CTE e PVT)
- Supporta l'ambiente multicomponente e l'orientamento delle fibre
- Supporta il collegamento per trasferire informazioni ai pacchetti di analisi strutturale (Funzione I2 verso Ansys, Abacus, Nastran, ecc)



Nei confronti dell'analisi PVT (Pressione/Volume verso Temperatura) viene applicata la teoria di TAIT, specifica per l'ambiente dei materiali reattivi termoindurenti

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

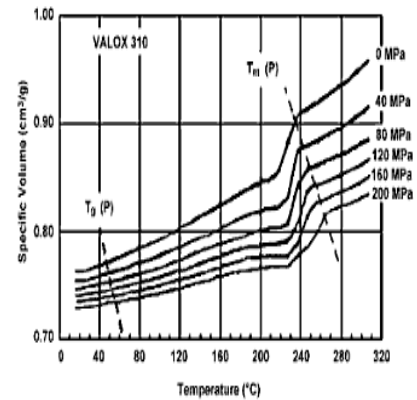
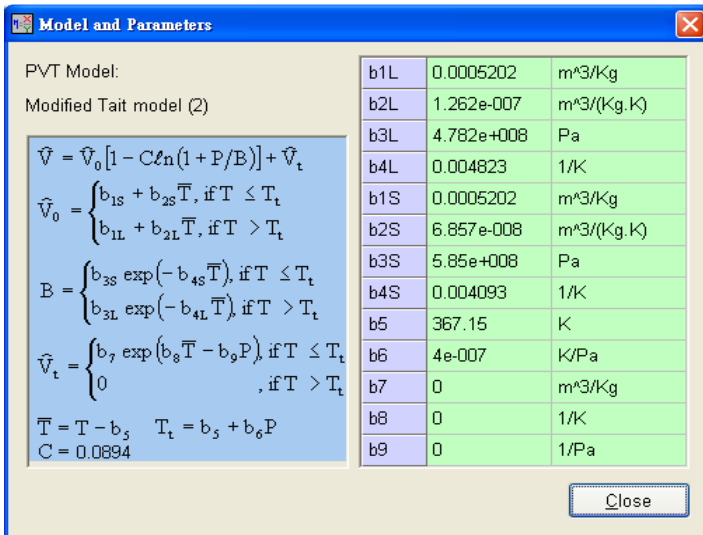
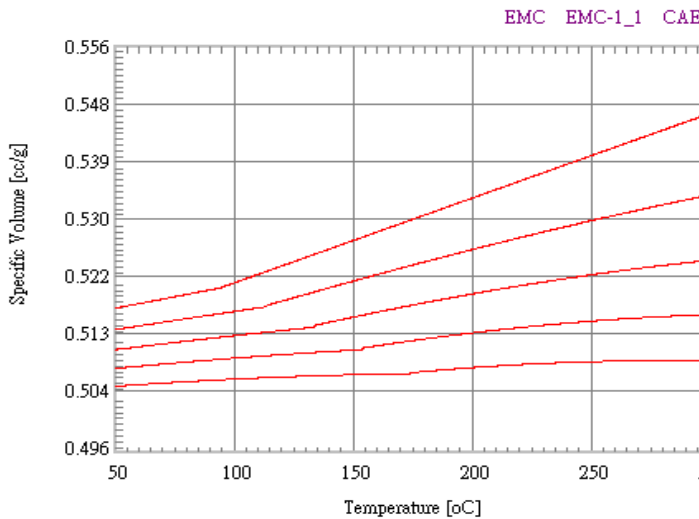
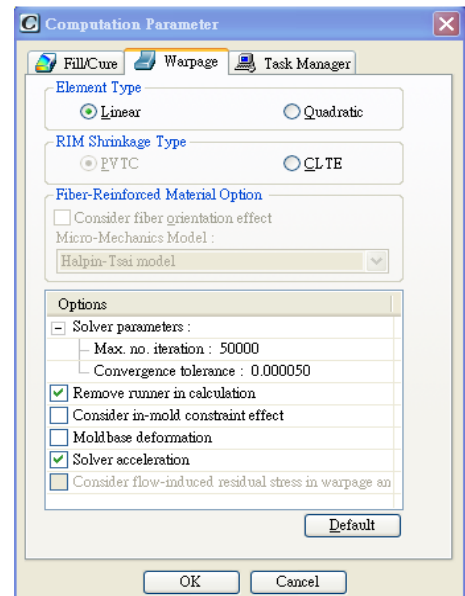


Figure 4.17. A typical PVT diagram for a semicrystalline polymer showing the pressure dependence of both T_g and T_m . (Courtesy of GE Plastics.)



Va da sé che non ci addenterremo più di tanto in una problematica estremamente complessa come questa, lasciando ad eventuali approfondimenti specifici sull'argomento dove fosse richiesto, con le persone tecniche deputate.

Diciamo solo che Moldex3D eDesign RIM adotta questo tipo di metodo per calcolare le deformazioni conseguenti



3 Results of Warp(deformation x20):

CLTE mode:

PVT mode:

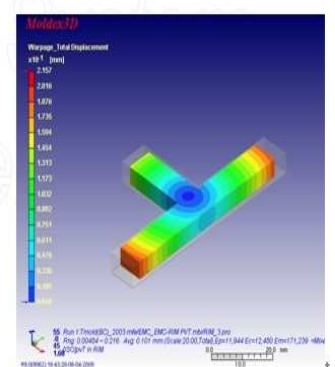
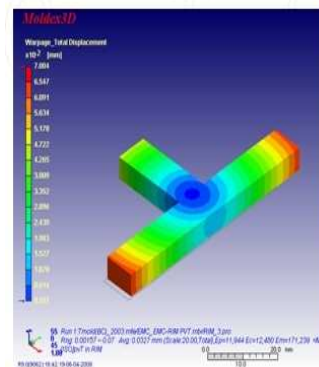


Figure 4.16. PVT diagram showing the pressure dependence of the T_g for an amorphous polycarbonate. (Courtesy of GE Plastics.)

La possibilità di eDesign RIM di effettuare l'analisi termica, permette di simulare al meglio il comportamento del materiale nel processo **RIM (Reactive Injection Molding)** e di visualizzare

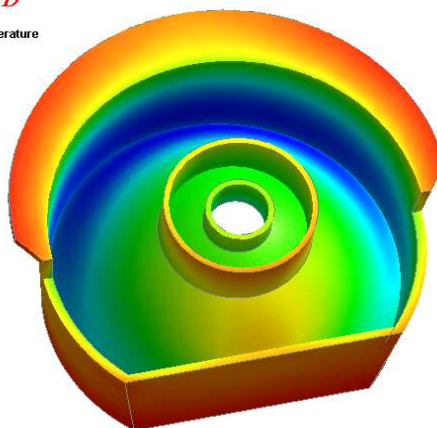
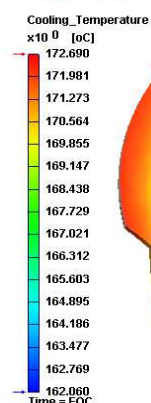
Moldex3D

MOLDING INNOVATION

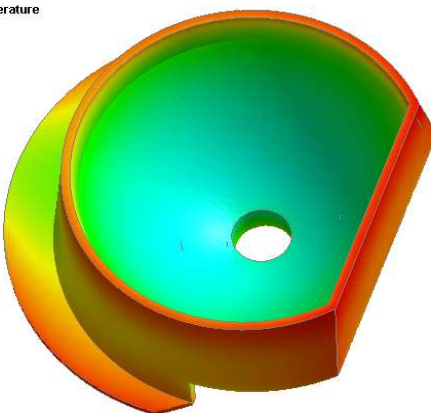
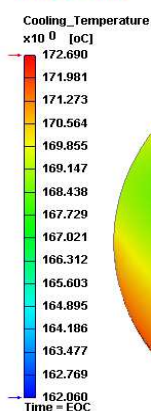
la distribuzione della temperatura in modo completo nella cavità e la funzione di trasferimento di calore cavità/stampo.

Distribuzione della temperatura nella cavità

Moldex3D



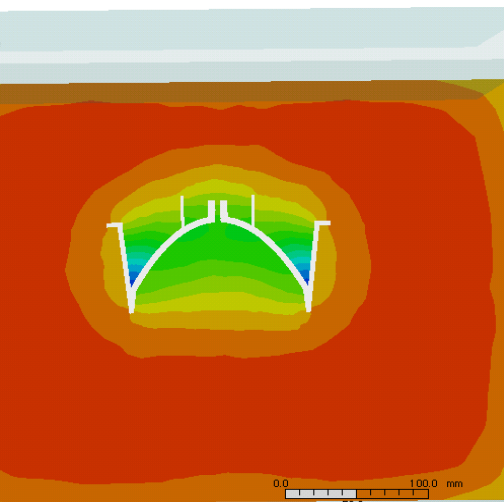
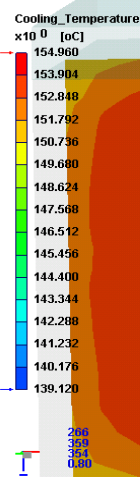
Moldex3D



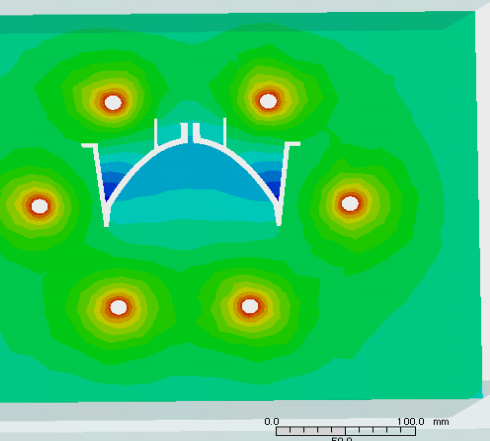
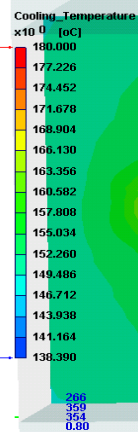
Il beneficio è evidente, in quanto tale analisi offre un valido aiuto nell'attività di dimensionamento del sistema di riscaldamento dello stampo.

Distribuzione della temperatura nello stampo

Moldex3D

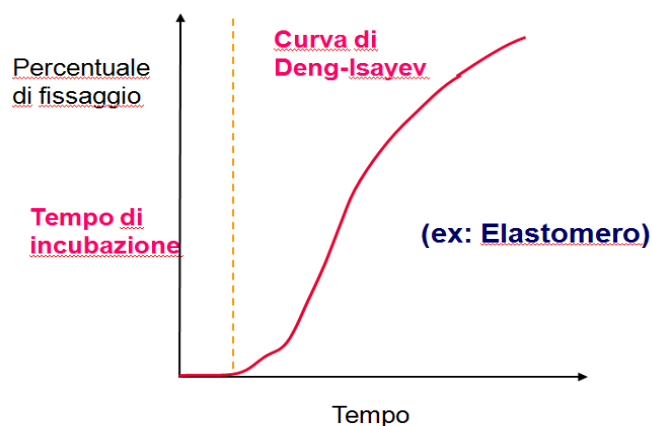


Moldex3D



Il supporto della legge di **Deng-Isayev** da parte del pacchetto RIM di eDesign fornisce una serie di funzionalità e caratteristiche, che inducono benefici immediati nella simulazione dei processi di iniezione per materiali termoindurenti e reattivi.

Il nuovo modello cinetico di fissaggio (**curing**) si indirizza in modo ottimale verso le problematiche di stampaggio di parti in gomma che viene quindi supportato



Viene gestita la cosiddetta **fase di incubazione** attraverso quello che viene definito scorch index (o parametro che indica la soglia oltre la quale il materiale presenterebbe "bruciatura").

Moldex3D Italia srl

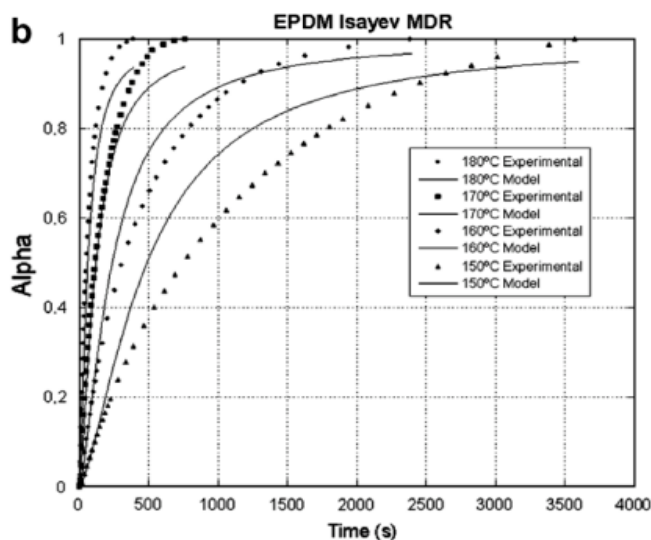
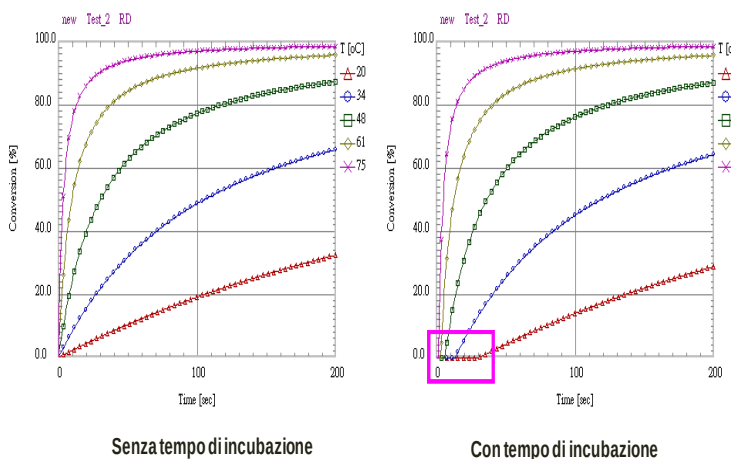
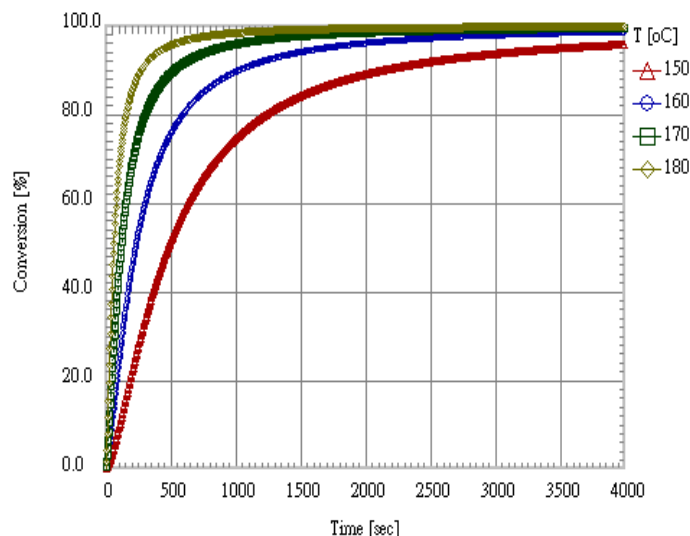
Corso Promessi Sposi 23/D - 23900 Lecco (LC) - Italy
Tel +39 0341 259.259 - Cell. +39 345 6844.016 - Fax +39 0341 259.248

Quando, durante il calcolo, tale indice raggiunge il valore 1, il sistema di calcolo che governa la simulazione cinetica del materiale parte con il fissaggio (curing reaction). L'operatore è quindi sicuro che il processo di vulcanizzazione parte solo quando la cavità è completamente riempita (secondo i parametri impostati a monte).

Il beneficio che ne deriva è importante in particolare nelle situazioni in cui, nel caso di parti in "gomma", il tempo di induzione è particolarmente lungo. Il modello di analisi basato sulla teoria di Deng-Isayev è il migliore ed è quello applicato.

Il nuovo modulo rinnovato aiuta in particolare anche il dimensionamento ed il progetto del sistema di alimentazione (**runner system**) e il settaggio dei parametri di processo evitando fenomeni di vulcanizzazione "prematura", ovvero il materiale cambia di stato prima che la cavità sia completamente riempita.

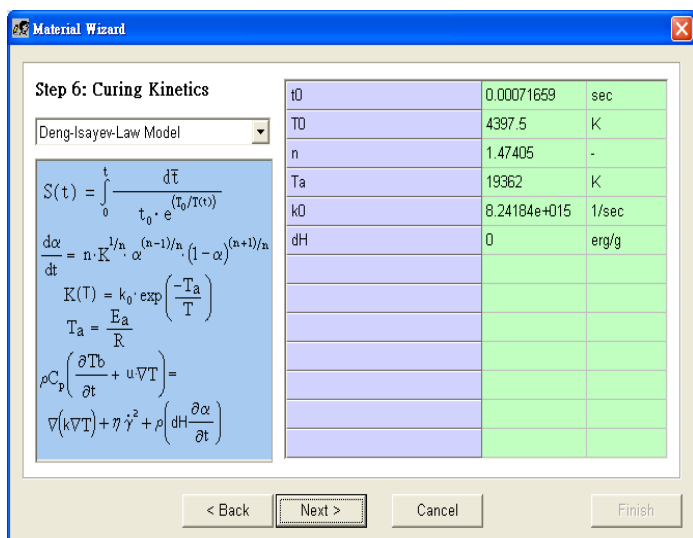
- Processo di incubazione (scorch index < 1)
- Modello Deng-Isayev (scorch index > 1)



Le prove di laboratorio effettuate nei laboratori Moldex3D Taiwan, hanno dato una corretta rispondenza tra i dati attesi (curve cinetiche) e quelli verificati sperimentalmente.

$$S = S(t) = \int_0^t \frac{d\bar{t}}{t_i(T(\bar{t}))} = \int_0^t \frac{d\bar{t}}{t_0 \cdot e^{(T_0/T(\bar{t}))}}$$

L'Indice di rischio bruciatura (scorch index) è regolato dalla funzione evidenziata in precedenza.



Moldex3D

Filling_Scorch Index

min = 1.0

max = 2.584

2.584

2.084

1.584

1.084

0.584

0.084

0.084

0.084

0.084

0.084

0.084

0.084

0.084

0.084

0.084

0.084

0.084

0.084

0.084

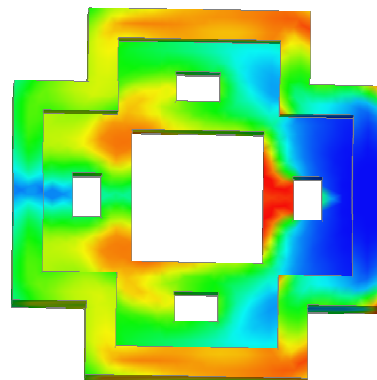
0.084

0.084

0.084

0.084

0.084



Moldex3D

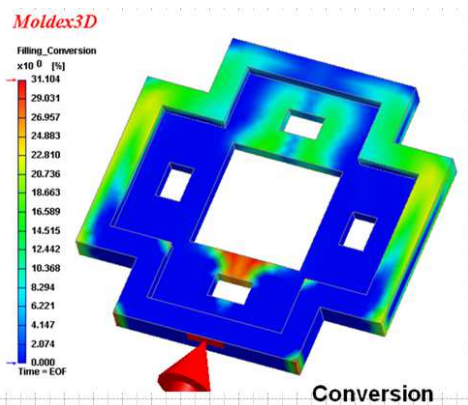
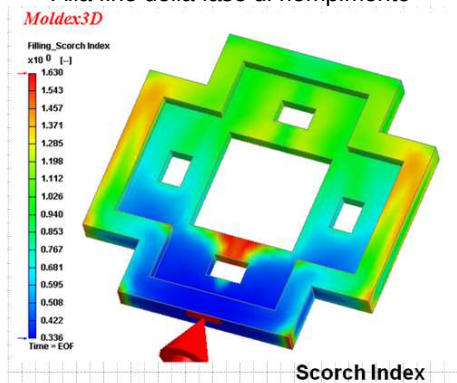
MOLDING INNOVATION

Ricordiamo che tale valore deve essere inferiore ad 1, dopo che il valore della funzione scorch index ha raggiunto 1, il sistema interno di governo cinetico avvia la reazione di fissaggio (curing phase).

Tale sistema di controllo è molto importante quando il materiale termo reattivo da utilizzare è gomma o simile (es. poliuretano e schiume)

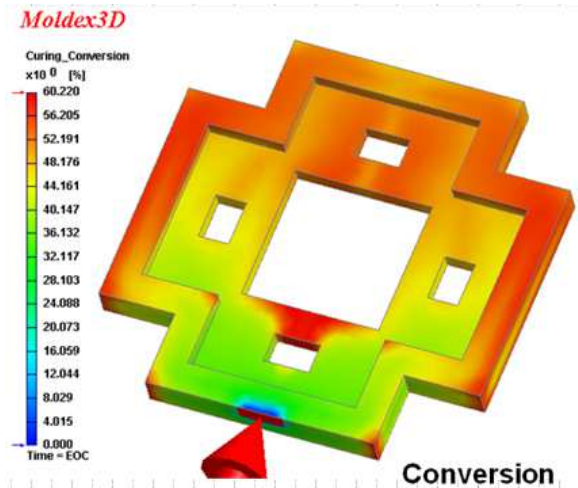
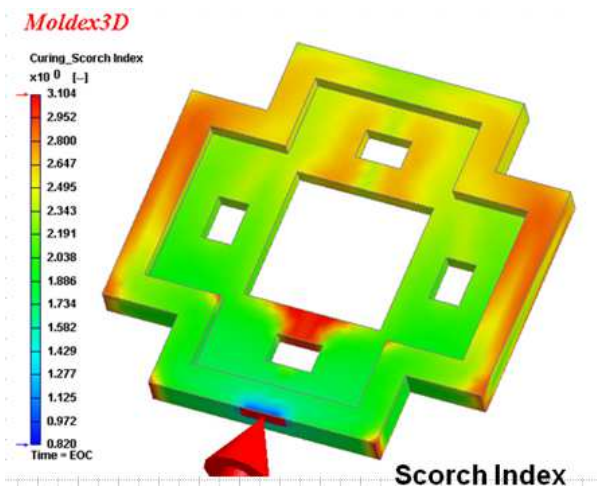
Fino a quando l'indice non raggiunge valore 1 la reazione di fissaggio (curing phase) non parte.

Alla fine della fase di riempimento



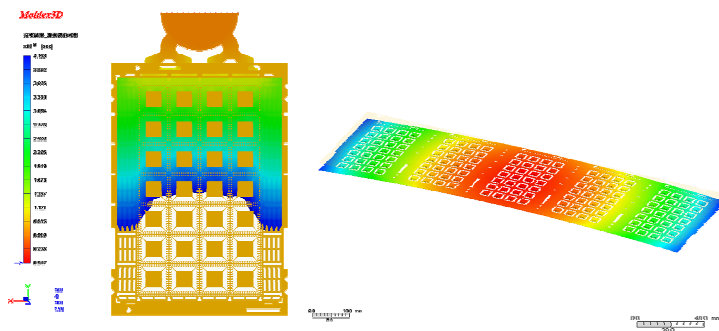
Alla fine della fase di fissaggio la maggior parte delle arre ha un valore di indice superiore ad 1, e la quota di conversione aumenta al passare del tempo.

Alla fine della fase di fissaggio



Moldex3D eDesign RIM (Reactive Injection Molding) R.10.0 introduce anche novità per quanto riguarda l'ambiente **MCM Multi Componente**, prima non disponibile, che permette di studiare in modo compiuto sia le problematiche di riempimento, sia quelle di deformazione

• Risultato di riempimento • Risultato sulla deformazione

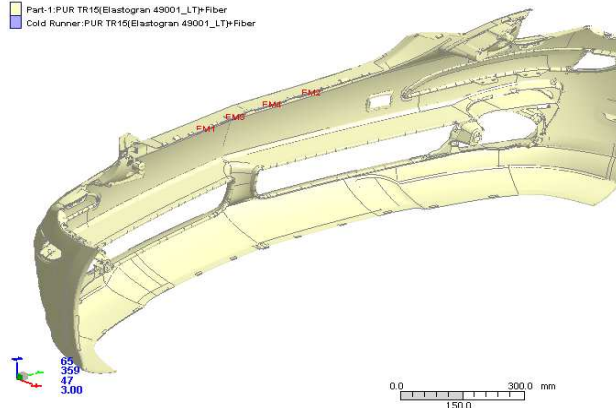


E' importante sapere che l'affidabilità del risultato è stata certificata da due partner importanti come la SIMPATEC GmbH e la BASF, div. Elastomeri, su un pezzo complicato come quello che vediamo di seguito (**Kunststoffe International maggio/2011**)

Moldex3D

Model Shaded Model

Part-1: PUR TR15(Elastogran 49001_LT)+Fiber
Cold Runner: PUR TR15(Elastogran 49001_LT)+Fiber



Moldex3D Italia srl

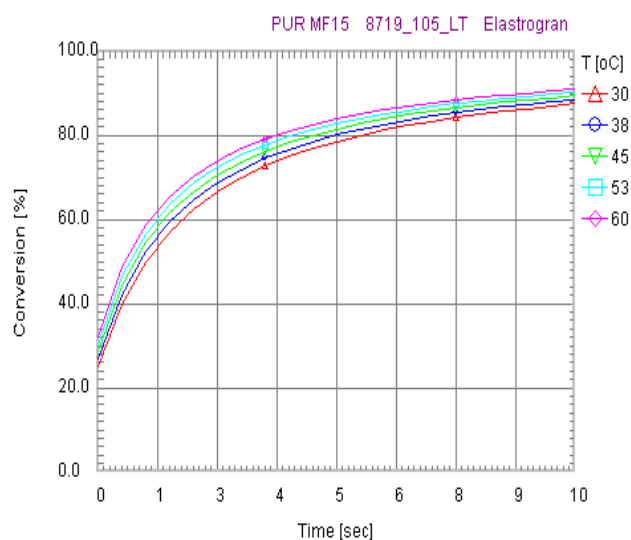
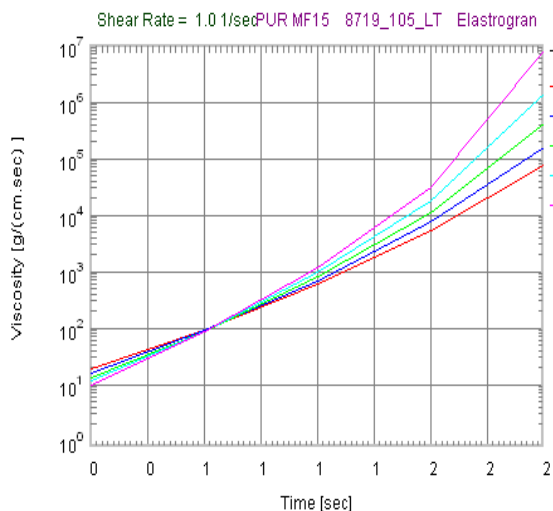
Corso Promessi Sposi 23/D - 23900 Lecco (LC) - Italy

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

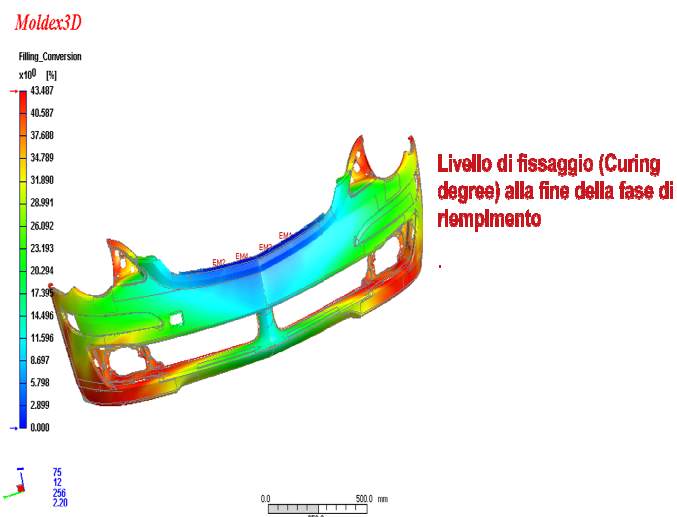
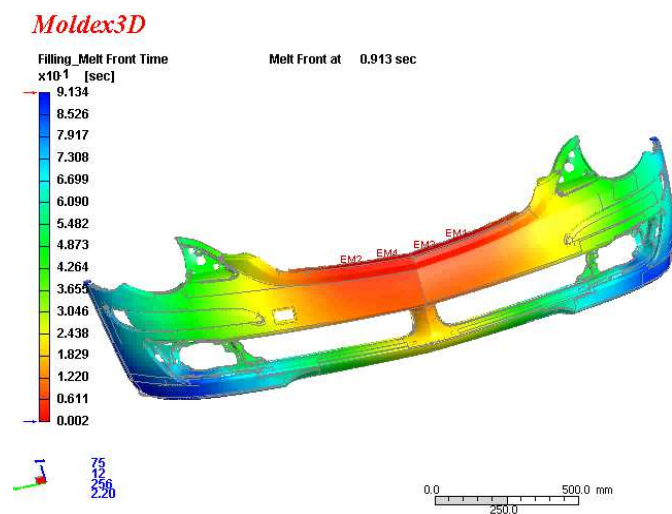
Moldex3D

MOLDING INNOVATION

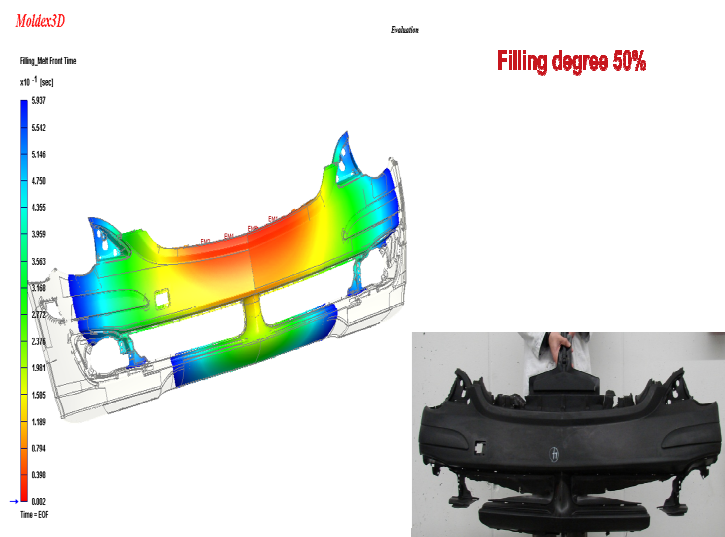
Il materiale utilizzato è stato il PUR_MF15 8719_105_LT, un poliuretano a reazione veloce, le cui caratteristiche cinetiche e di viscosità sono indicate nei diagrammi seguenti.



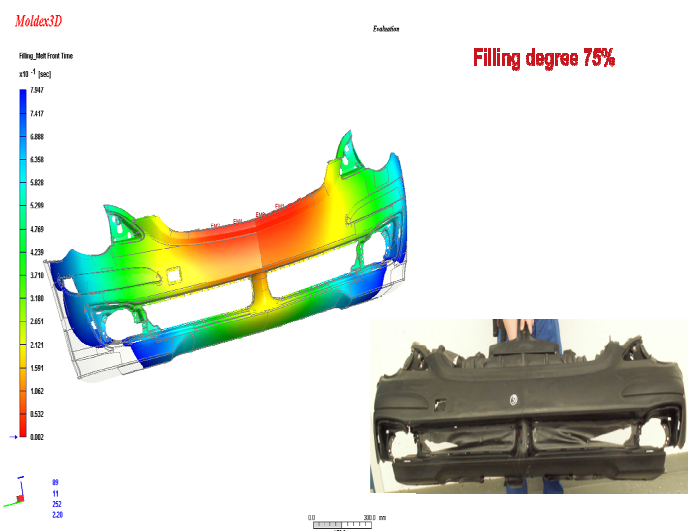
Il tempo di riempimento è stato definito in 0,93 secondi (cavità completamente riempita)



Test di prova al 50% del riempimento totale e verifica in laboratorio



Test di prova al 75% del riempimento totale e verifica in laboratorio

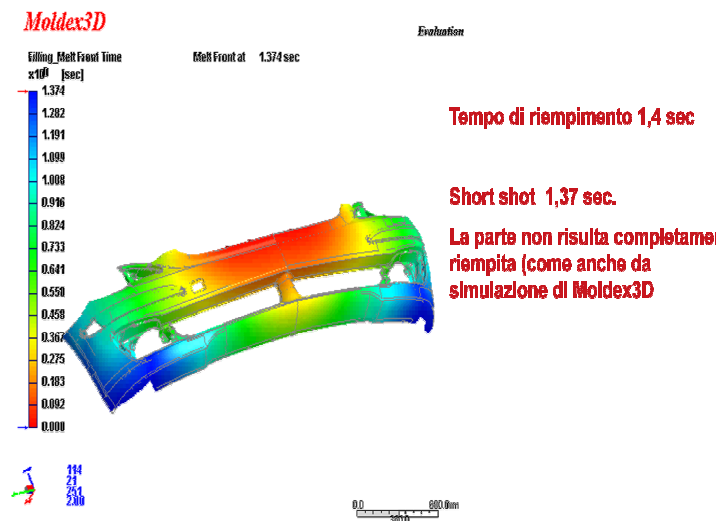


Moldex3D Italia srl

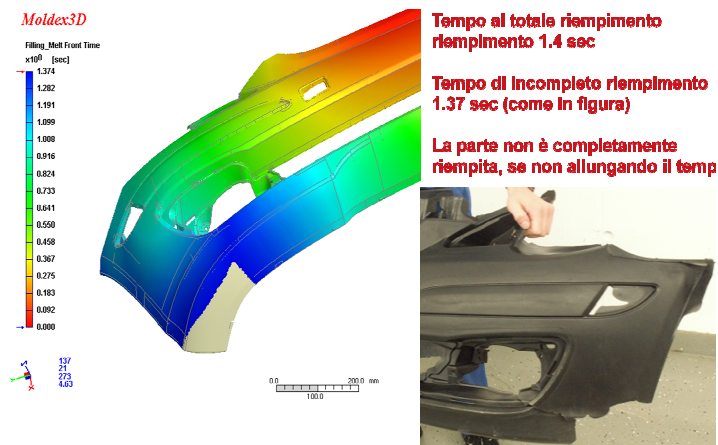
Corso Promessi Sposi 23/D - 23900 Lecco (LC) - Italy
Tel +39 0341 259.259 - Cell. +39 345 6844.016 - Fax +39 0341 259.248

Moldex3D

MOLDING INNOVATION



Rilievo della situazione di mancato riempimento con materiale diverso (BASF K4900)



La qualità si costruisce nel progetto

Moldex3D eDesign permette al progettista di indirizzare nel miglior modo lo sviluppo del prodotto, offrendo le opportune indicazioni anche alle fasi di fabbricazione (**DFM Design For Manufacturing**): tutto questo già dalle fasi iniziali.

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

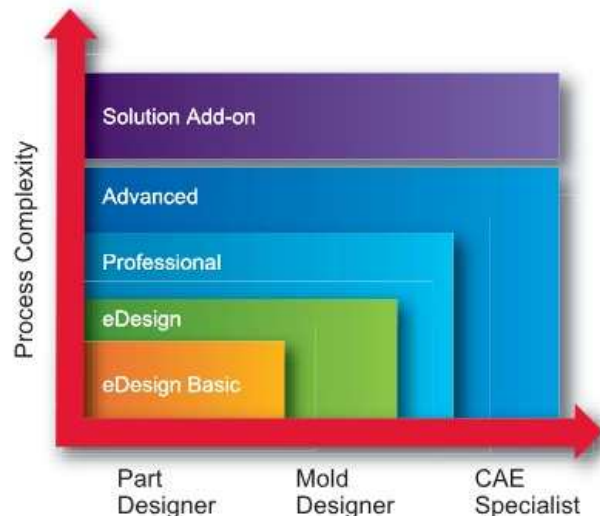
Moldex3D eDesign fornisce sia in forma grafica che tabulare un'infinità di dati che possono essere rappresentati in modo diverso sia attraverso gradienti di colore sul modello, sia attraverso **strumenti Office/XML/HTML**.

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 : giorgionava@moldex3d.com

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