

mid Moulding
Innovation
Day 2025

Digital Twin & AI.

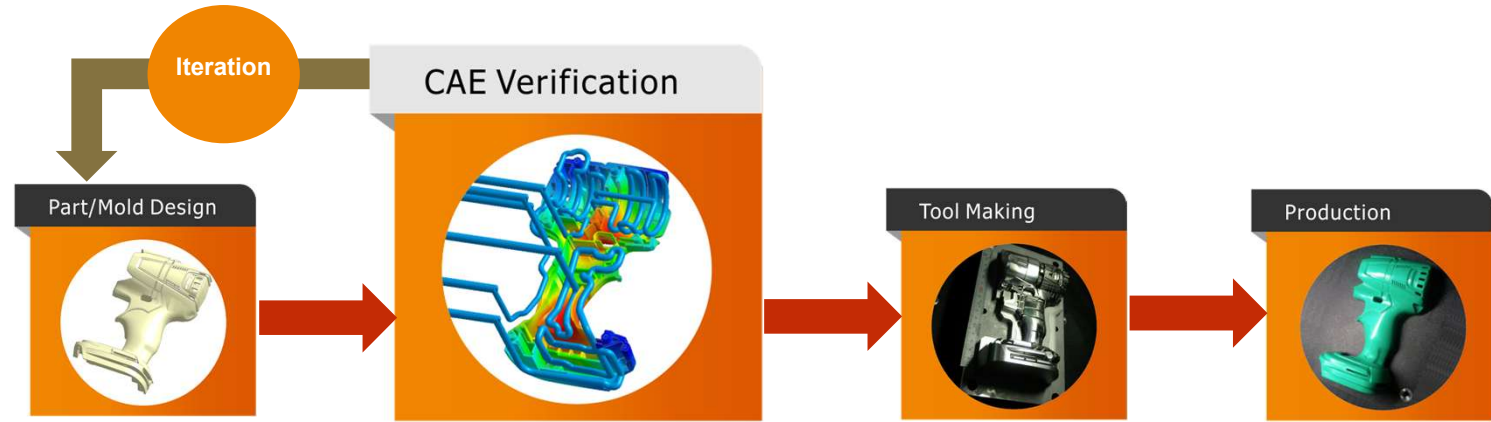
Alex Anghilieri | Moldex3D Italia

Moldex3D

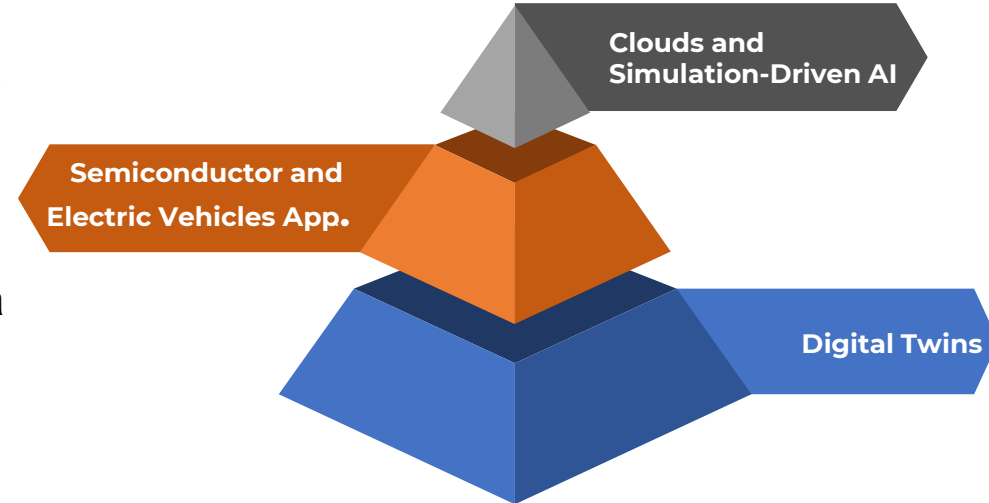


Chi è Moldex3D

Moldex3D



- E' il fornitore leader mondiale di soluzioni inerenti la simulazione dei processi di produzione plastica
- Offre soluzioni ai clienti per garantire efficienza e risparmi nei processi di progettazione e produzione
- Con 30 anni di esperienza di analisi Moldex3D ha creato il proprio successo grazie alle capacità di simulazione in una ampia varietà di applicazioni





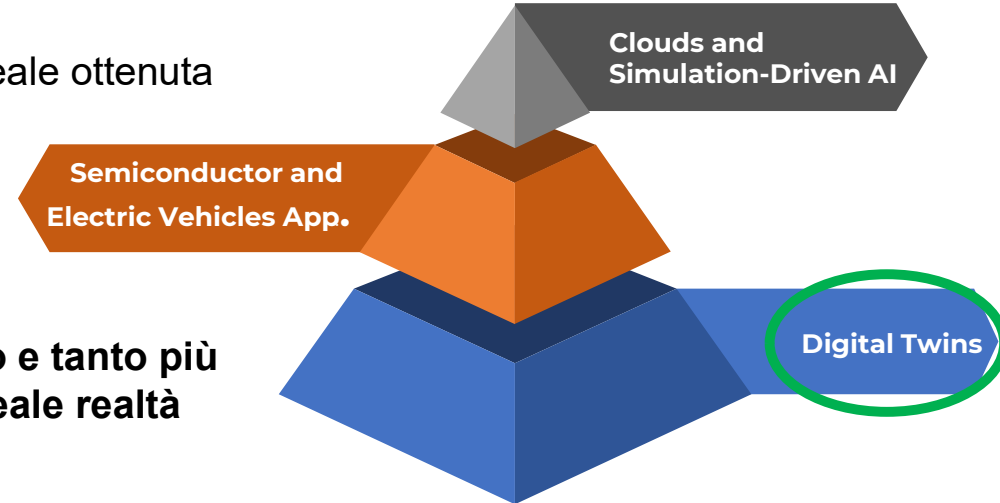
Cos'è una simulazione – cos'è il digital twin?

L'analisi di simulazione CAE è un processo mediante il quale **si riproduce** il comportamento di un sistema reale o ipotizzato mediante un determinato modello, per studiarne le caratteristiche e analizzare le prestazioni.

E' la **rappresentazione approssimata di un sistema**, di un processo o fenomeno reale ottenuta mediante un **modello matematico complesso**

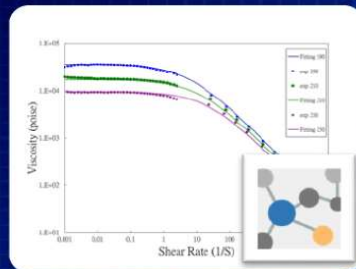
Il **digital twin** è la replica di una porzione del sistema reale ottenuta tramite una modellazione matematica dello stesso, che lo **descrive fedelmente**.

Quanto più modelliamo fedelmente tutto il processo e tanto più il risultato di simulazione si avvicinerà al risultato reale realtà

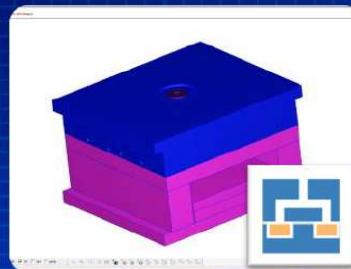


Moldex3D Digital Twins

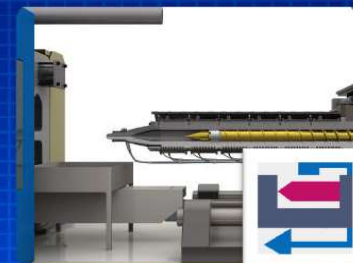
Cyber
Virtual Space



Material DT



Design DT



Machine DT



Process DT



Material



Part/Mold

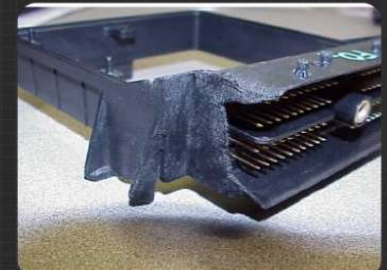


Molding Machine

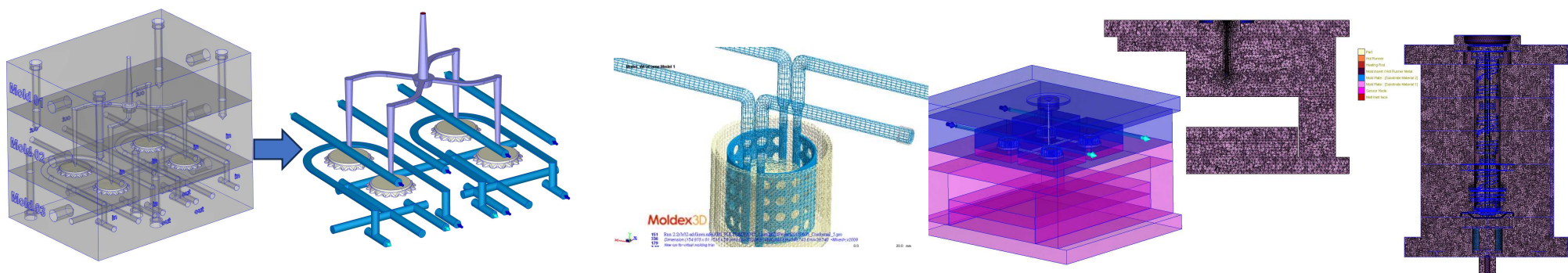


Process

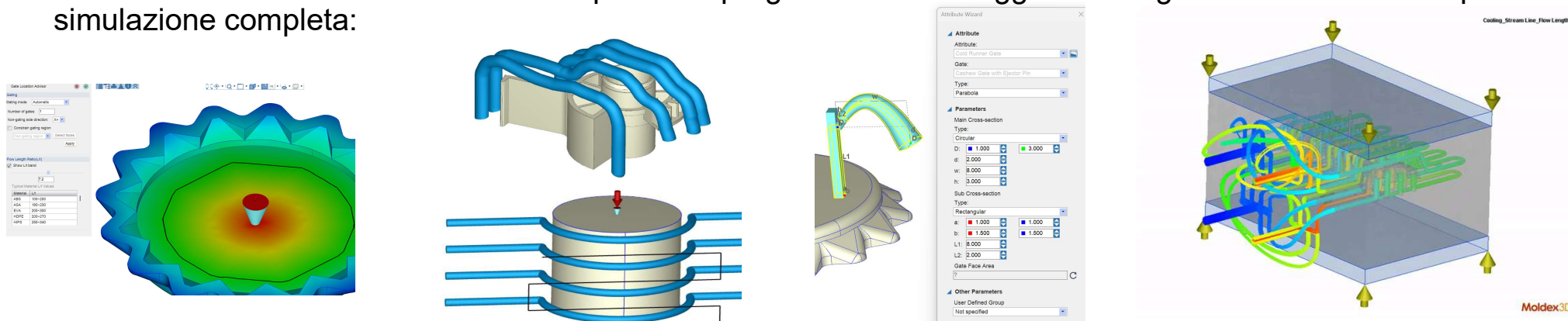
Physical
Real Space



E' possibile importare e considerare nella simulazione qualsiasi elemento dello stampo:



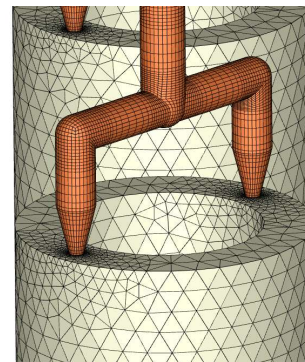
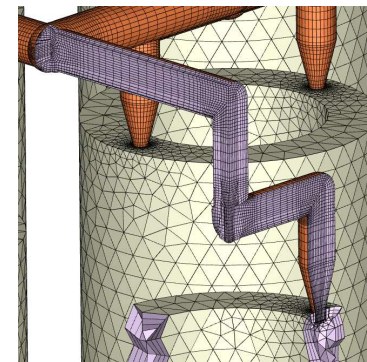
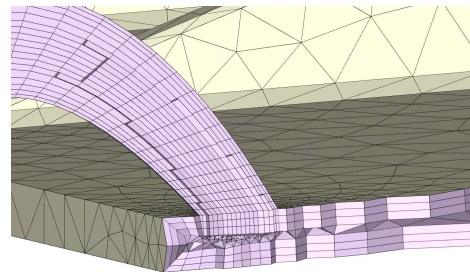
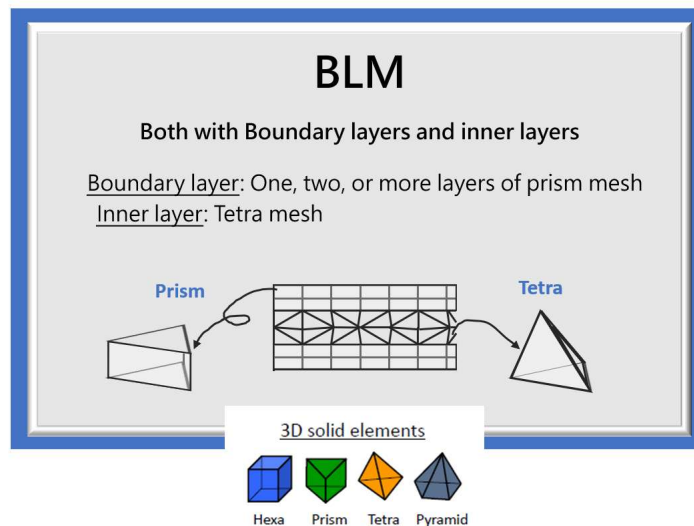
Inoltre con i wizard interni al software è possibile progettare e farsi suggerire tutti gli elementi necessari per una simulazione completa:



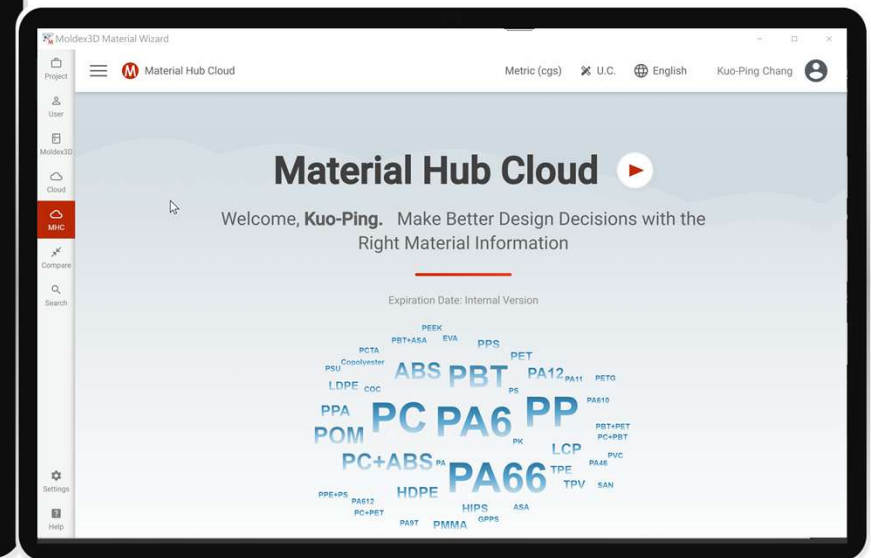
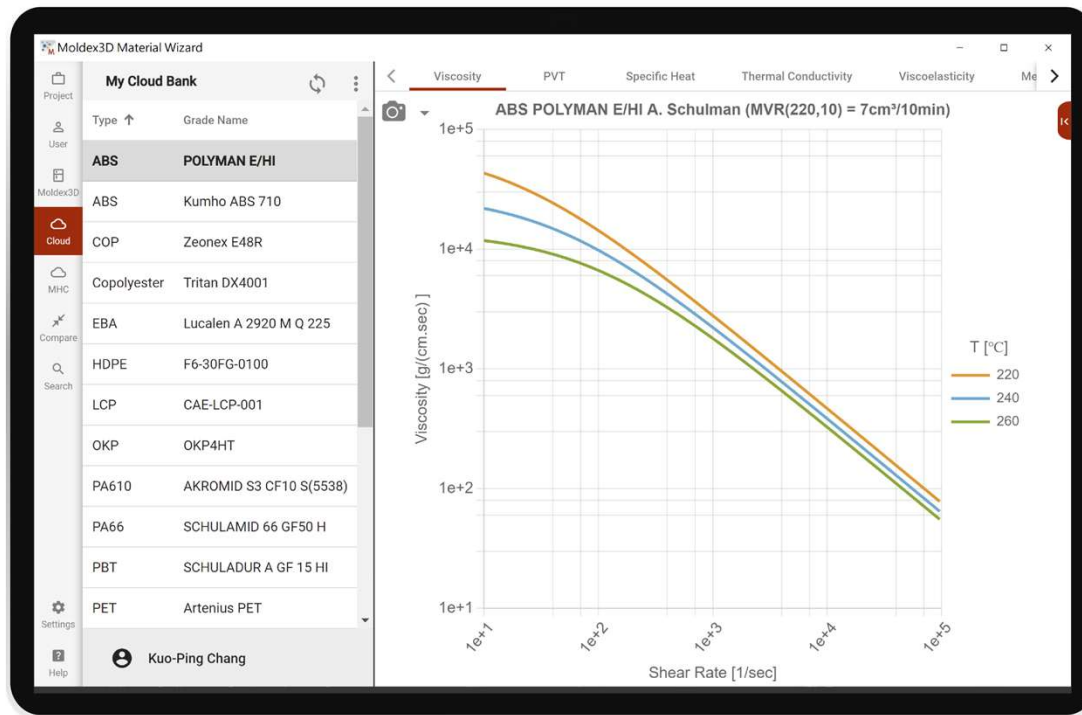
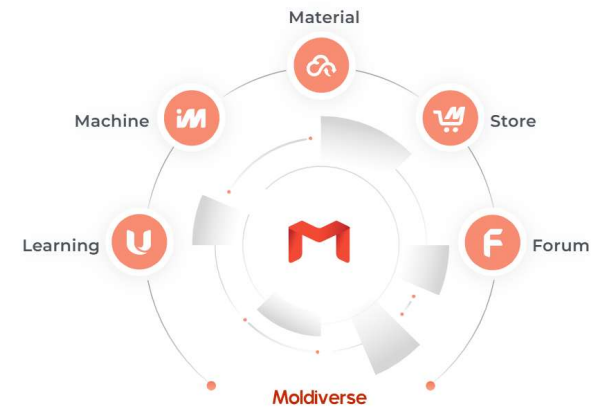
Per poter applicare il calcolo numerico alle equazioni che descrivono il sistema continuo è necessario discretizzare il sistema, in modo da applicare ad ogni elemento le equazioni fisiche.

Le equazioni di campo (es. equazioni di Navier-Stokes per fluidi) sono spesso troppo complesse per essere risolte in forma analitica, quindi si dividono in tanti piccoli problemi locali.

Ogni elemento ha equazioni associate, e il calcolatore risolve un sistema complesso ma finito di equazioni.



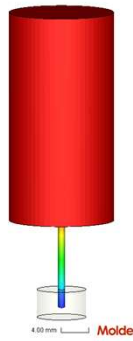
Libreria con oltre 9500 materiali presente sul software,
+ portale web MOL DIVERSE



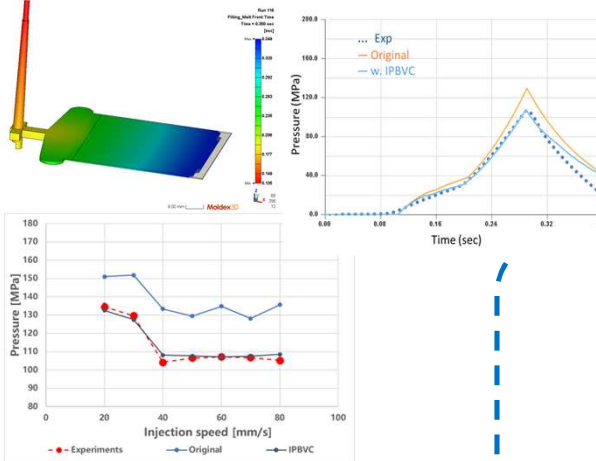
Material Twin 2

Digital twin @ Rheometer

More precisely viscosity
Viscous heating, Extensional, D3,
crystallinity



Digital twin @ Plate mold



Digital twin
• Measurement
• Injection modeling

Material bank
• Default parameters improvement
• Calibration of parameters
• DT data bank

New material model
• Crystalline model and properties
• Curing model and properties

Material model development

Crystalline kinetic theory, for high cooling rate & high pressure

Pressure effect Nakamura

$$\frac{D\theta}{Dt} = nK(T)(1-\theta)[- \ln(1-\theta)]^{\frac{n-1}{n}}$$

$$K(T) = \ln(2)^{\frac{1}{n}} \left(\frac{1}{t_{1/2}} \right) \exp \left(-\frac{U^*}{R(T-T_{\infty})} \right) \exp \left(-\frac{K_g(P)}{T\Delta T \cdot f} \right)$$

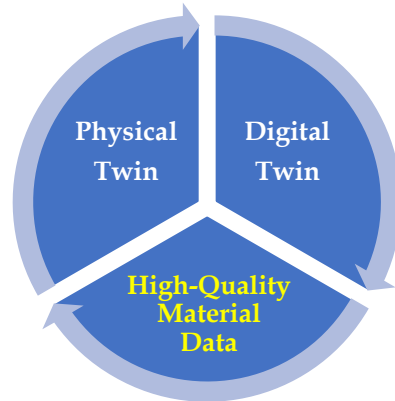
$$U^* = 6284 \text{ J/mol} \quad f = 2T/(T+T_m)$$

$$T_{\infty} = T_{g0} + b_6 g \times P - 30 \quad \Delta T = T_m - T$$

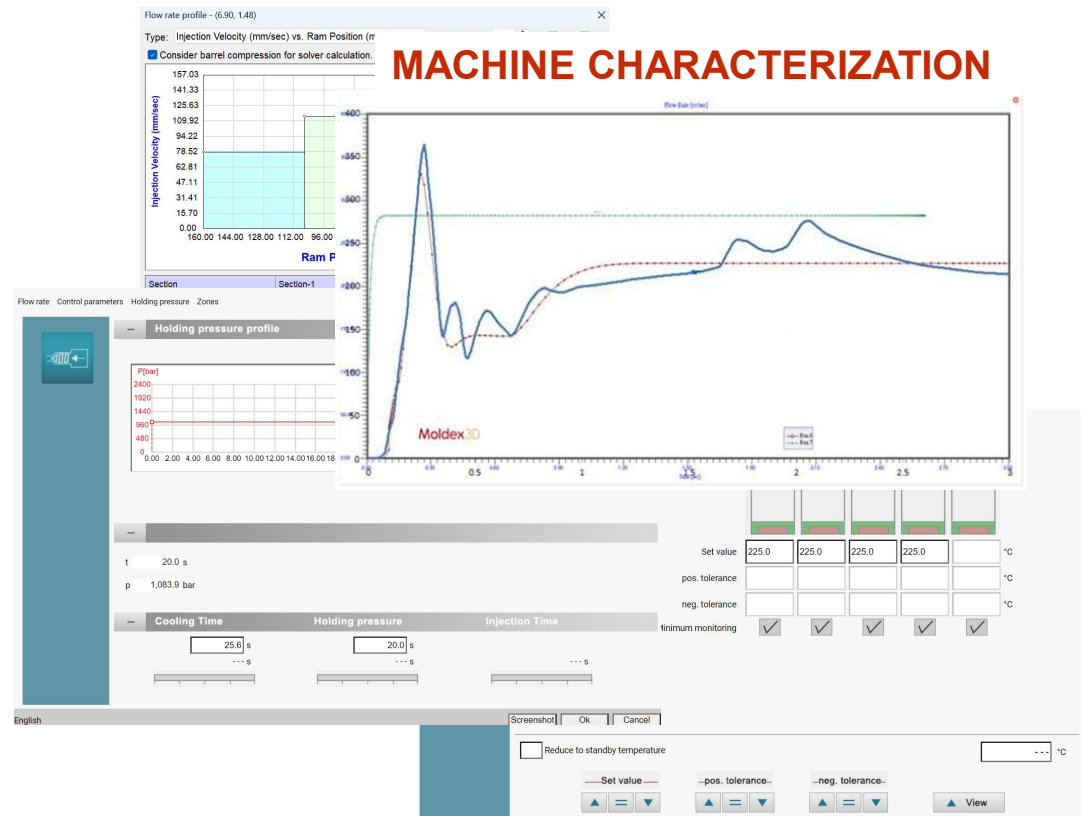
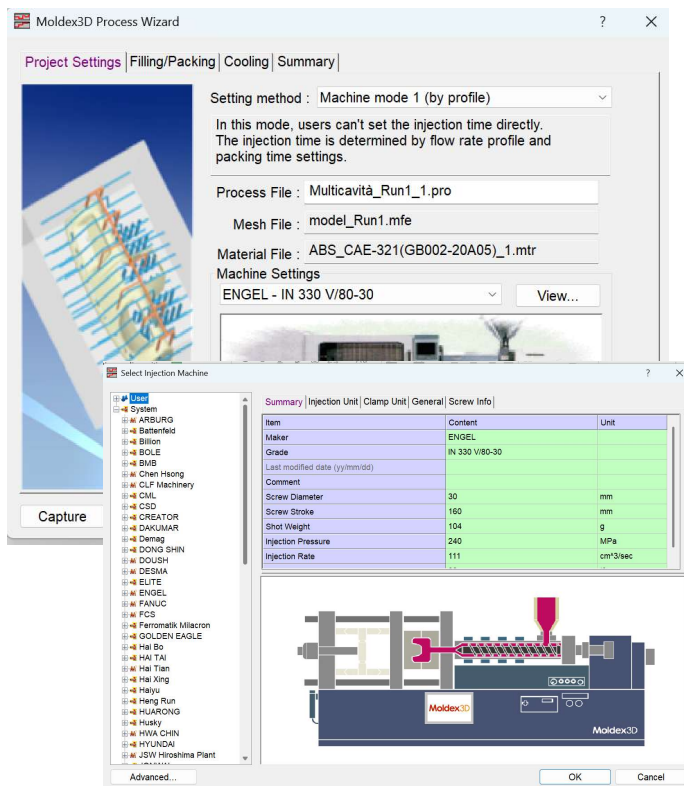
$$T_m = T_{m0} + b_6 m \times P + T_{\text{shift}} \quad T_{\text{shift}} = 10e^{-\frac{5500}{T}} \quad K_g(P) = \frac{K_{g0}}{(T_{m0} + 273.15)} \times (T_{m0} + 273.15 + b_{6m} P)$$

Dual Nakamura

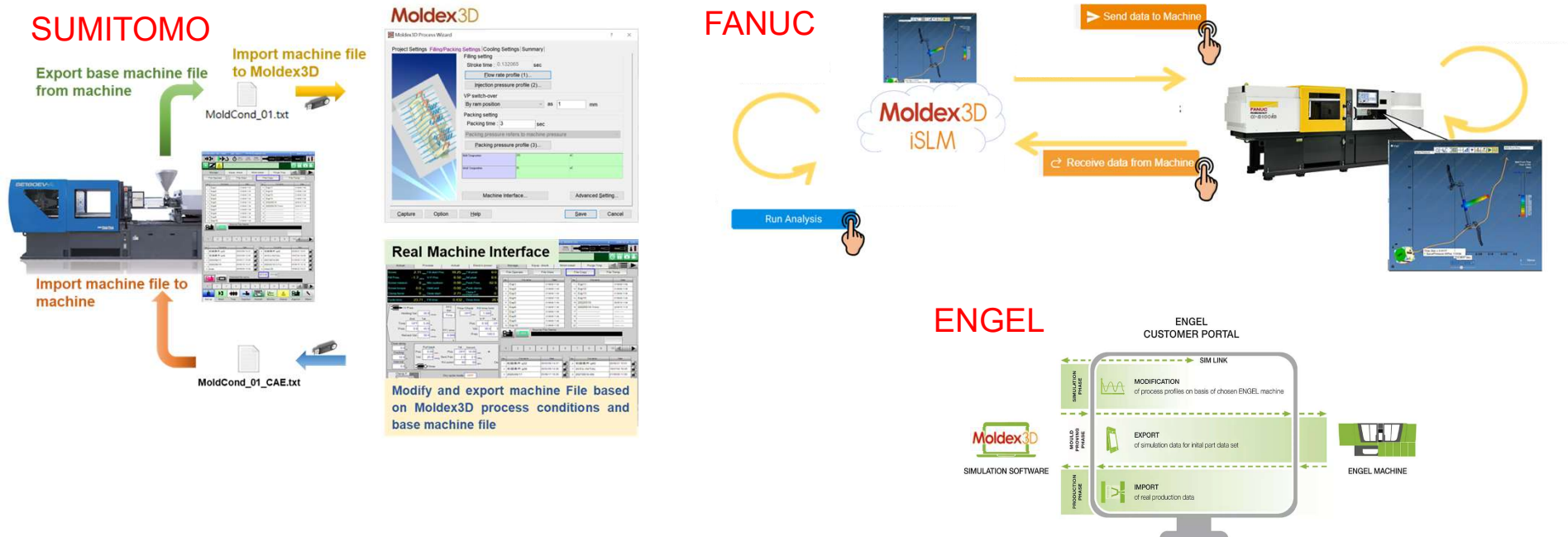
$$\theta = \frac{1 - \exp \left[- \left(\int_0^t K_P(T(\tau)) d\tau \right)^{n_P} \right]}{1 - \exp \left[- \left(\int_0^t K_P(T(\tau)) d\tau \right)^{n_P} \right] + \exp \left[- \left(\int_0^t K_S(T(\tau)) d\tau \right)^{n_S} \right]}$$



Con Moldex3D è possibile impostare i parametri di processo considerando la pressa su cui si andrà a stampare, inserendo i dati come se si fosse in macchina

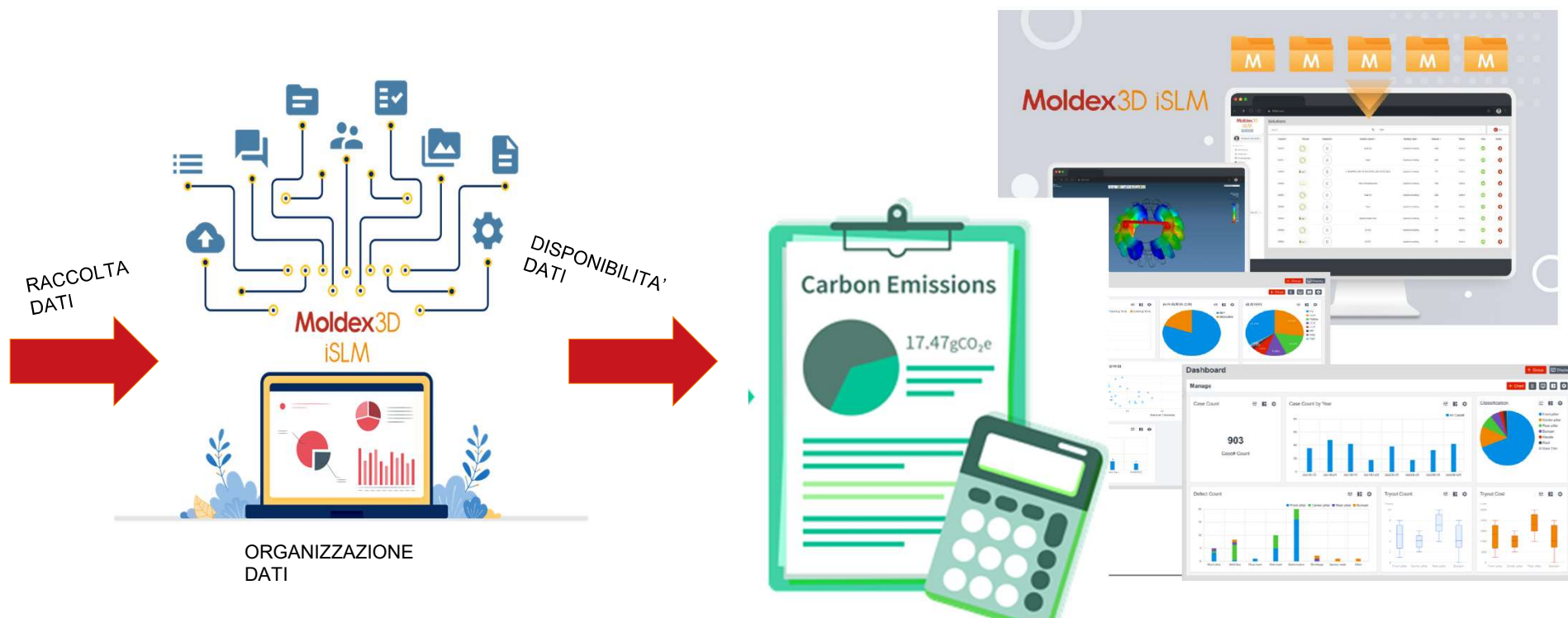


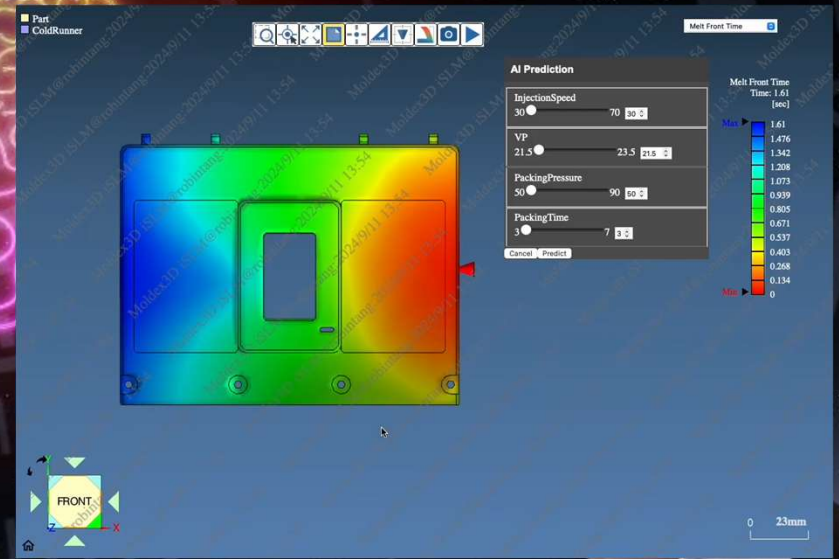
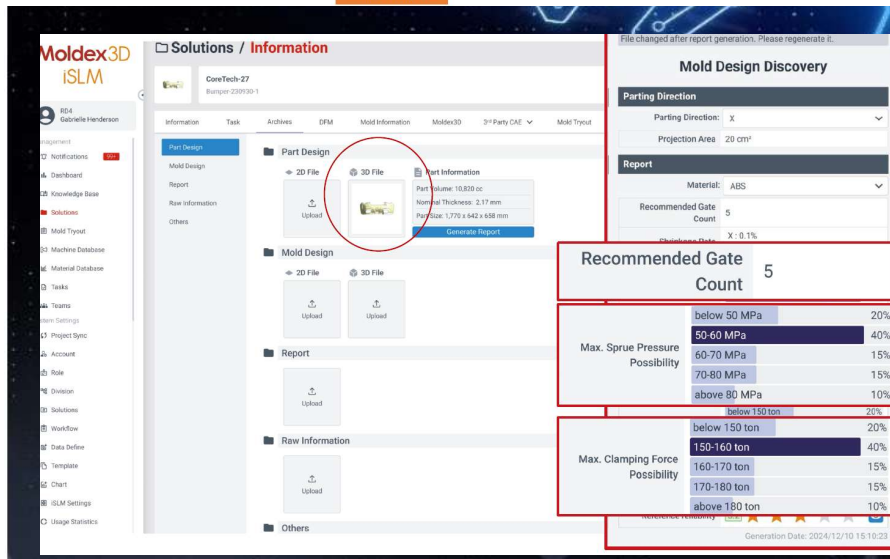
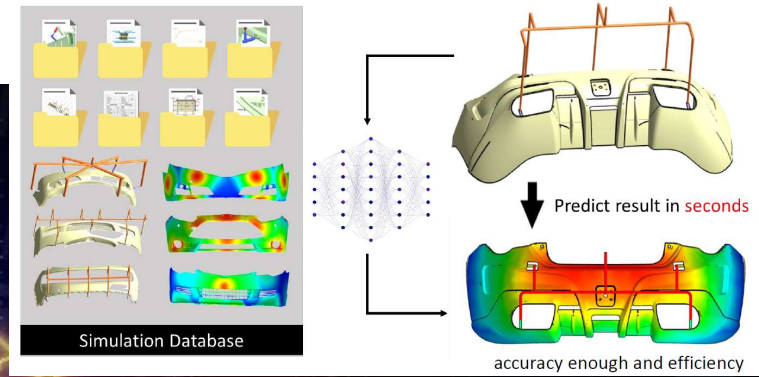
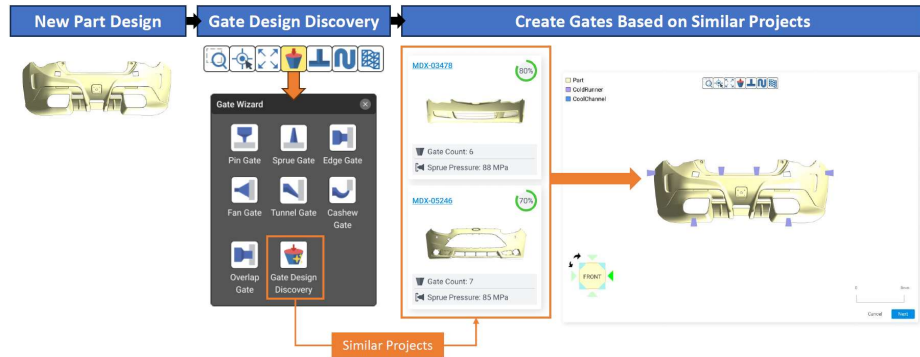
Per determinati produttori di presse è possibile scambiare direttamente i dati di processo
...dalla simulazione alla pressa...
... dalla pressa al progetto di simulazione Moldex3D...



intelligent **S**imulation **L**ifecycle **M**anagemet

Portale per la gestione dei progetti, la condivisione informazioni e raccolta delle conoscenze di progettazione e produzione...





	Simulazione numerica	Inferenza AI
Teoria	Leggi base, incluse equazioni fisica e di continuità	Data Science e Statistica
Costruzione modello	Modello fisico	Modello matematico
Requisiti e processo	Pochi dati ma di alta qualità per definire il modello o le condizioni al contorno	E' necessario un grande numero di dati per allenare il modello, e più sono differenti i dati e Migliore sarà la prestazione del modello estratto
Risorse di calcolo	Necessarie molte risorse di calcolo per risolvere equazioni complesse	La fase di addestramento è quella che richiede maggiori risorse, dopo questo la fase di inferenza è rapida
Scenari	Analisi di alta precisione	Predizione rapida

Thank you

