

mid Moulding
Innovation
Day 2025

Simulazione di temperature e pressioni in cavità su stampi contenenti inserti

POLITECNICO Torino
Giuseppe Trapani

Moldex3D





- . Politecnico di Torino
- . Inserti per stampi
- . Approccio sperimentale/simulazione



Politecnico di Torino



35,700

Bachelor's and Master's students



5,300

First year students



900+

Incoming Exchange students



**Politecnico
di Torino**



16%

International students



Moldex3D @ Politecnico di Torino

Dal 2017...al 2025

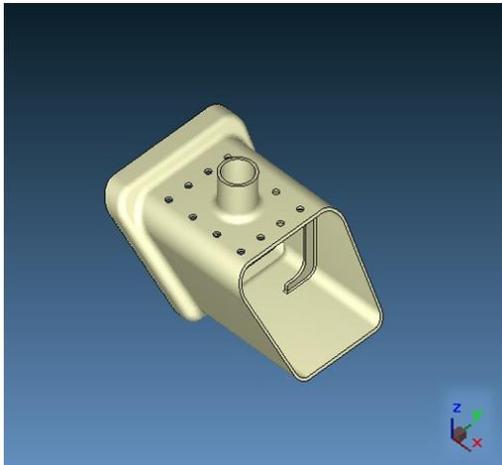
+350 studenti

lezioni + simulazioni

5 Tesi di Laurea Magistrale

1 Dottorato di Ricerca

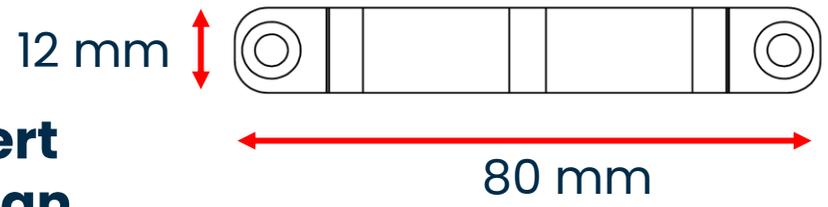
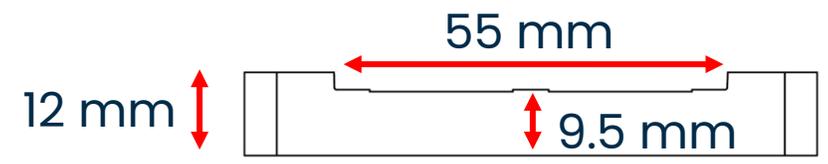
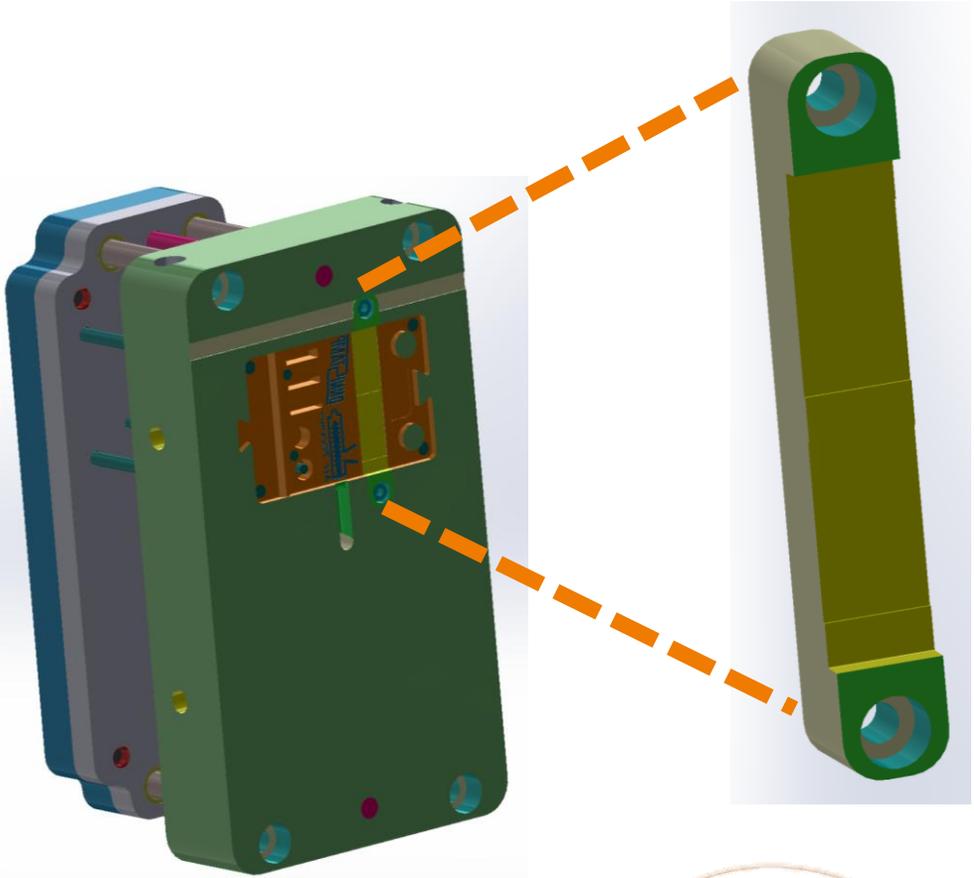
Presentazione orale alla conferenza EPF



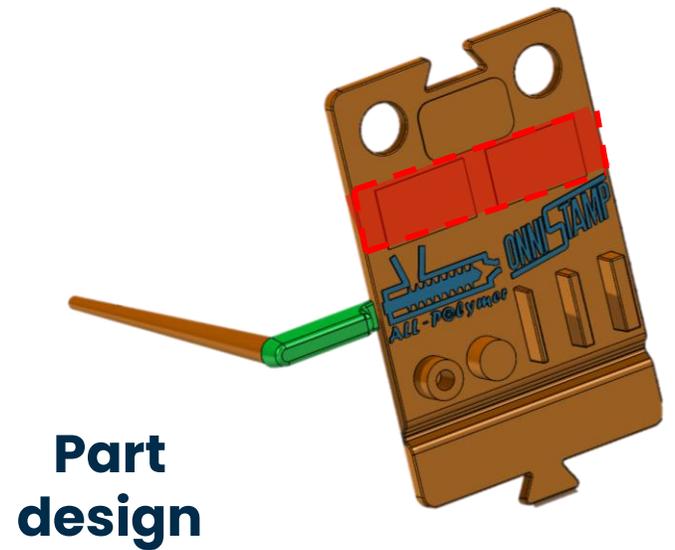
**Politecnico
di Torino**



+ Inserti per stampaggio a iniezione...



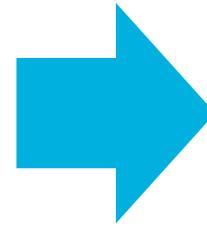
Insert design



Part design

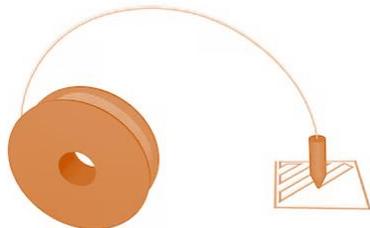
Materiali e caratterizzazioni preliminari

Materiali di base	Tipologia e quantità di carica secondo scheda tecnica del produttore	Codice
PLA	-	PLA
PLA	Graphene Plus	PLAG
PLA	60 wt% copper particles	PLAC
ABS	-	ABS
ABS	25 wt% glass fibers	ABSGF
PA 6	15 wt% carbon fibers	PA6CF
PET-G	-	PETG
PET-G	10 wt% carbon fibers	PETGCF
PET	15 wt% carbon fibers	PETCF

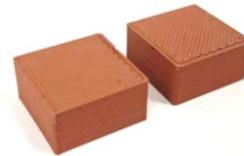


- **Conducibilità termica (Hot disk)**
- **Proprietà termo-meccaniche (DMA)**
- **Prove di compressione (dinamometro)**
- **Dilatometria (DMA)**
- **Accuratezza dimensionale**
- **% di riempimento**

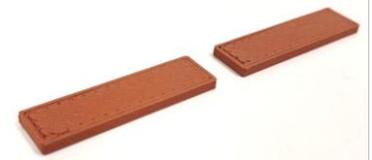
Material extrusion AM - FFF



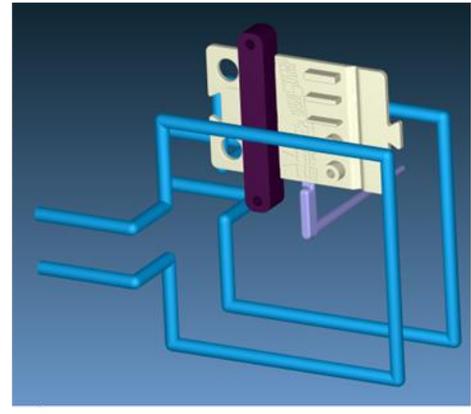
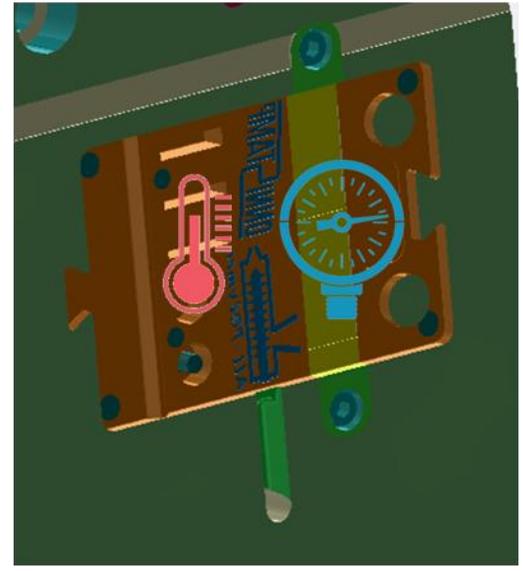
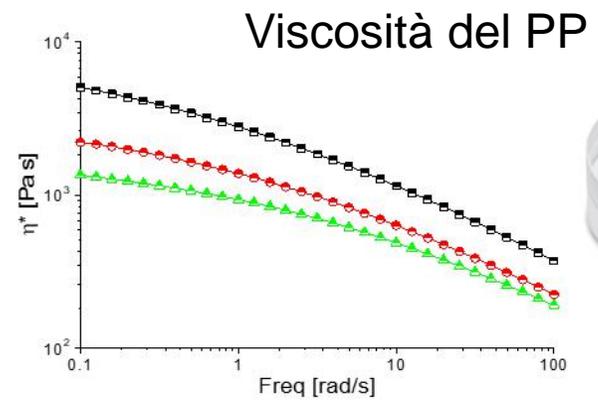
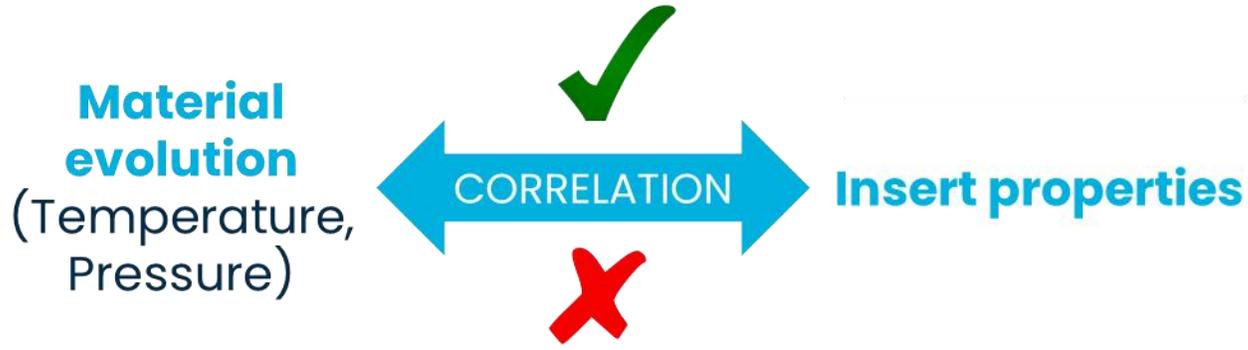
20 x 20 x 10 mm³



35 x 10 x 2 mm³

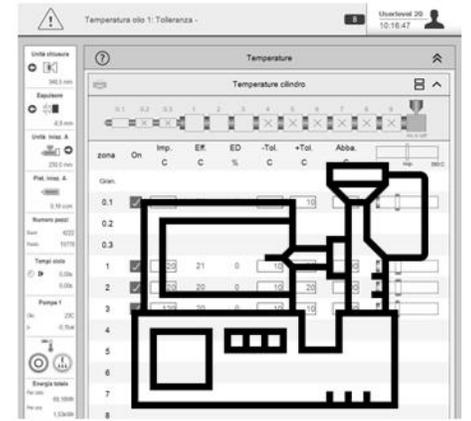
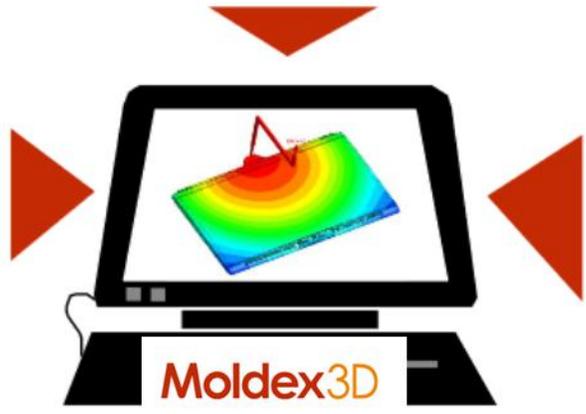


Approccio simulativo con Moldex3D®



Part/Mold Design

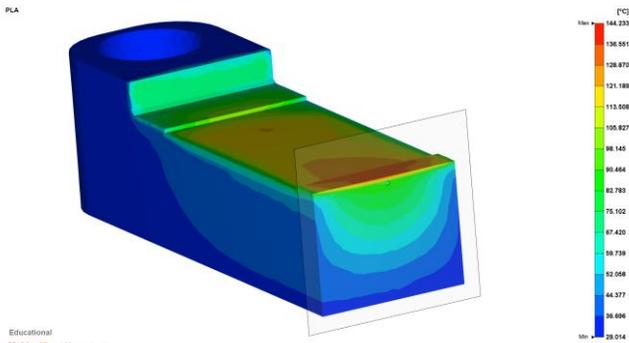
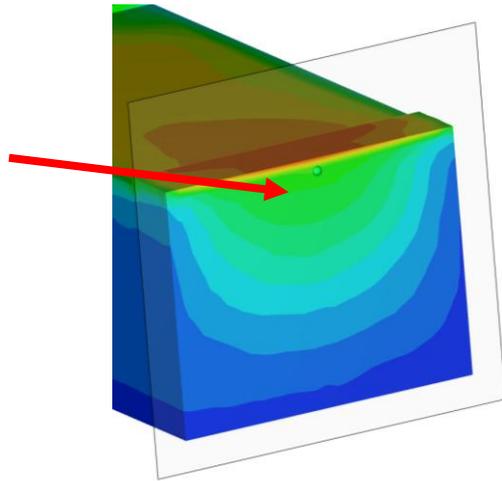
Material Selection



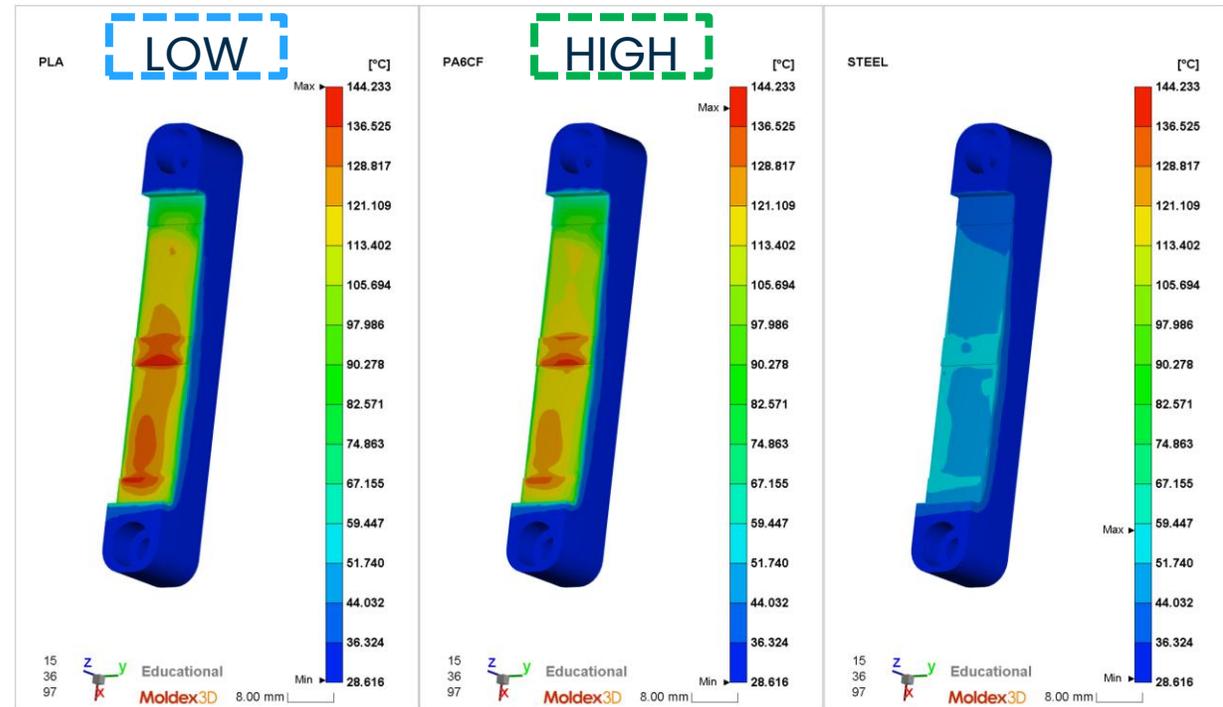
Process Conditions

Approccio simulativo con Moldex3D® - T

Probe



Materiale dell'inserto	T media EOF±SD (°C)	Max T EOF probe (°C)
PLA	128±13	108
PA6CF	124±12	104
Acciaio	53±1	49

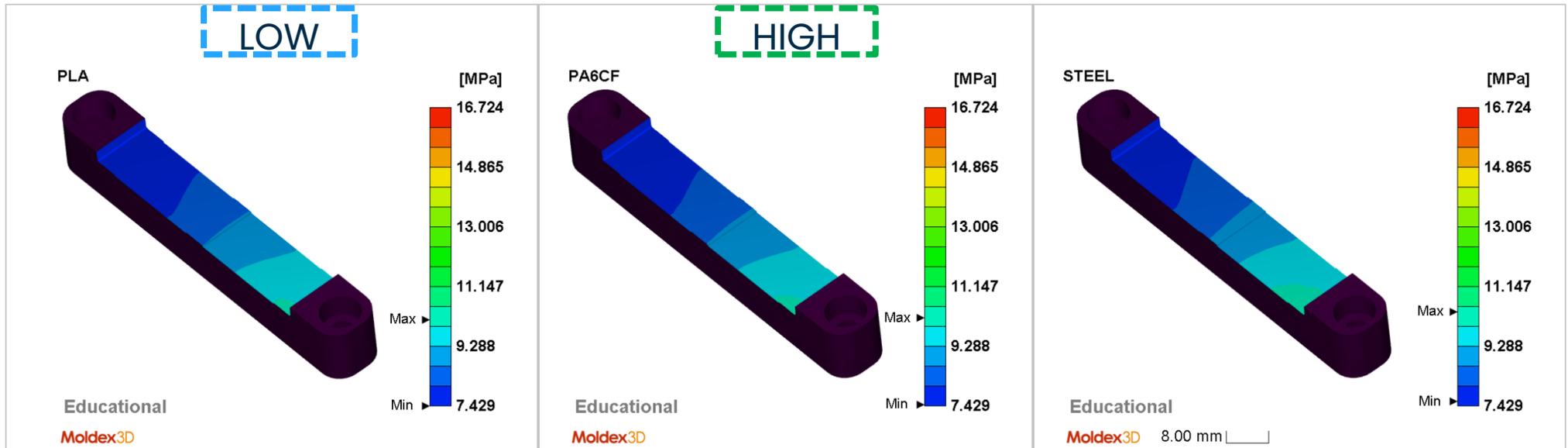


Approccio simulativo con Moldex3D® - P

Materiale dell'inserto	Max P (MPa)
PLA	7-10
PA6CF	7-10
Acciaio	7-10



Proprietà meccaniche: @ 10MPa
def [mm] 0.18-0.5
~2-5%

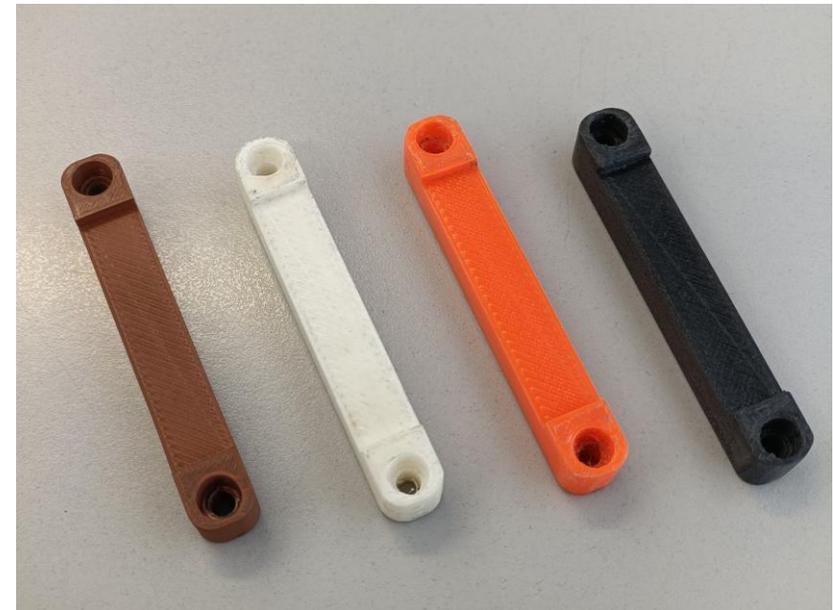


Screening dei materiali grazie a... **Moldex3D**

Material	ϵ_{10MPa}	HDT-A
PLA	0.46±0.03	65
PLAG	0.23±0.03	72
PLAC	0.23±0.02	91
ABS	0.18±0.01	111
ABSGF	0.18±0.03	107
PA6CF	0.41±0.03	126
PETG	0.19±0.01	79
PETGCF	0.32±0.02	97
PETCF	0.27±0.12	134



Material	T media EOF±SD (°C)	Max T EOF probe (°C)
PLA	128±13	108
PA6CF	124±12	104



Stampaggio dei pezzi - 10 cicli per tipo

Parametri ottimizzati con inserto in acciaio

- $T_{mold} = 25\text{ °C}$
- $T_{melt} = 180\text{ °C}$
- Shot size = 20 mm
- Velocità di iniezione = $20\text{ cm}^3/\text{s}$
- Pressione di mantenimento = incremento graduale dal 1° al 5° ciclo ,600 bar dal 6° al 10 ° ciclo
- Tempo di mantenimento= 8 s
- Tempo di raffreddamento= 15 s
- +60 s di raffreddamento a stampo aperto

Aggiunta necessaria per gli inserti stampati 3D





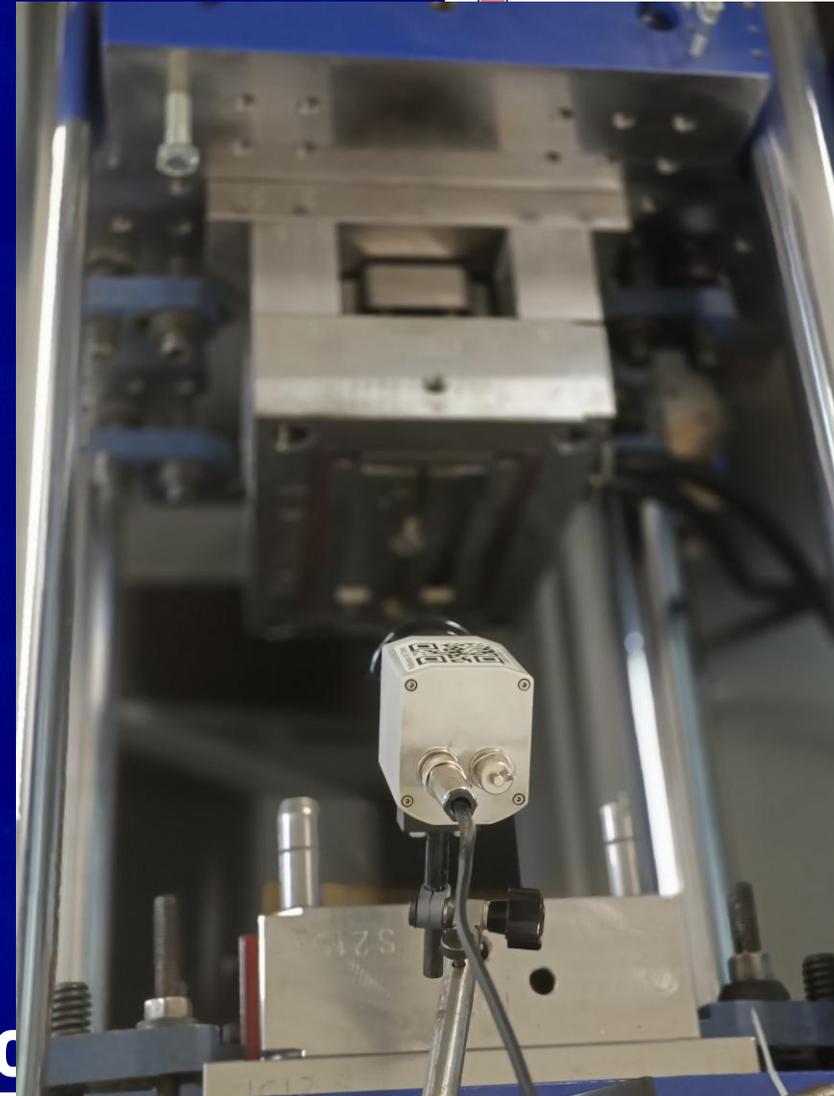
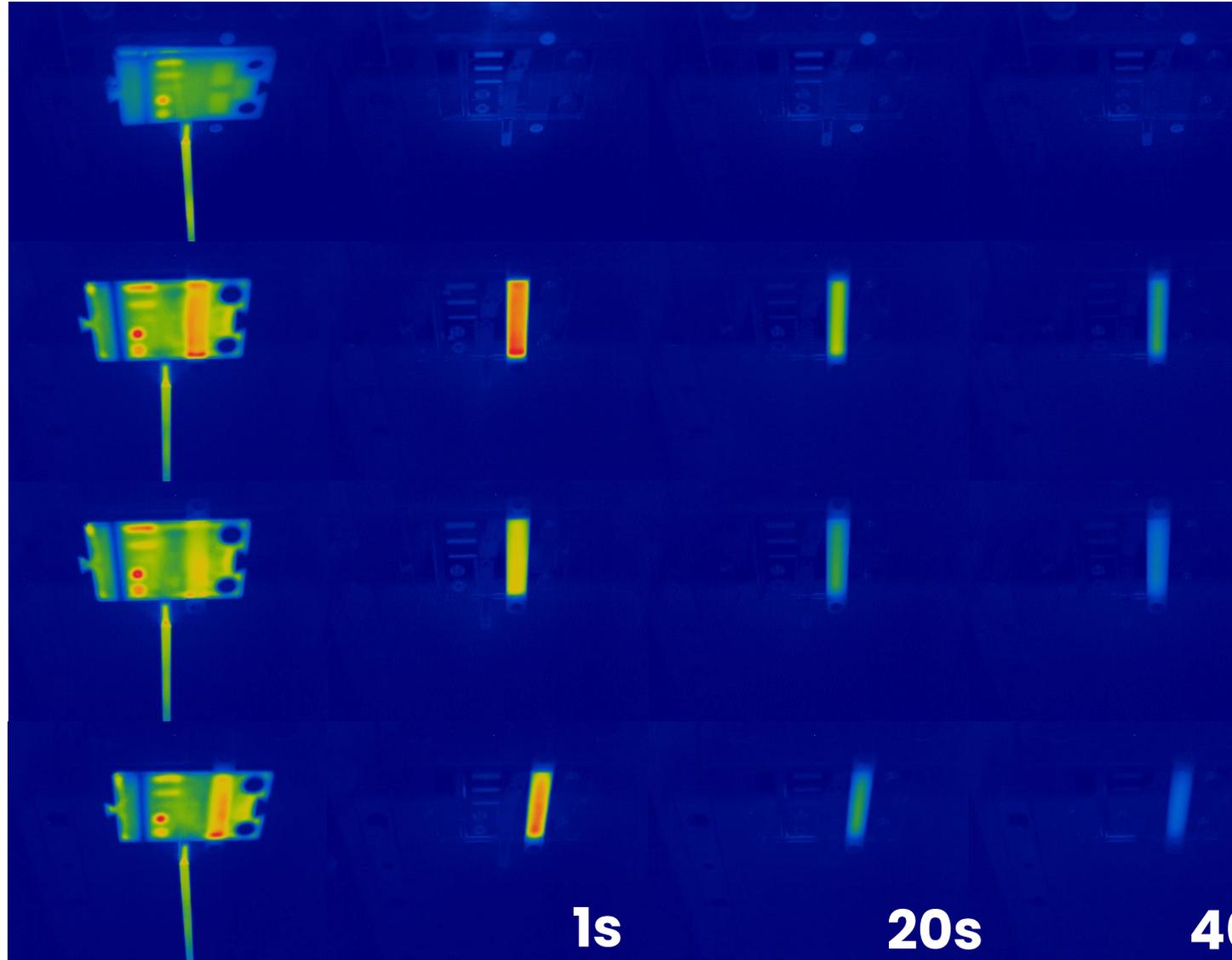
Monitoraggio: Termocamera

Steel

ABS

PLAC

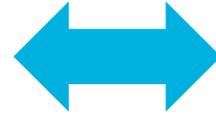
PA6CF





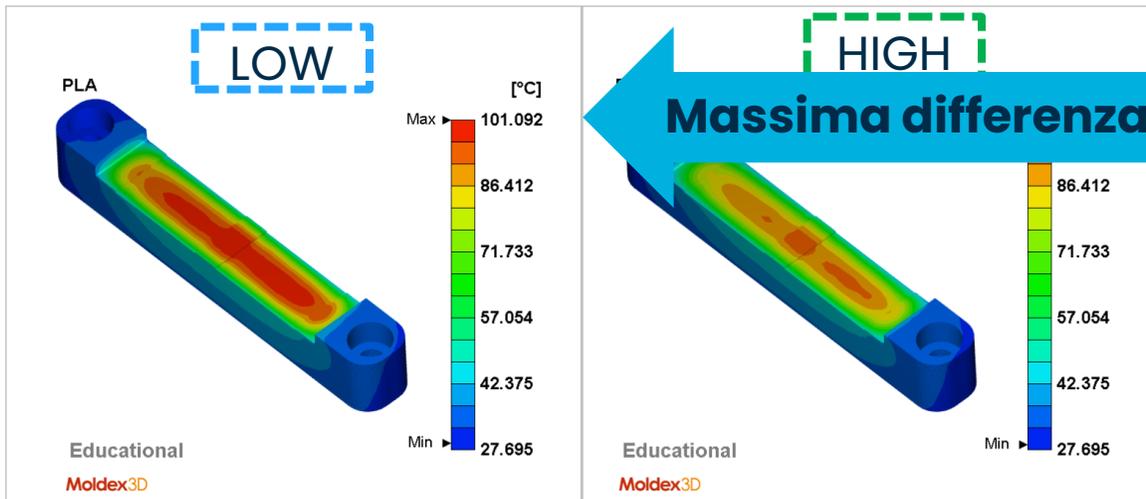
Temperature EOC

Moldex3D



Risultati della Termocamera

Le simulazioni hanno previsto un range di temperature di $81 \pm 13^\circ\text{C}$ per gli inserti ad elevata conducibilità termica e di $88 \pm 15^\circ\text{C}$ per gli inserti a bassa conducibilità



Materiale	Max T (°C)
PLAC	76
PA6CF	83
PETCF	89
ABS	85
ABSGF	91



Monitoraggio: Termocamera

Produttività?

Materiale	Tempo aggiuntivo (s)
PLAC	26
ABS	19
ABSGF	26
PA6CF	13
PETCF	21

Acciaio → 30 s tempo ciclo → 120 pezzi/h

PA6CF → 90 s tempo ciclo + 13 s al decimo → circa 40 pezzi/h
(migliore soluzione)

Problema?

No!

Questa soluzione è pensata per la produzione di piccoli lotti di componenti personalizzati grazie all'inserto!



Conclusioni

- **È stato dimostrato che è possibile produrre piccoli lotti di componenti usando inserti prodotti con la tecnica FFF**
- **Combinando i risultati delle caratterizzazione termo-meccaniche dei materiali con i dati delle simulazioni Moldex3D è stato possibile individuare i materiali in grado di essere usati come inserti**
- **I risultati delle simulazioni Moldex3D si sono dimostrati in accordo con le evidenze sperimentali, come testimoniato dalle misure di temperatura della termocamera**
- **I materiali validati dalle simulazioni Moldex3D si sono rivelati effettivamente in grado di sopportare 10 cicli di stampaggio**

Thank you

