

Moldex3D Users' Meeting - Italy 2016

Friday, Jun 24  
Golf Club Lecco



Moldex3D

# Realizzazione e simulazione numerica con approccio integrato di un “Dimostratore” per valutare il comportamento anisotropo delle plastiche rinforzate con fibra vetro

Radici Performance Plastics

Carlo Grassini – Technical Service Engineer, CAE Project Leader



# Radici Group: chi siamo

## RADICIGROUP KEY NUMBERS

Radici Partecipazioni: 1.011\*

Personnel: 2,985 employees

**277**  
PLASTICS

**RADICI GROUP**

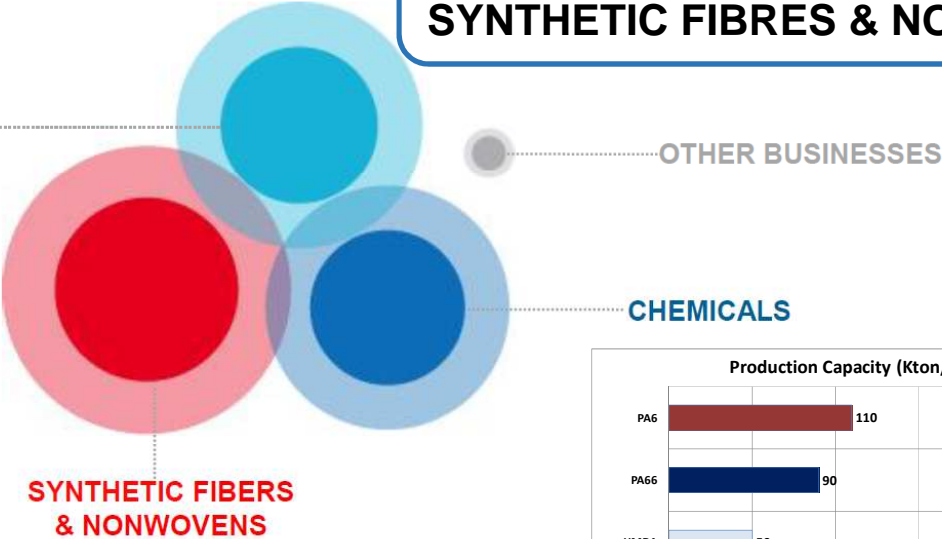
Plastics: 277\*

Personnel: 475 employees

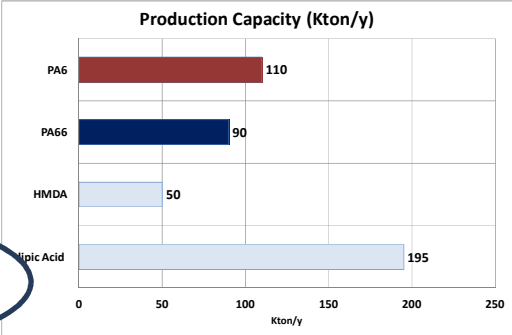
\*2015 Consolidated Sales (millions of Euro)

RadiciGroup is one of the most active chemicals companies at an international level. Its diversified businesses operate worldwide and are focused on:

- CHEMICALS**
- PLASTICS**
- SYNTHETIC FIBRES & NON WOVENS**



**PA6+PA66 capacity: 200 Kton/y**



# Radici Performance Plastics: prodotti

## Polyamides and other Engineering Plastics



A line of PA6, PA6.6, High Temperature PA, PA6.12 and 64% renewably sourced PA6.10 polymers and copolymers used for injection, extrusion and blow-moulding in industrial, electrical/electronics and automotive applications.



A line of thermoplastic semi-crystalline PBT, PET and glassfibre-reinforced PBT used for injection moulding in industrial, electrical/electronics and automotive applications.



Eco-sustainable range of materials mainly coming from RadiciGroup's polymerization, fibres and compound plants scraps used for injection and extrusion in industrial, electrical/electronics and automotive applications.



POM acetal copolymers for injection moulding applications, obtained through the random insertion of co-monomer units in a poly-trioxane chain.



A line of PA, PET and PBT flame-retardant grades used for injection and extrusion in all applications where high fire resistance is required, especially in the electrical/electronics and automotive sectors.



A line of thermoplastic elastomers based on SEBS, SBS and co-polyesters; used for injection and blow moulding in industrial, electrical/electronics and automotive.



A line of long fibre polyamides for injection moulding. This material family represents a major step forward in metal replacement due to its exceptional impact, creep and high temperature properties.

# Radici Performance Plastics: presenza globale



## GLOBAL MANUFACTURING PRESENCE

Investment in fast-growing regions. Application development support worldwide.

### AMERICAS



Radici Plastics USA Inc. – USA



Radici Plastics Ltda – BRAZIL



Radici Plastics Mexico S. de R.L. de C.V.

### EUROPE



Radici Novacips SpA – Villa d'Ogna, ITALY



Radici Novacips SpA – Chignolo d'Isola, ITALY



Radici Plastics GmbH – GERMANY

### ASIA



Radici Plastics (Suzhou) Co., Ltd – CHINA



Radici Plastics India Pvt. Ltd. – INDIA\*

\* Toll compounding

## **Radici Performance Plastics: Punti di forza**

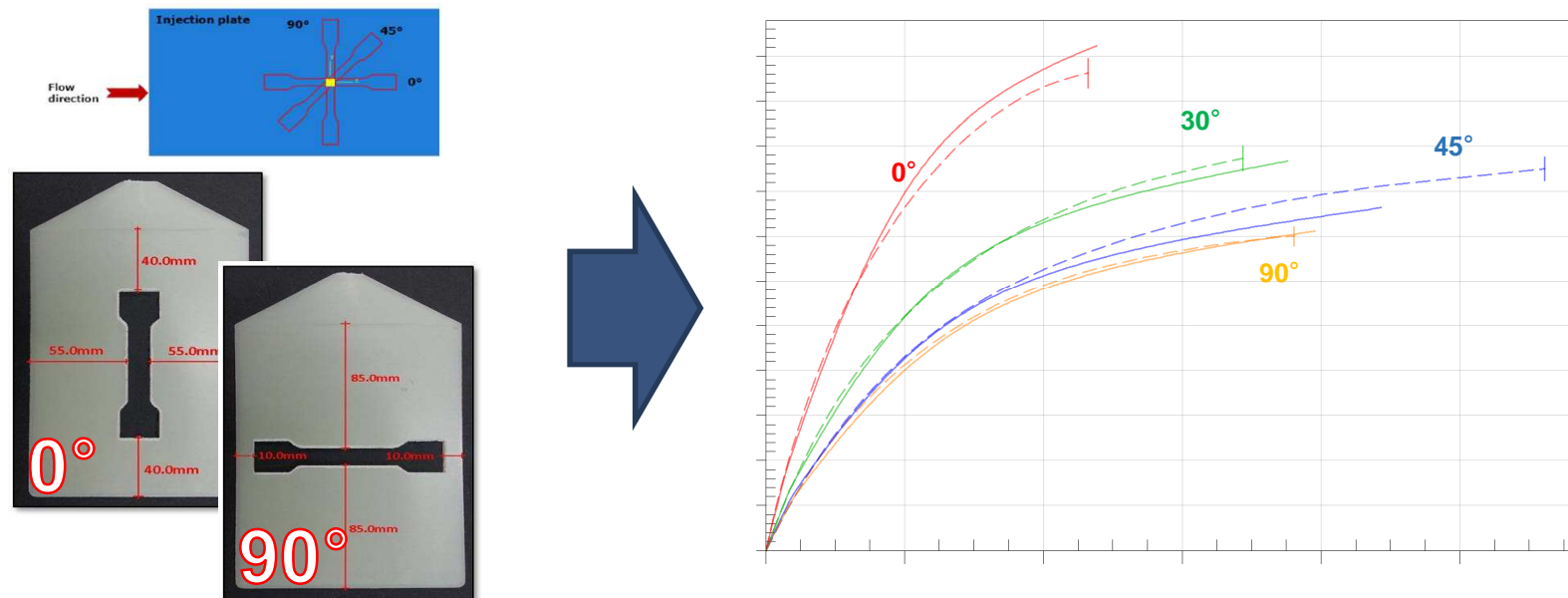
---

- > Integrazione verticale nella PA6, PA66, PA610, PA612 e PA speciali/copolimeri**
- > Forte focus sull'innovazione, attraverso una stretta collaborazione con il cliente**
- > Flessibilità nello sviluppo di materiali “tailor-made” per soddisfare richieste particolari**
- > Una vasta gamma di materiali disponibili in tutto il mondo**
- > Presenza globale e supporto agli sviluppi applicativi in loco**
- > Una politica ambientale integrata nei processi aziendali e basata sui fatti**

# L'anisotropia delle plastiche rinforzate

I rinforzi costituiti da **fibre di vetro** corte hanno un rapporto di forma elevato

Le proprietà meccaniche dei tecnopolimeri fibro-rinforzati dipendono fortemente dall'**orientamento delle fibre** rispetto alla direzione di carico (anisotropia): **PROPRIETÀ = f(MICROSTRUTTURA)**

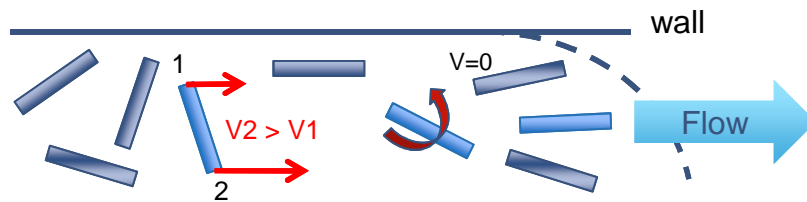


# L'anisotropia delle plastiche rinforzate

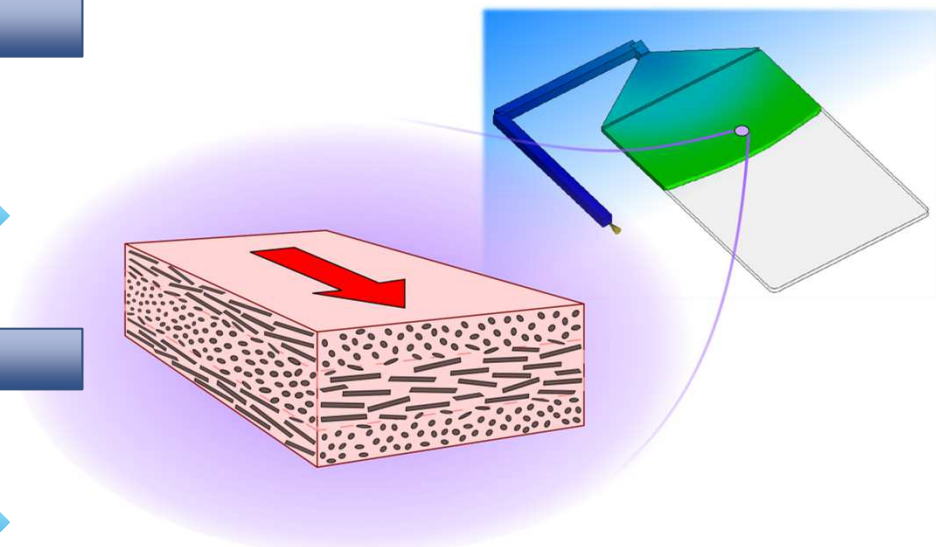
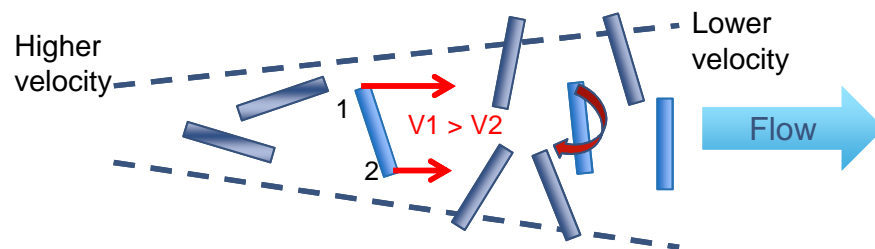
Tale orientamento, in un pezzo reale, è conseguenza delle dinamiche di flusso che si instaurano durante il riempimento dello stampo, quindi della geometria del pezzo e del processo: **MICROSTRUTTURA = f(PROCESSO)**

Quindi **PROPRIETÀ = F(PROCESSO)**

Shear Flow → Fiber // Flow direction

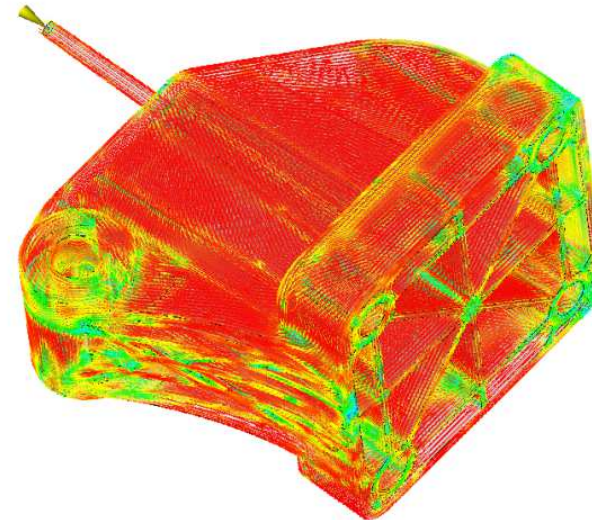
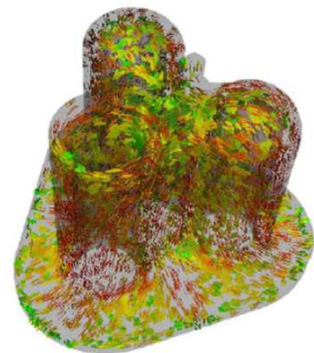
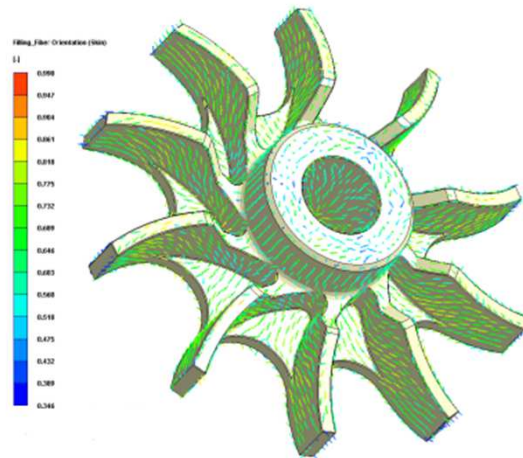


Expansion Flow → Fiber ⊥ Flow direction



Typical “sandwich” microstructure of an injected plate

# In un componente reale?



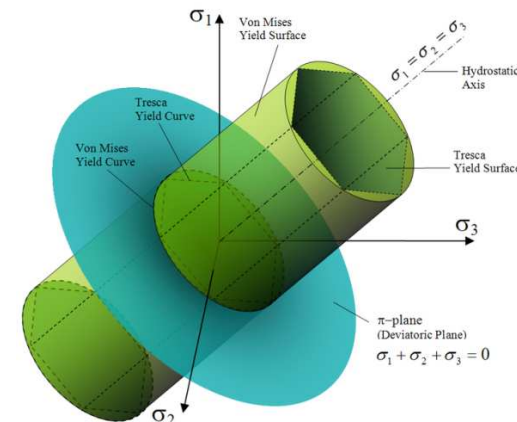
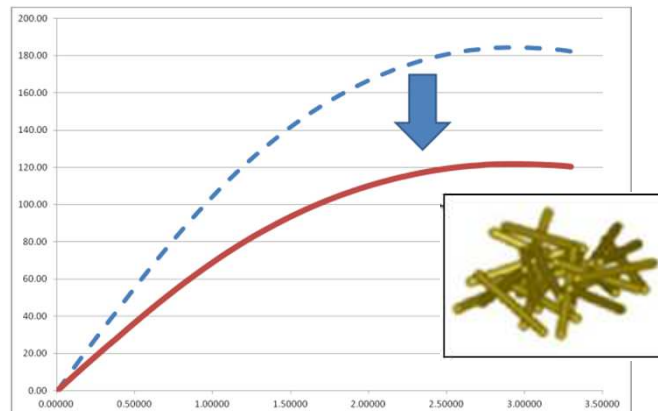
Due problemi:

1. Prevedere/conoscere l'effettiva microstruttura punto per punto (può essere molto complessa)
2. Tradurre le variazioni microstrutturali in differenti proprietà del materiale di cui si possa tener conto in analisi FEM

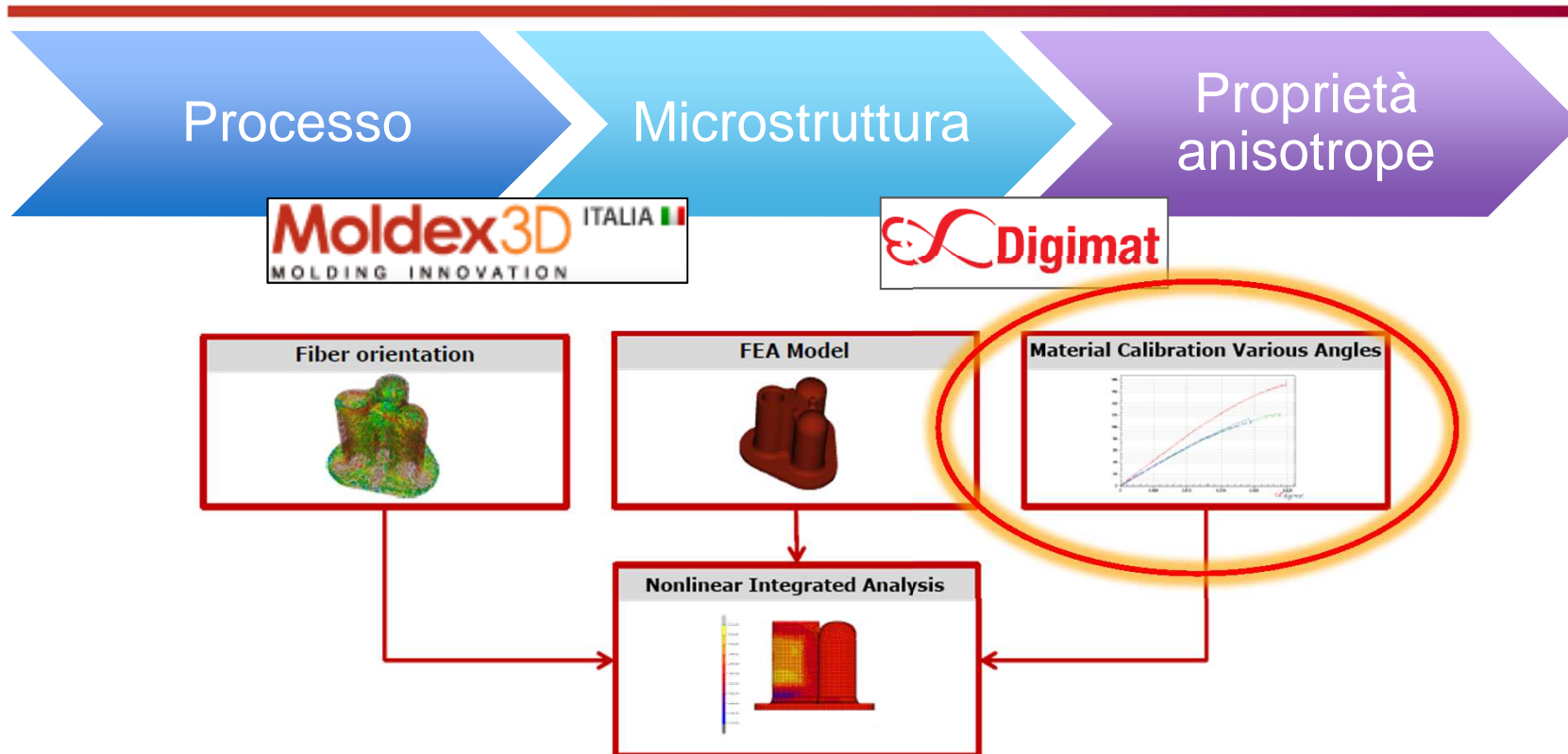


## Approccio “classico”: analisi pseudo-isotropa

- > **Ipotesi semplificativa:** il materiale è omogeneo e isotropo, con caratteristiche meccaniche equivalenti alla plastica rinforzata in oggetto con le fibre orientate in maniera completamente casuale
- > In pratica: utilizzare i dati ISO-527 (da scheda tecnica), ottenuti su provini molto orientati, riscalandoli con un **fattore di penalità** frutto dell’esperienza progettuale



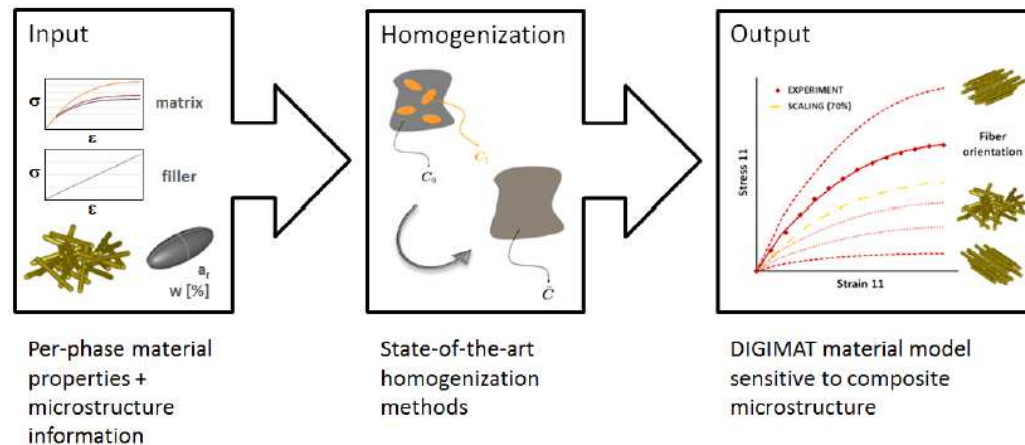
# Approccio “integrato”



I dati di una **simulazione di processo** e le **caratterizzazioni multi-angolo** dei tecnopolimeri **Radilon®** sono utilizzati come input da appositi software di **modellazione multi-scala e mapping**, che li utilizzano per costruire un modello del materiale valido localmente in ogni punto del manufatto

# Modellazione dei materiali e validazione

- > Un approccio integrato di questo tipo necessita una **caratterizzazione dei materiali** molto più approfondita delle normali caratterizzazioni a trazione (ISO 527)
- > Necessità di validare i modelli materiali costruiti con un componente semplice (“**Dimostratore**”)



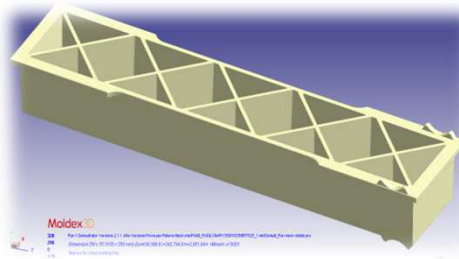
Definizione  
**MICROMECCANICA** del  
composito

Previsione proprietà  
**MACROMECCANICHE**  
a diversi angoli/livelli di orientazione

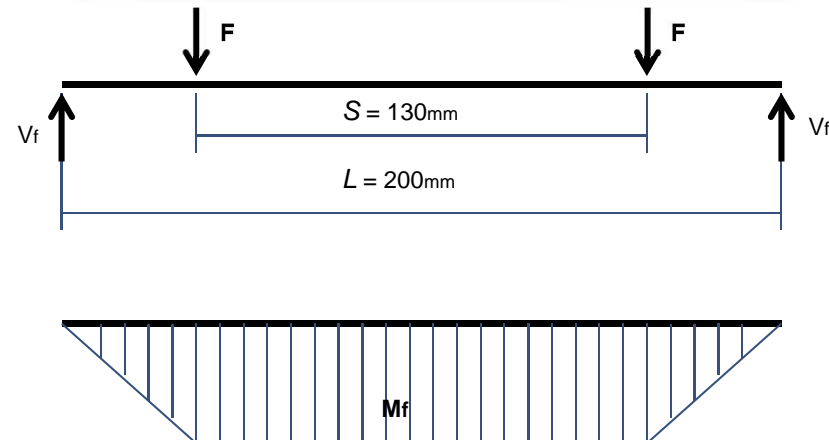
**Approccio MULTI-SCALA**

## Il “Dimostratore”

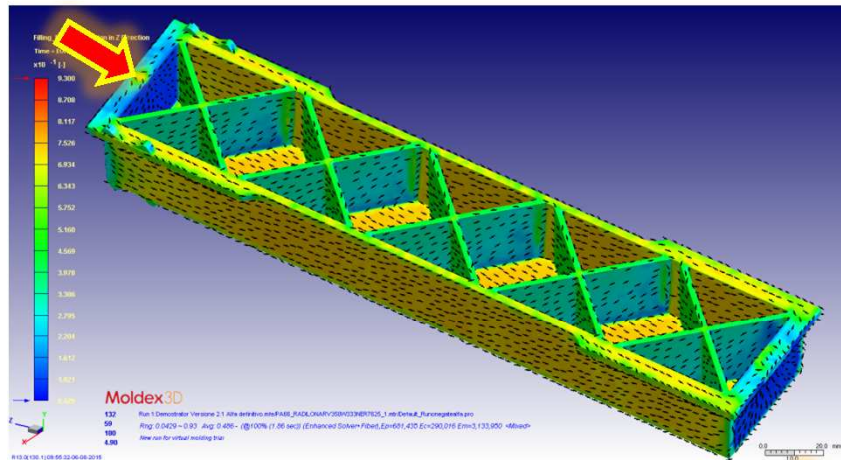
- > **Trave scatolata** con nervature a “X” con diverse possibili **soluzioni di iniezione** (= diverse microstrutture)



- > Prove di **flessione a 4 punti** per determinare il differente comportamento nei diversi casi considerati

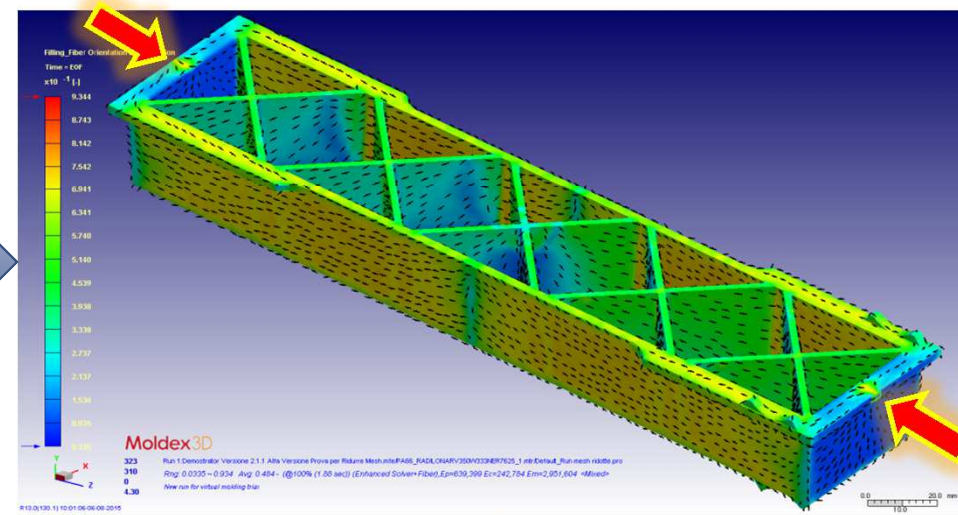


# “Dimostratore”: possibili soluzioni di iniezione

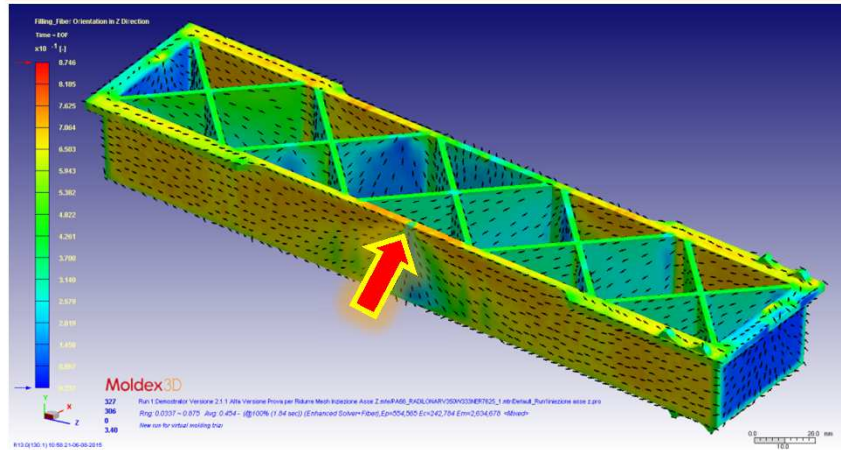


1 Gate “Testa”

2 Gate “Testa-Coda”

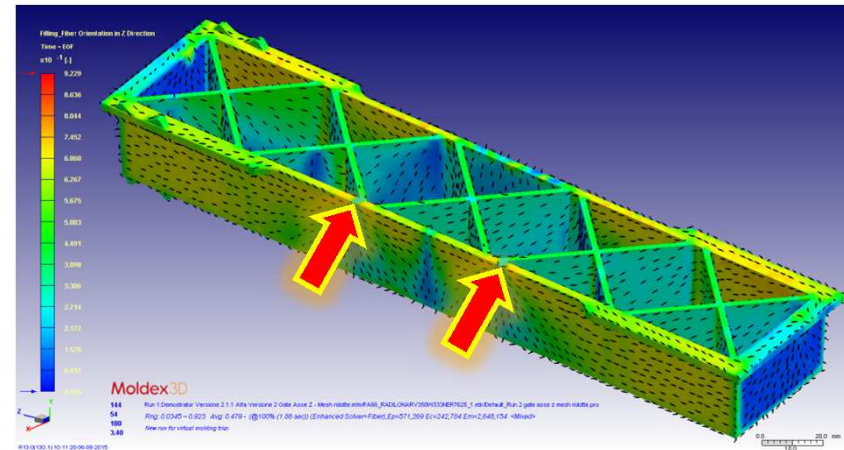


# “Dimostratore”: possibili soluzioni di iniezione



1 Gate “Lato”

2 Gate “Lato”

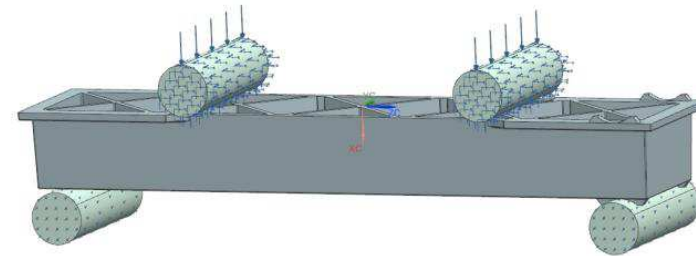


# Flessione reale vs Virtuale

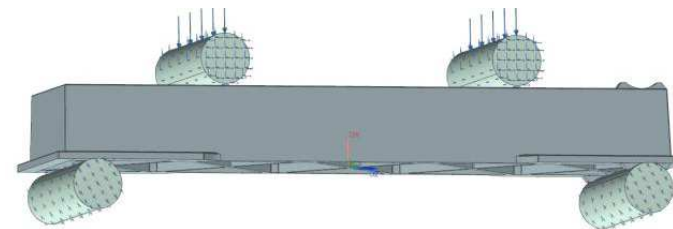


*Courtesy of Politecnico di Milano*

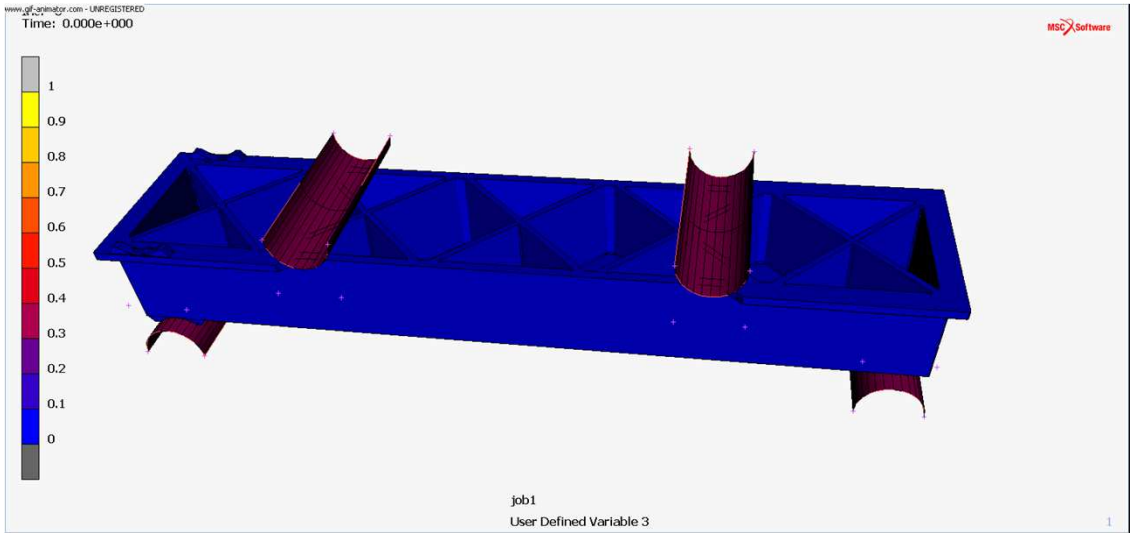
## Configurazione "TOP"



## Configurazione "BOTTOM"

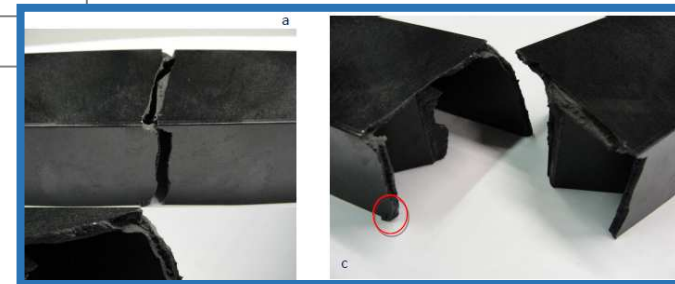
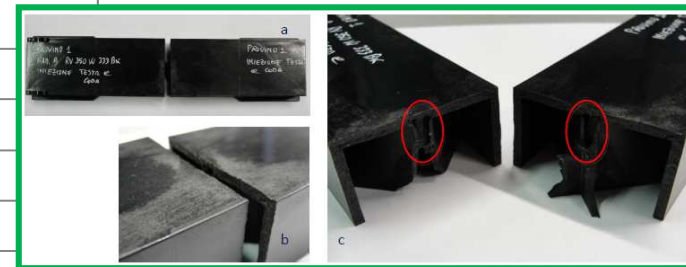
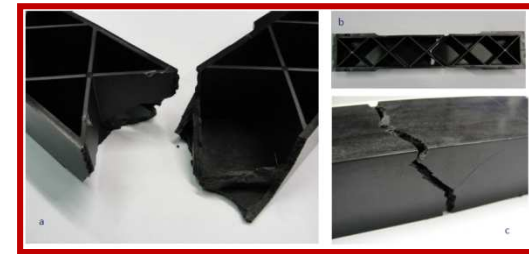
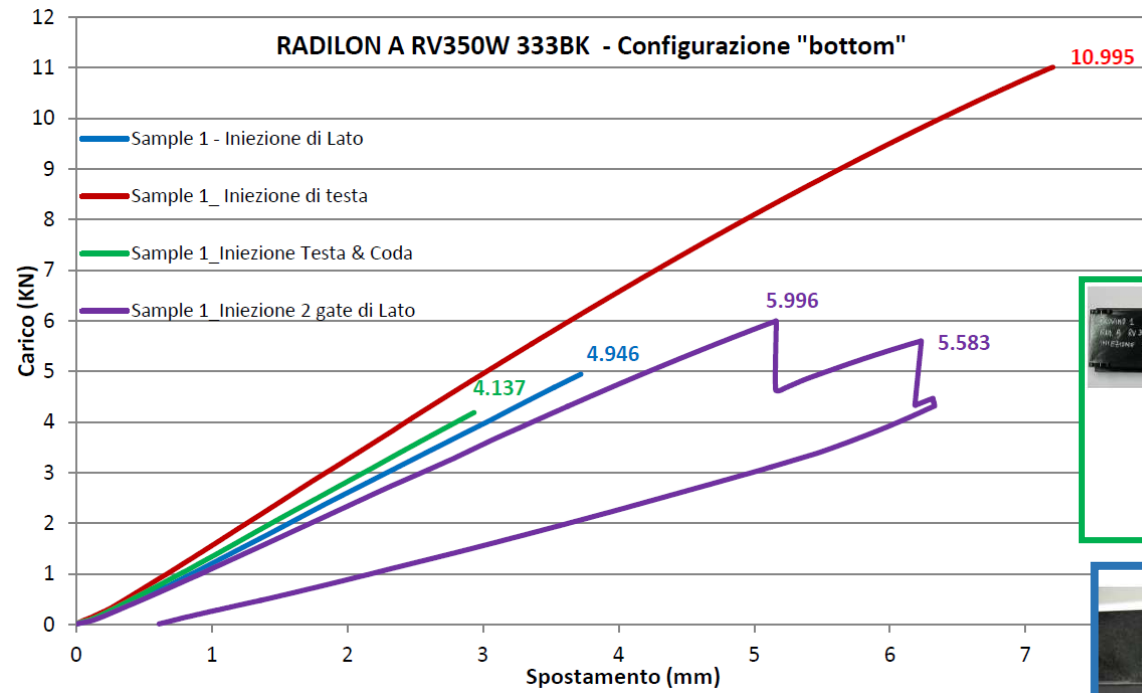


# Flessione reale vs Virtuale

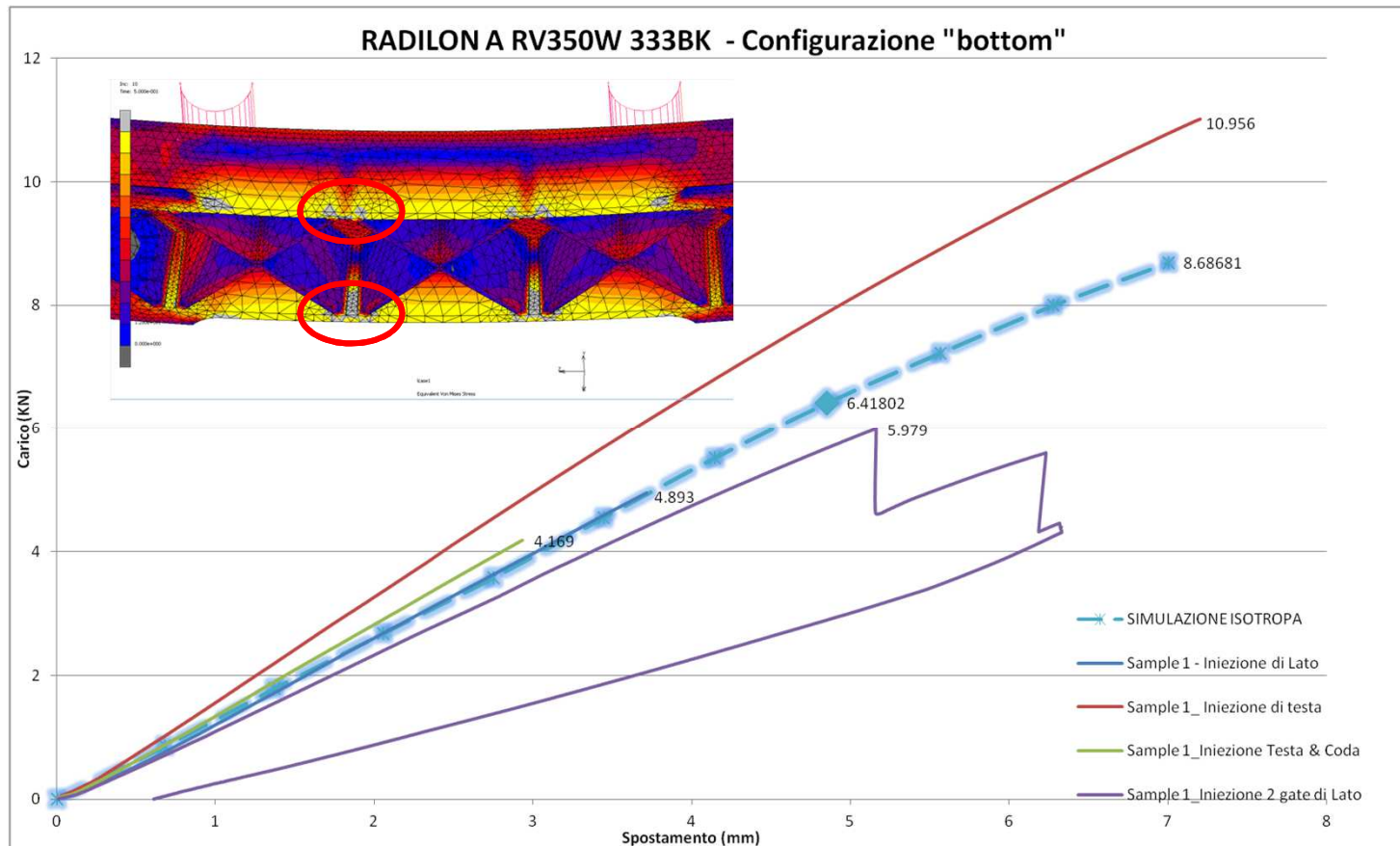




# Risultati sperimentali

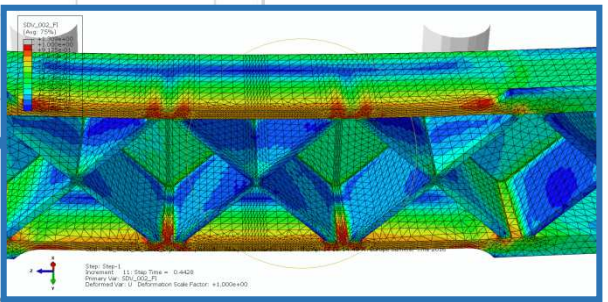
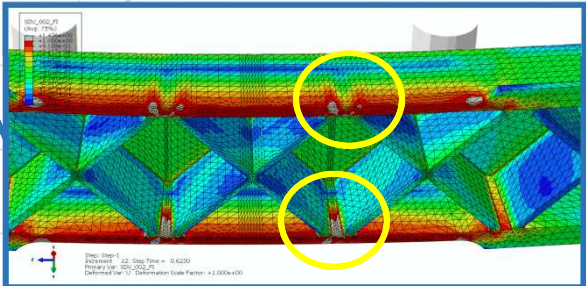
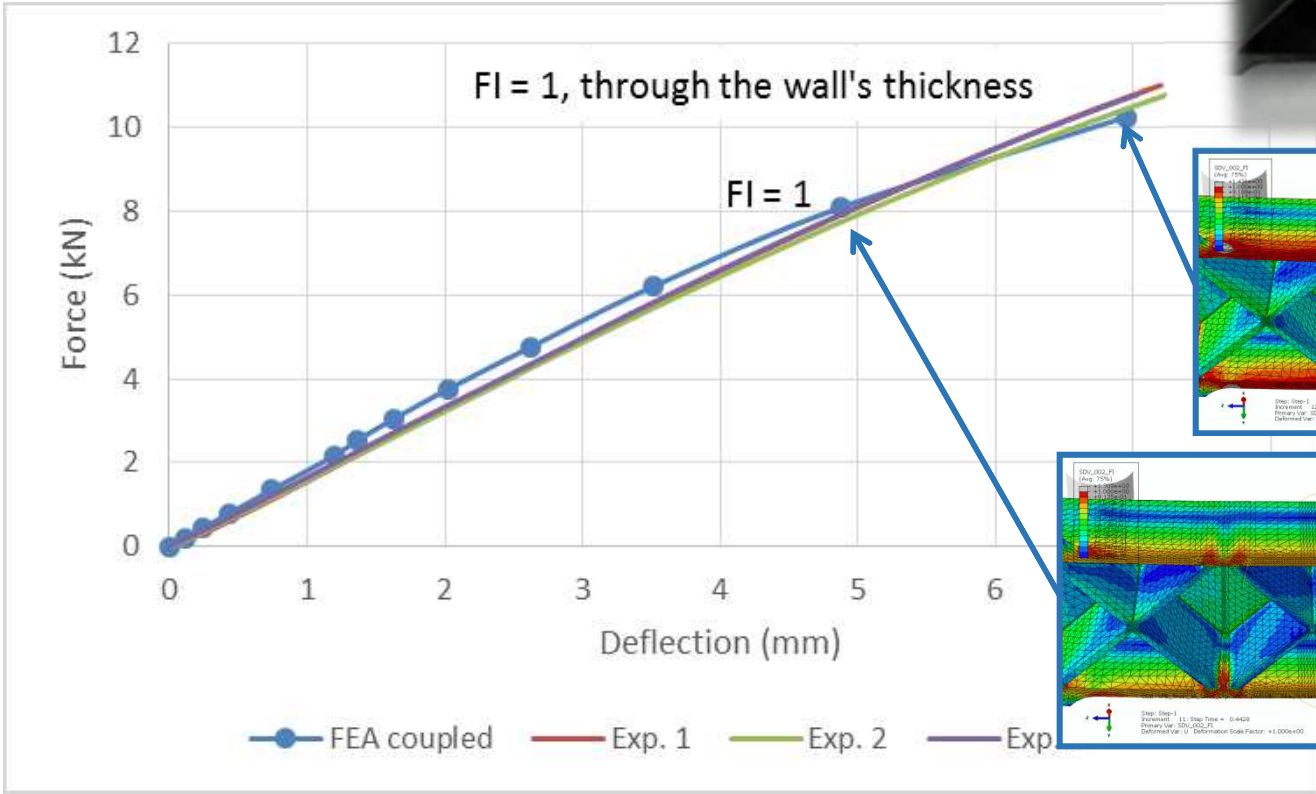


# Risultati sperimentali Vs simulazione pseudo-**Moldex3D** isotropa



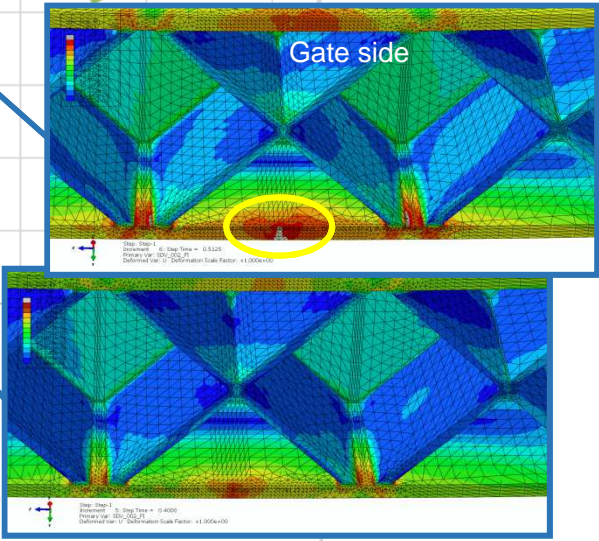
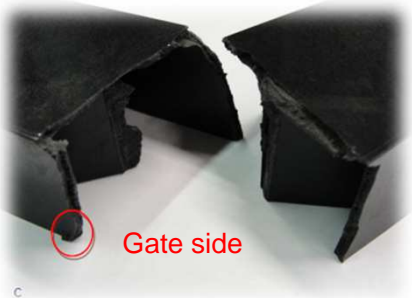
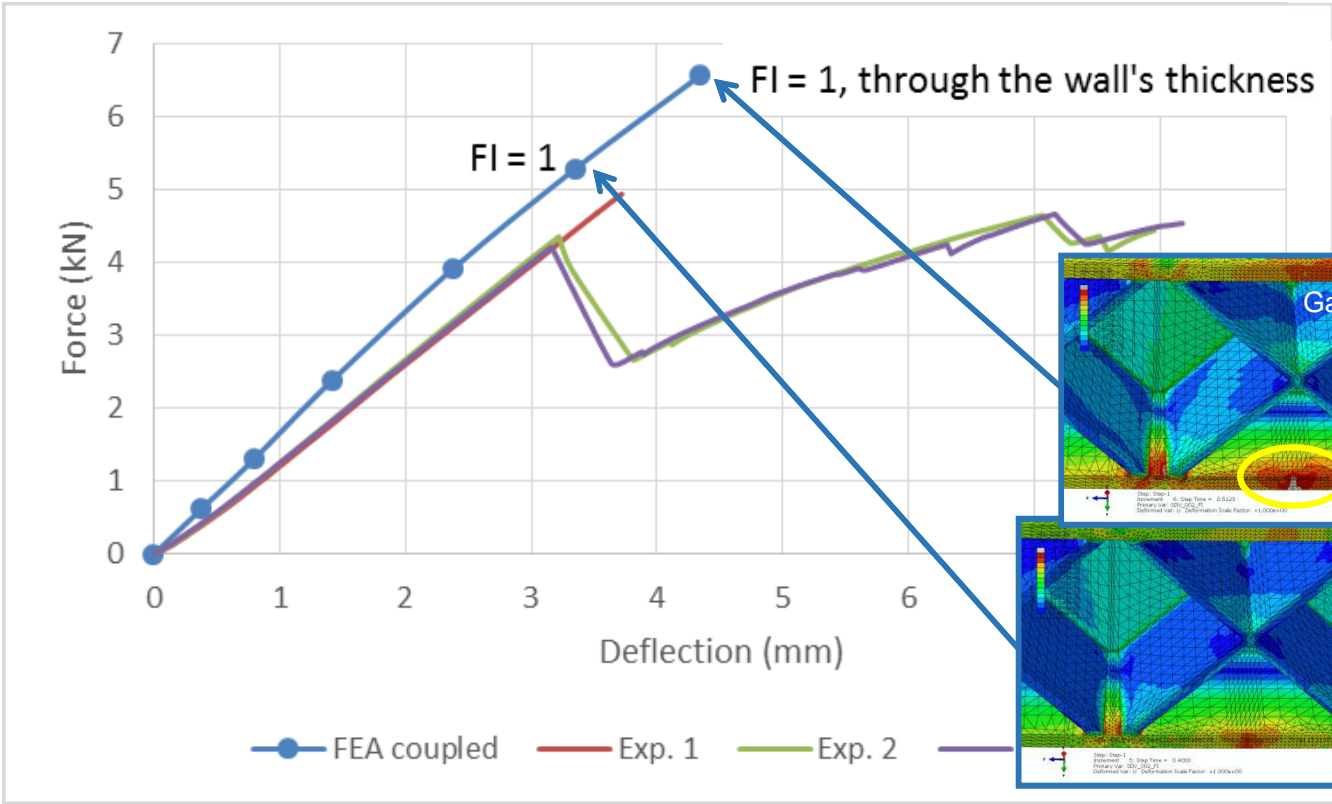
# Risultati sperimentali Vs simulazioni integrate

1 Gate "Testa",  
cfg "BOTTOM" →



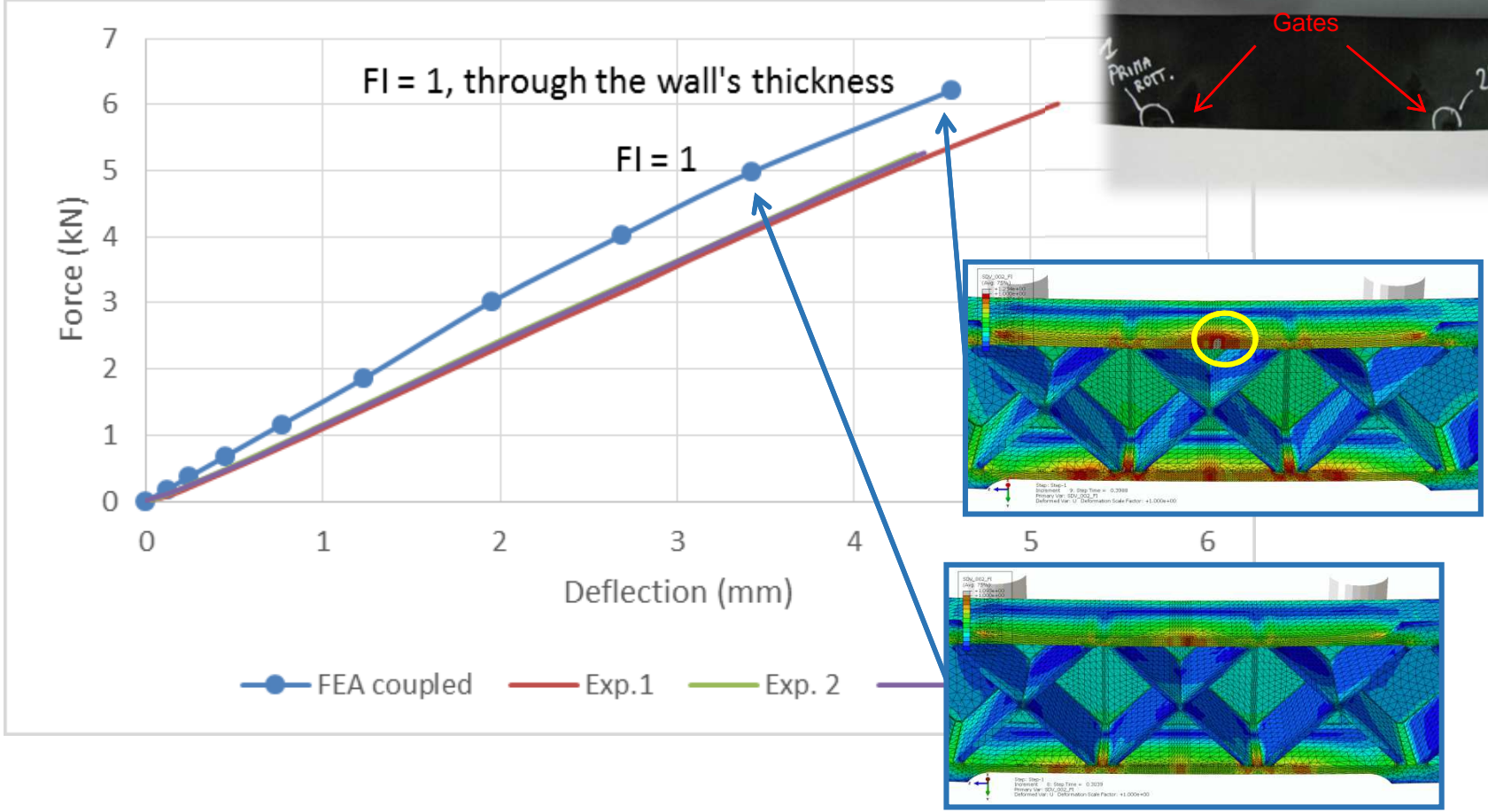
# Risultati sperimentali Vs simulazioni integrate

1 Gate "Lato",  
cfg "BOTTOM" →



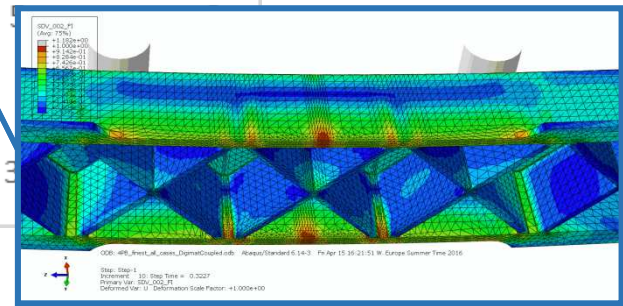
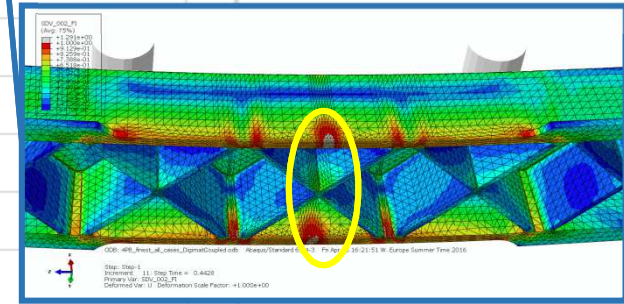
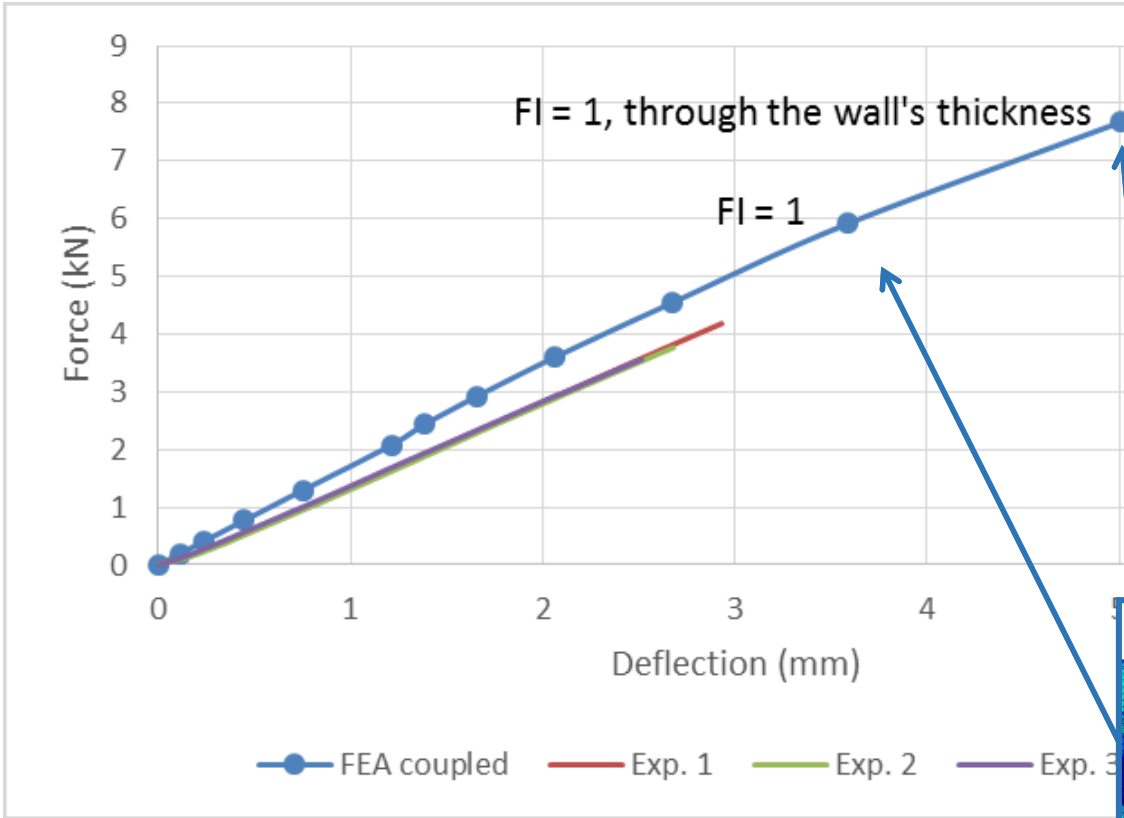
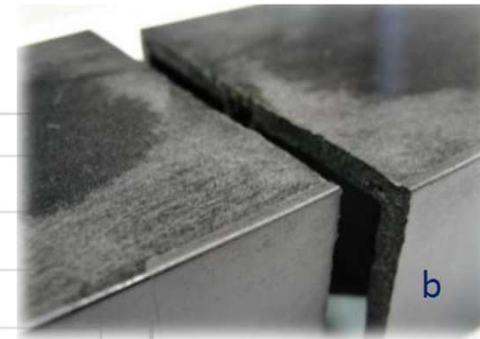
# Risultati sperimentali Vs simulazioni integrate

2 Gate "Lato",  
cfg "BOTTOM" →



# Risultati sperimentali Vs simulazioni integrate

2 Gate "Testa-Coda",  
cfg "BOTTOM" →



## Considerazioni conclusive

---

- > Vari aspetti microstrutturali (non solo l'orientamento delle fibre di vetro!) influenzano la risposta meccanica del “dimostratore” alla prova a flessione
  - > Alcuni fenomeni sono ben “catturati” dai software, altri meno (richiederebbero forse approcci più sofisticati)
  - > La simulazione con approccio **pseudo-isotropo** non consente di distinguere le diverse microstrutture e fornisce una risposta “media” come rigidità, sovrastimando rispetto ad alcuni casi la resistenza a rottura
  - > La simulazione con **approccio integrato** discrimina i diversi casi e in generale risulta più aderente al comportamento reale per quanto riguarda la rigidità; il punto di rottura è riprodotto bene in alcuni casi, sovrastimato in altri.
  - > Work in progress! Miglioramento dei risultati passa attraverso affinamento dei modelli materiale (caratterizzazioni) e dell'approccio FEM.
-

Moldex3D

Thank You



MOLDING INNOVATION