



# XXVII CONGRESSO DELLE MATERIE PLASTICHE

TECNOLOGIE | MATERIALI | PROGETTI

## Sostenibilità economica

Gestire consumi e qualità puntando ai margini di guadagno

17  
NOVEMBRE  
2022

Sostenibilità tecnica, ambientale ed  
economica in un caso concreto di  
Metal Replacement

Villa Torretta  
Sesto San Giovanni MI

In collaborazione con



# Dalla ghisa alla poliammide.....

**Produzione di un tombino Ø 60 cm per sistemi di drenaggio a pompa in classe di carico B-125 secondo la EN-124.**

**Perché?** Riduzione di peso.

Semplificazione produttiva.

Ridotto impatto ambientale.

Non soggetto a furto come per i metalli.



# Riduzione di peso

Si è passati da 38Kg a 10Kg



## Semplificazione produttiva.

Per ogni pezzo in ghisa si deve prima creare lo stampo in sabbia-resina (simple casting or shell-mold cast), poi va fatta la colata, il pezzo deve poi raffreddare, in seguito si estrae il pezzo e si deve poi procedere con la rifinitura (sbavature, sabbiatura...); tempo ciclo stimato in 25-30 min.

Per ogni pezzo in PA il tempo di stampaggio è di c.a. 2 minuti.



## Ridotto impatto ambientale.

A seconda della % di ferro riciclato usato il GWP (in Kg CO<sub>2</sub> eq) per la produzione di ghisa varia dai **500 Kg CO<sub>2</sub> eq** ai **2000 Kg CO<sub>2</sub> eq**.

Fonte <https://dirigentindustria.it/industria/la-siderurgia-ed-il-cambiamento-climatico-responsabilita-e-prospettive.html#:~:text=Oggi%20circa%201%2C2%20miliardi,delle%20emissioni%20dovute%20alla%20siderurgia.>

Per quanto riguarda la nostra PA-GF il GWP equivale a 5,29 Kg CO<sub>2</sub> eq.

Oltre il 99% di riduzione di emissioni CO<sub>2</sub> per Kg di materia prima prodotta.

Il processo di stampaggio per colata di un tombino in ghisa ha un GWP di **2,4 Kg CO<sub>2</sub> eq** (da Saint-Gobain PAM UK EPD No.0000389 similar product)

Lo stampaggio ad iniezione del tombino in PA ha un GWP di **1,28 Kg CO<sub>2</sub> eq** (da MDPI.COM polymers 03-03-2021,similar proces)

Un ulteriore saving di c.a. il 50% di emissioni.

| DICHIAZIONE AMBIENTALE DI PRODOTTO                         |                            |                             |                 |                 |                 |                 |
|------------------------------------------------------------|----------------------------|-----------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| EPD® FOR RADILON                                           |                            |                             |                 |                 |                 |                 |
| Categorie di impatto ambientale                            |                            |                             |                 |                 |                 |                 |
| CATEGORIA D'IMPATTO                                        | UNITÀ                      | TOTALE                      | UPSTREAM        | CORE            | DOWNSTREAM      |                 |
| Riscaldamento Globale (100 a)                              | Fossile                    | kg CO <sub>2</sub> eq       | 5,29E+00        | 5,07E+00        | 1,03E-01        | 1,14E-01        |
|                                                            | Biogenico                  | kg CO <sub>2</sub> eq       | 2,04E-03        | 1,73E-03        | 2,84E-04        | 2,95E-05        |
|                                                            | Uso/trasformazione terreno | kg CO <sub>2</sub> eq       | 8,39E-04        | 6,66E-04        | 1,40E-04        | 3,33E-05        |
|                                                            | <b>TOTALE</b>              | <b>kg CO<sub>2</sub> eq</b> | <b>5,29E+00</b> | <b>5,07E+00</b> | <b>1,03E-01</b> | <b>1,14E-01</b> |
| Acidificazione                                             | kg SO <sub>2</sub> eq      | 1,55E-02                    | 1,42E-02        | 8,31E-04        | 4,08E-04        |                 |
| Eutrofizzazione                                            | kg PO <sub>4</sub> --- eq  | 4,73E-03                    | 4,48E-03        | 1,68E-04        | 8,55E-05        |                 |
| Formazione di ossidanti fotochimici                        | kg NMVOC                   | 1,27E-02                    | 1,15E-02        | 7,51E-04        | 4,60E-04        |                 |
| Esaурimento delle risorse abiotiche                        | kg Sb eq                   | 6,91E-06                    | 6,33E-06        | 2,33E-07        | 3,42E-07        |                 |
| Esaурimento delle risorse abiotiche – Combustibili fossili | MJ                         | 7,81E+01                    | 7,50E+01        | 1,45E+00        | 1,72E+00        |                 |
| Potenziale scarsità idrica (AWARE)                         | m <sup>3</sup>             | 7,10E+00                    | 6,65E+00        | 4,38E-01        | 8,85E-03        |                 |

# Non soggetto a furto.



THE SURPRISINGLY SERIOUS PROBLEM OF  
MANHOLE COVER THEFT

**prima TORINO**

Tombini in cambio di denaro: due persone  
denunciate per furto

*I responsabili sono stati pizzicati grazie all'ausilio delle telecamere.*

**Vox**

So many manhole covers are stolen in China that  
one city is tracking them with GPS

## OKAY, SO WHAT'S THE SOLUTION?

Cities have developed several different deterrents. Some cities have begun placing locks on their manhole covers. Others have forged relationships with local scrap shops, so that anyone who brings a specific company's manhole cover can be identified and reported. One of the best way to deter this theft, however, is simply using composite manhole covers instead of traditional cast iron covers. **Composite manhole covers have absolutely no scrap value**, so even though they can be up to 85% lighter in weight than iron covers, there's no reason to steal them.

Manhole cover theft might be one of the most serious problems plaguing our streets today, but it's important to realize that there are ways to stop it before it even occurs.



**BBC**

**NEWS**

Manhole cover thieves 'may get  
death sentences' in China

la Repubblica

Ladri di tombini: tre  
denunce a Parma per furto  
e ricettazione

The New York Times

**Manhole Lid Theft Is On the Rise**

**TORINO TODAY**

Ripetuti furti di tombini a Torino, due persone  
identificate grazie alle telecamere: denunciate

 The World  
Business, Economics and Jobs

Who would steal manhole covers? Organized  
gangs around the world

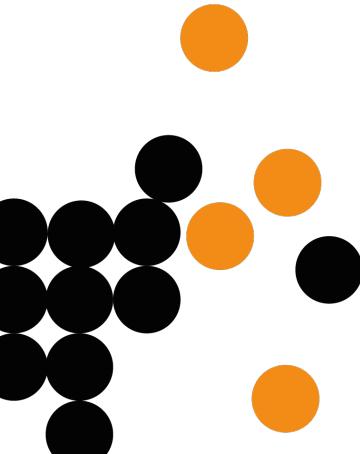
  
ASSOCIAZIONE ITALIANA  
TOMBI尼 SCATOLE PLASTICHE  
tmp 40

**Plastix**

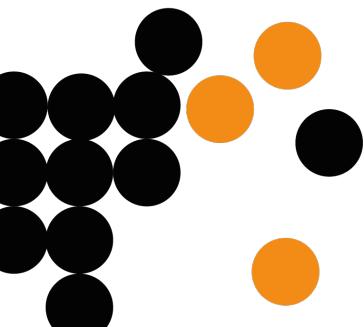
gruppo  
 **tecniche nuove**

  
MECSPE  
TECNOLOGIE PER L'INNOVAZIONE

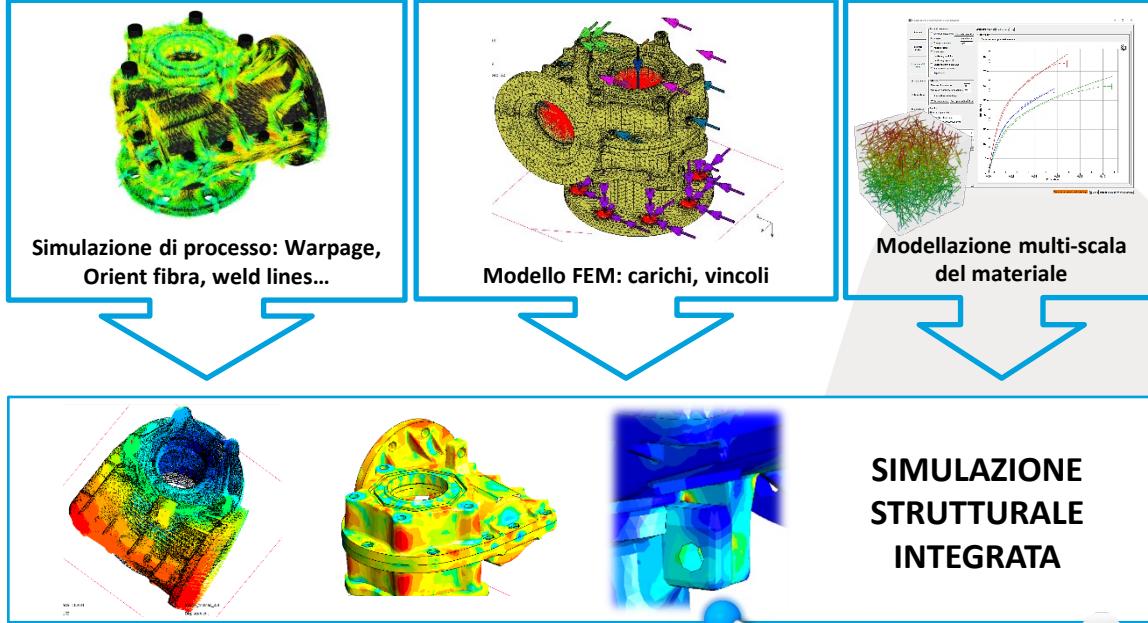
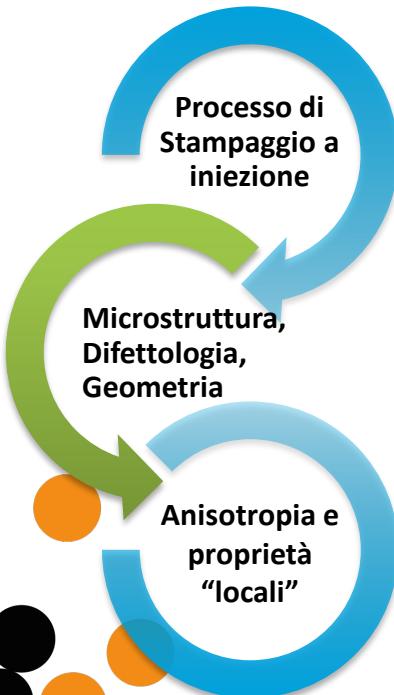
Tra il dire e il fare, c'è di mezzo il



# Metal Replacement: Workflow

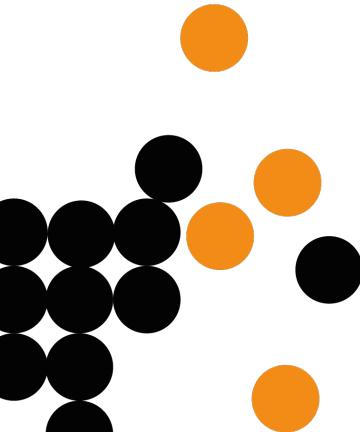


# Approccio integrato alla simulazione



# Obiettivi della simulazione strutturale

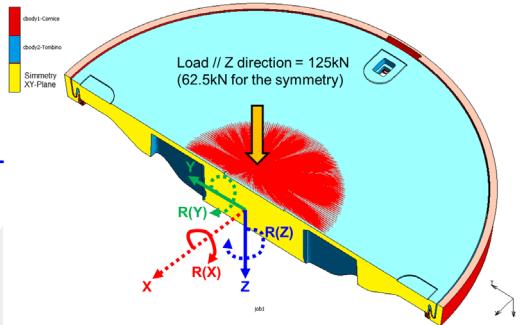
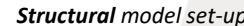
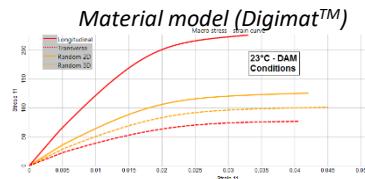
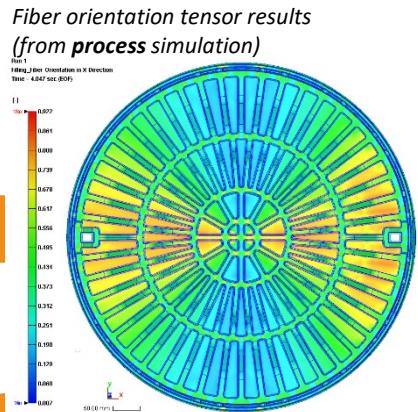
- Simulare il **test di flessione** secondo classe B 125 in accordo a EN 124 (125 kN di carico statico applicato centralmente)
- Condizioni: **23°C, 50% umidità** relativa
- Tenere in debita considerazione gli aspetti legati al processo, come l'**orientamento della fibra** di vetro e il conseguente comportamento anisotropo del materiale (PA rinforzata con fibra vetro corta), utilizzando una metodologia di analisi integrata



Example image of EN124 test. Source: <https://www.youtube.com/watch?v=4K9L46tYCfo>

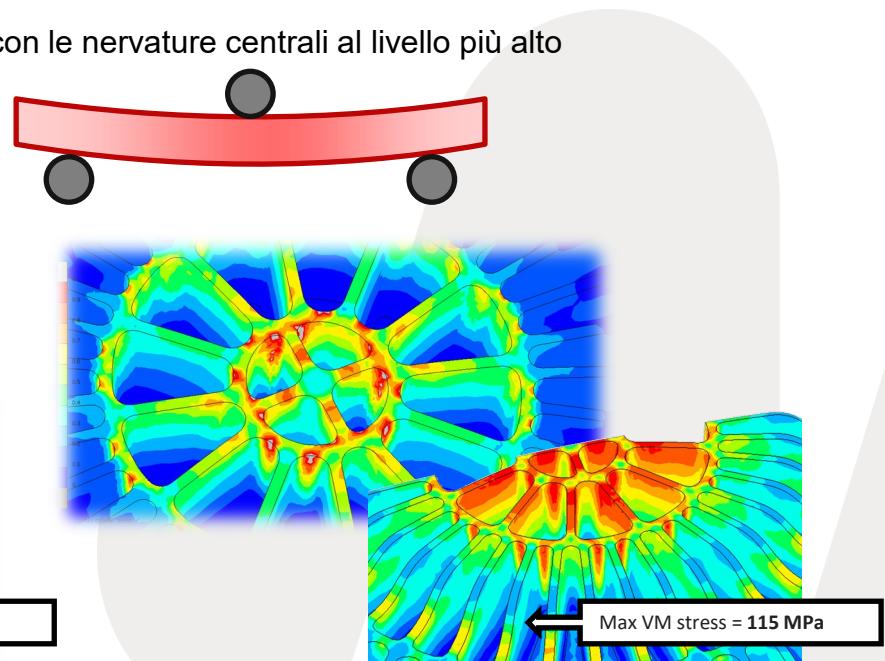
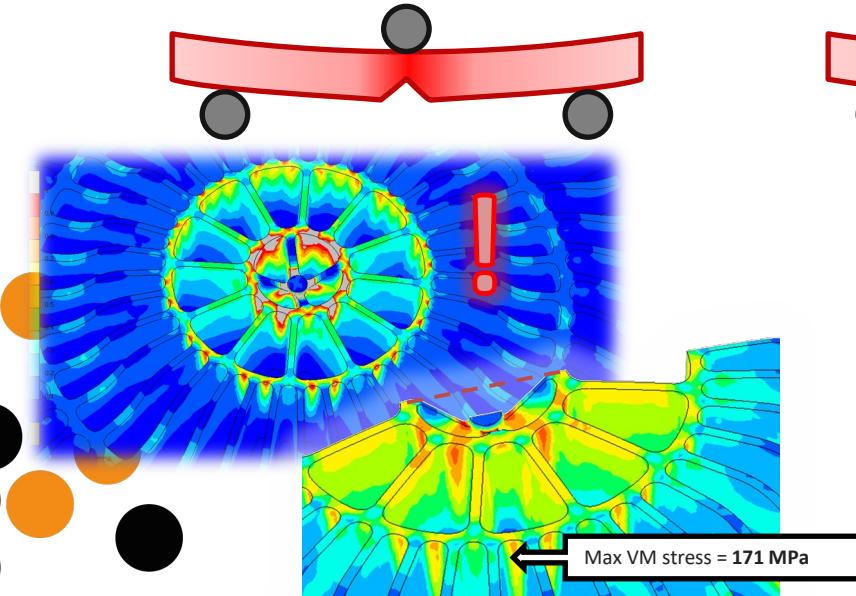
## Configurazione e conduzione dell'analisi integrata

- Diverse **iterazioni** sono state necessarie per giungere alla configurazione considerata ottimale
  - La simulazione di **processo** precede quella **strutturale** e vi trasferisce le informazioni necessarie



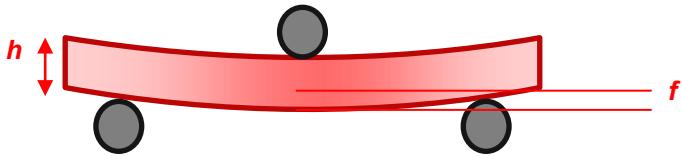
# Problematiche rilevate e risolte con il CAE: effetto notch

- In una fase della verifica, si è riscontrato come alleggerire o svuotare il cerchio più centrale del *pattern* delle nervature sul lato inferiore del tombino portasse a un peggioramento dei **Failure Index**, a causa probabilmente di concentrazione di sforzi dovuta a **effetto di intaglio**.
- Si è pertanto proceduto in tutte le revisioni successive sempre con le nervature centrali al livello più alto

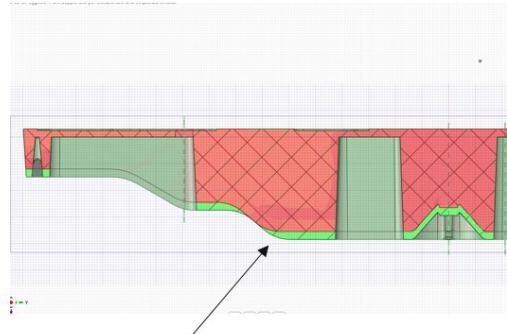


# Problematiche rilevate e risolte con il CAE: irrigidimento geometrico

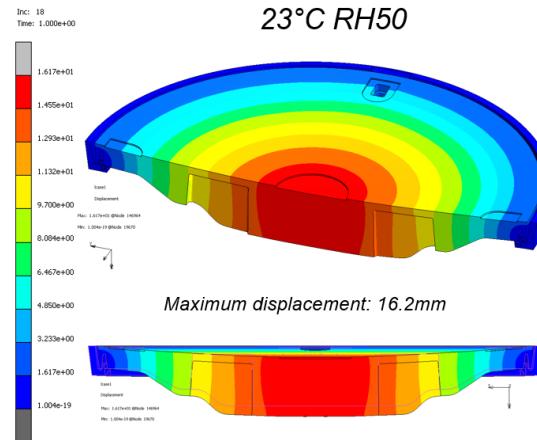
- Per compensare la perdita di rigidezza passando da ghisa ( $E = 206000$  MPa) a tecnopolimero ( $E \approx 10000$  MPa) il metodo più efficace è sfruttare il **momento di inerzia** della sezione, avvalendosi di **nervature** di idonea altezza



$$\frac{f_1}{f_2} = \frac{h_2^3}{h_1^3}$$



Modification applied: increased height (z) of all the ribs of 6 mm everywhere, uniformly (Rev13 Mod = green section)

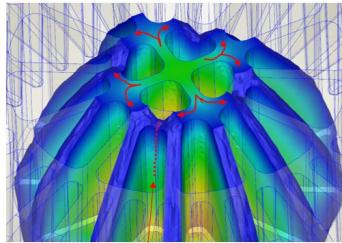


Max displacement @125 kN evolution:

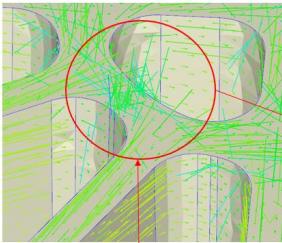
- 49.9 mm (Rev5)
- 34.6 mm (Rev8)
- 31.2 mm (Rev10)
- 25.5 mm (Rev13)
- 25.3 mm (Rev14)
- 16.2 mm (Rev20)
- 14.5 mm (Final)**

# Problematiche rilevate e risolte con il CAE: orientazione fibra sfavorevole

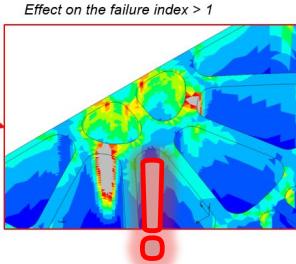
- In alcune simulazioni, si riscontravano come altamente critiche ( $FI >> 1$ ) le zone di fondo di **solo alcuni spicchi** del *pattern* di nervature interne.
- Un'analisi più approfondita ha permesso di identificare che in tali punti si realizzava un **orientamento della fibra di vetro** fortemente **sfavorevole**, in quanto si incontravano flussi provenienti da due settori contigui, creando una linea di giunzione con fibra disposta trasversalmente rispetto alla direzione di massimo sforzo, in aree oltretutto particolarmente stressate.



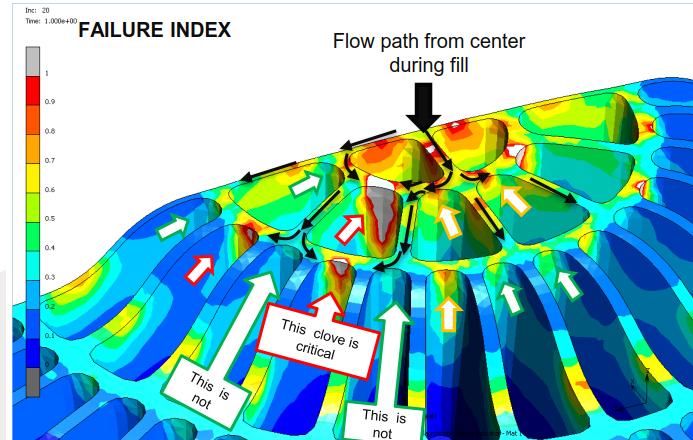
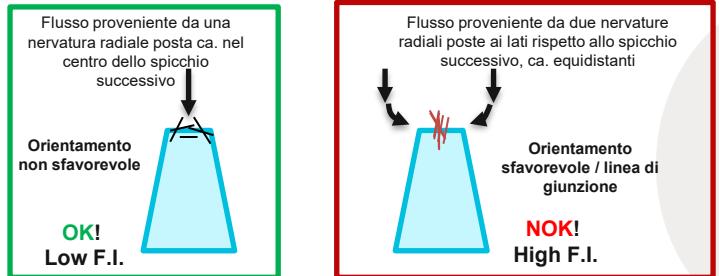
Weld line formation



Local fiber orientation distribution



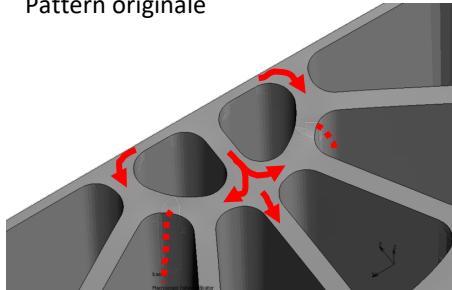
Effect on the failure index > 1



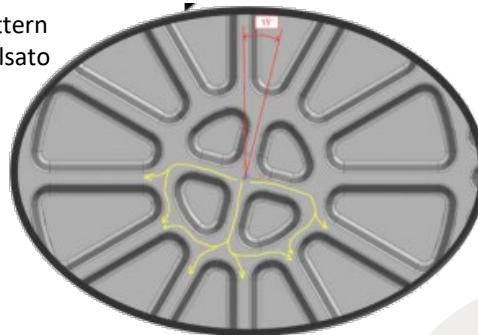
# Problematiche rilevate e risolte con il CAE: orientazione fibra sfavorevole

- La soluzione a questo problema è stata trovata nello **sfalsare** il *pattern* delle nervature tra i diversi livelli, **ruotando di 15°** la «croce» centrale in modo da evitare le linee di giunzioni nette completamente trasversali proprio in coincidenza del fondo degli «spicchi» più sollecitati

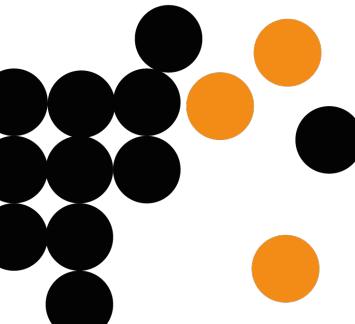
Pattern originale



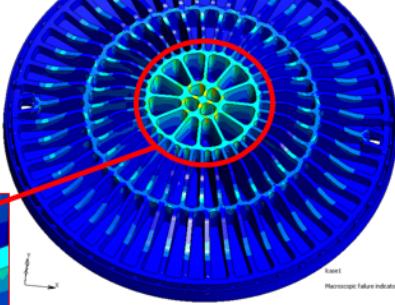
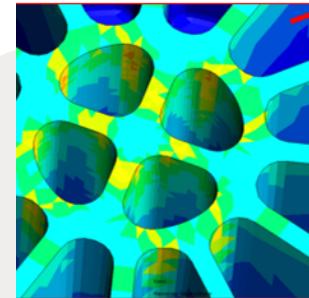
Pattern sfalsato



→ Flow direction  
--- Weld line formation



23°C RH50



Zones in light gray are where the FI overcomes 1 (thus likely to fail) seems to be not present.

FI Max = 0.81





HIGH PERFORMANCE POLYMERS

# GRAZIE PER L'ATTENZIONE

[andrea.capparella@radicigroup.com](mailto:andrea.capparella@radicigroup.com)

[carlo.grassini@radicigroup.com](mailto:carlo.grassini@radicigroup.com)

