



Italian National Agency for New Technologies,  
Energy and Sustainable Economic Development

# PRODUZIONE ADDITIVA PER COMPOSITI FIBRORINFORZATI: il 3D printing con fibra continua

Ing. Flavio Caretto

   **KilometroRosso**



1101 0110 1100  
0101 0010 1101  
0001 0110 1110  
1101 0010 1101  
1111 1010 0000

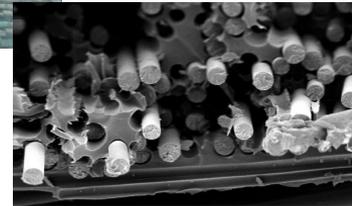
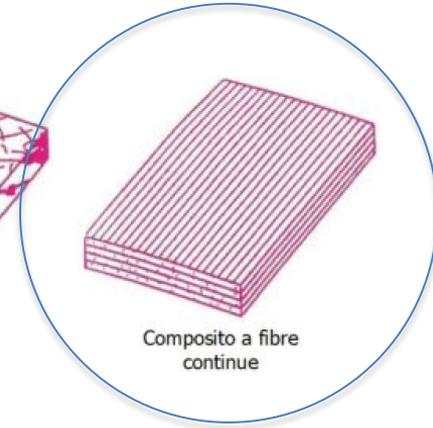
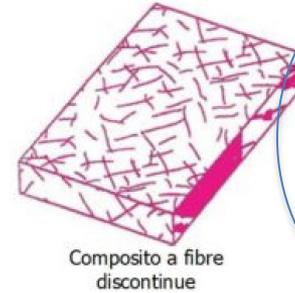
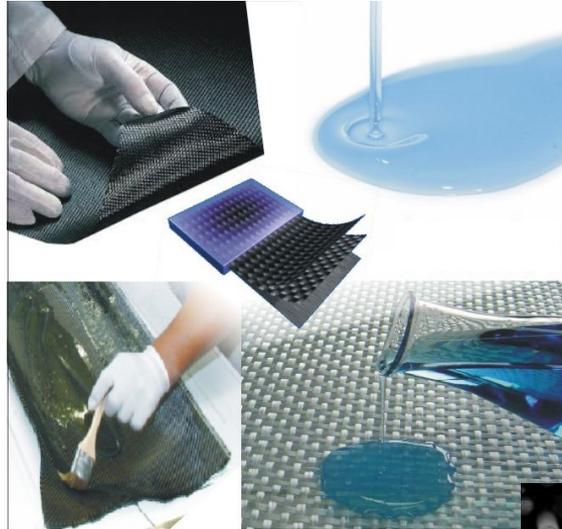
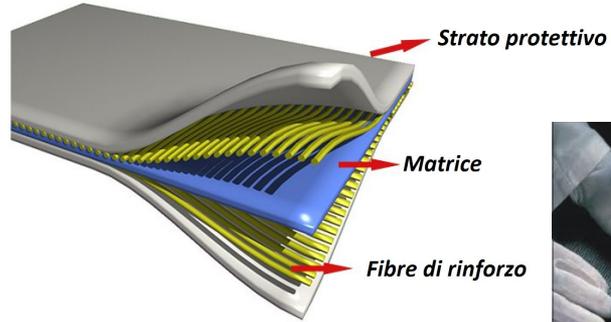
 **Bergamo** 



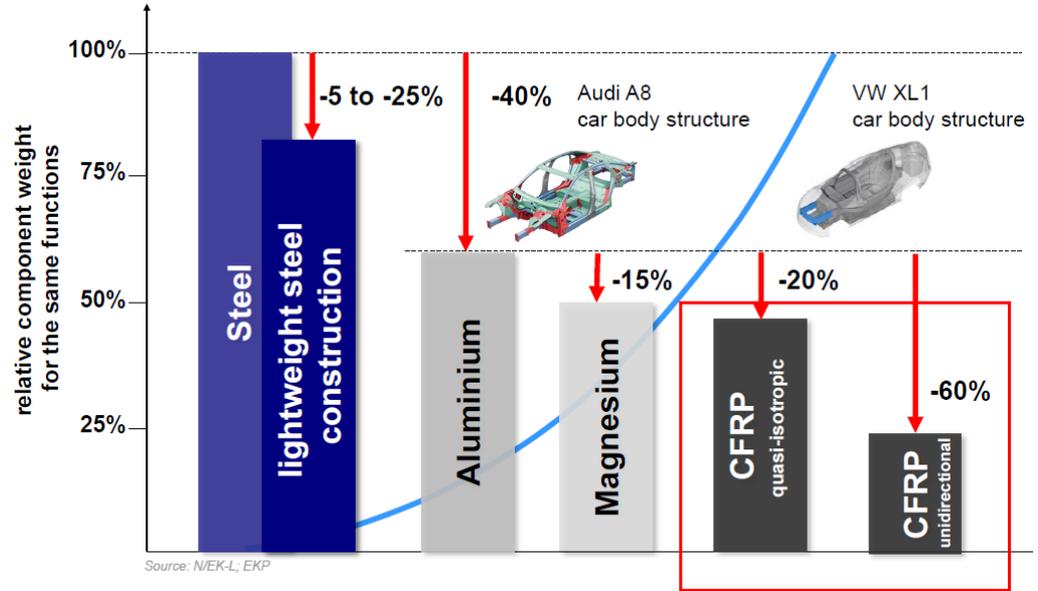
  **07 luglio 2022** 



# I Materiali Compositi Polimerici Fibrorinforzati



# I Materiali Compositi Polimerici Fibrorinforzati



# I Materiali Compositi Polimerici Fibrorinforzati



Telaio auto in fibra di carbonio



# Additive Manufacturing e Composite Manufacturing

## Il 3D printing con fibra continua: una nuova sfida per l'Additive Manufacturing



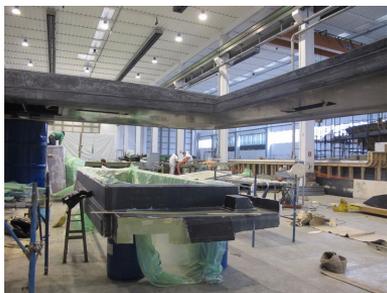
Fase di laminazione manuale

### Limiti attuali del Composite Manufacturing:

- Laminazione su stampo comporta una notevole quantità di lavoro manuale
- Enorme varietà di resine, fibre, materiali per utensili e tipi di lavorazione
  - ambiente di processo altamente complesso → attività di R&S e prototipazione lente
  - coefficienti di sicurezza nella progettazione particolarmente ampi
- Notevole generazione di scarti di lavorazione

### Come AM può andare incontro alle esigenze dell'industria dei compositi:

- Aumentare il livello di automazione
  - migliorare il controllo dei processi di produzione
  - irrobustire gli strumenti di progettazione
- Ottimizzare la quantità di materiale necessario



Area di lavorazione di materiali compositi



Sfridi di lavorazione

# Additive Manufacturing e Composite Manufacturing

## Il 3D printing con fibra continua: una nuova sfida per l'Additive Manufacturing



«Bracket» montato su Airbus A350 XWB

Fonte: Airbus Operations

### Additive Manufacturing

- produzione basata su modelli
- processo breve con basso sforzo logistico



Studi di evoluzione in composito + AM

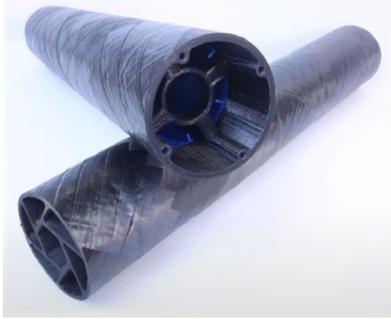
Fonte: Airbus/LZNV/VDI

### Composite Manufacturing

- Anisotropia del materiale composito → Progettazione meccanica altamente efficiente

# Additive Manufacturing e Composite Manufacturing

Esempi di **integrazione** di AM e CM



**Additive Manufacturing + Thermoplastic Automated Fiber Placement (AFP)**

Giunzione diretta senza curing aggiuntivo

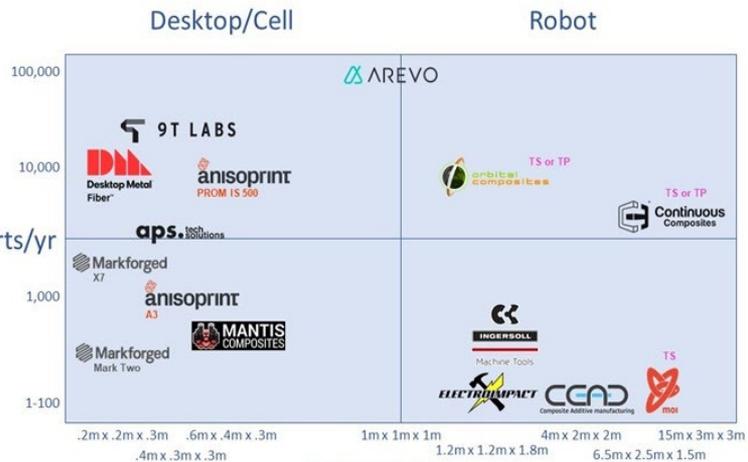


**Additive Manufacturing + Thermoset Winding**

Processo automatizzato e veloce

# Additive Manufacturing di compositi a fibra continua

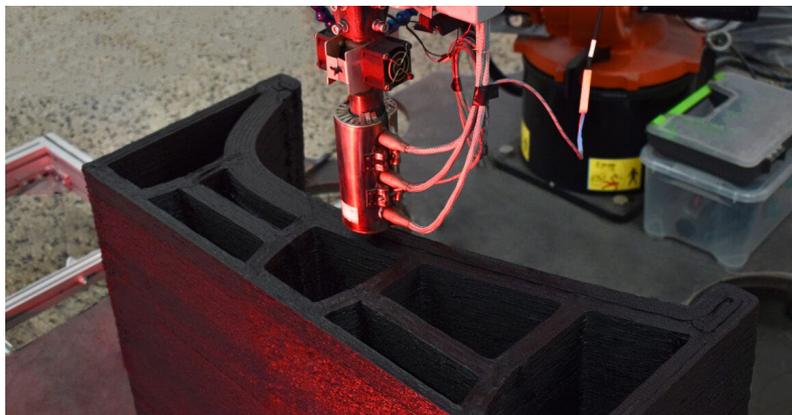
## La fusione di AM e CM



Print volume

Panoramica dei fornitori di tecnologia di stampa 3D di fibra continua

Fonte: Composite World magazine



Fonte: www.caracol-am.com



Fonte: www.caracol-am.com



Principali mercati target

Fonte: Composite World magazine



Nuovi tessuti intelligenti e sostenibili multi-settoriali per design creativo e stile made-in-Italy

PARTNER: FCA, CRF, Cosmob, Next, Iriplast, Apollo, CRdC, Samsara, Lets's W, Technova, UniCA, UniBO, Apollo



REcycled carbon fibres for high VALUE composites

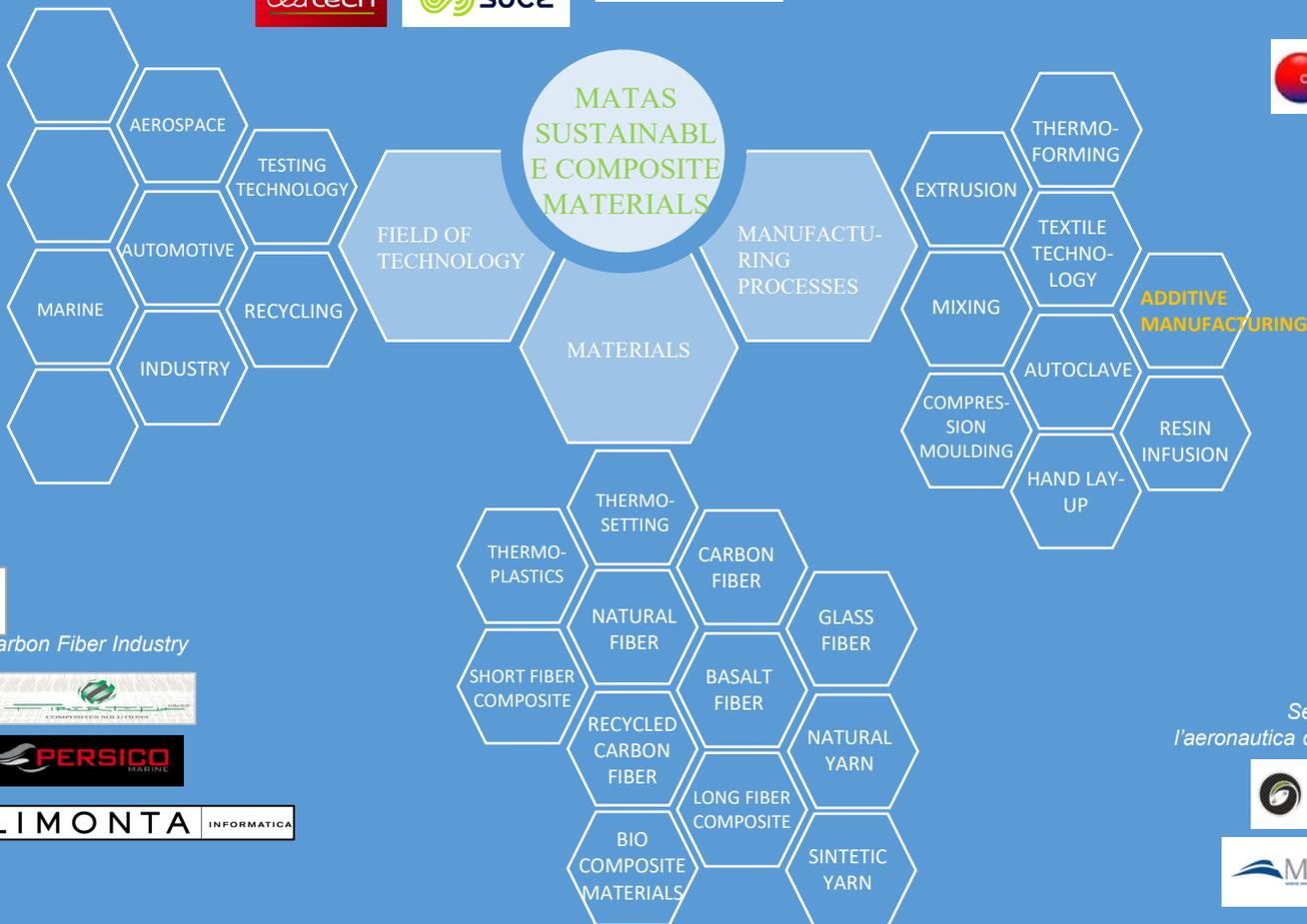


CENTRO DI RICERCHE EUROPEO DI TECNOLOGIE DESIGN E MATERIALI



# MATRECO

Materiali Avanzati per TRasporti ECOsostenibili



Circular Economy for the Carbon Fiber Industry

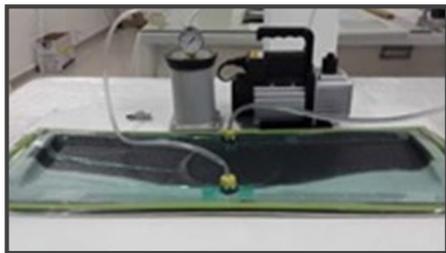


Semilavorati e Componenti per l'aeronautica da fibre di carbonio di riciclo

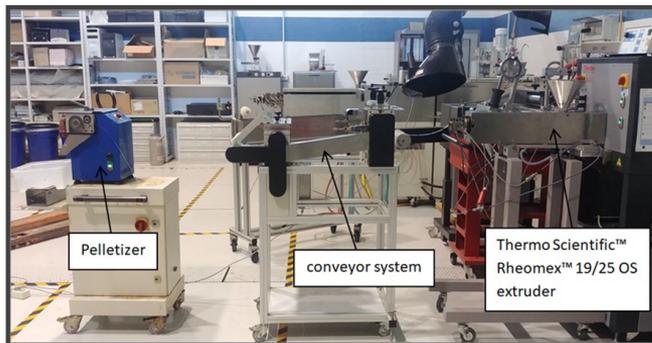
Semilavorati e componenti per l'aeronautica da fibre di carbonio da riciclo



# Infrastrutture di ricerca ENEA: processi



Vacuum assisted resin transfer moulding (VARTM)



Compound extrusion process



Hot press (CM of BMC)



Autoclave Curing



Climatic chamber

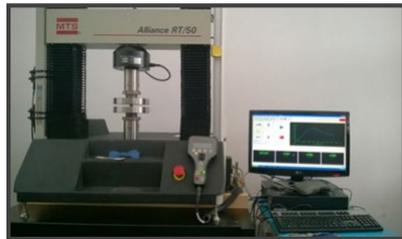


Carding and Stiro-Roving prototype line



3D printer

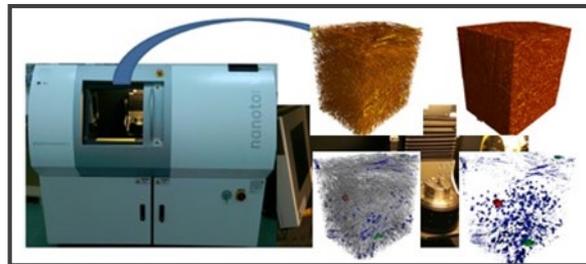
# Infrastrutture di ricerca ENEA: strumenti di caratterizzazione



Tensile test machine



Tensile test machine on single filaments



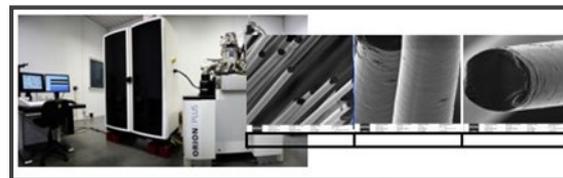
X-Ray Nanotomography



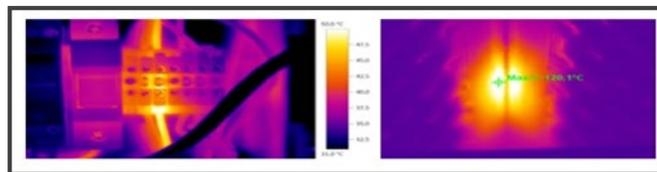
DMA Instrument (Q800 TA Instrument)



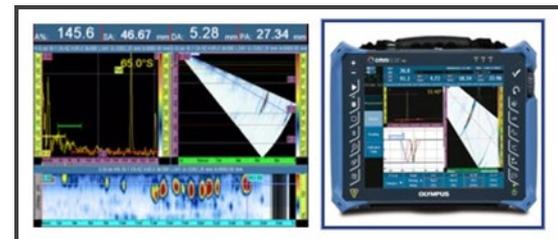
Impact test machine



Helium Ion Microscope (HeIM)



Infrared thermal camera



Ultrasonic using phased array probes

# Attività di ricerca ENEA

## Sviluppo tooling per il lay up di componenti in composito del settore aeronautico

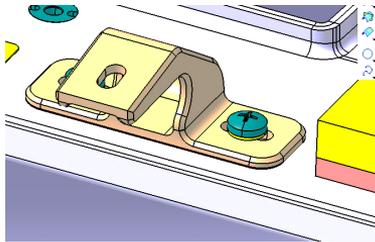
**ECO**   
**CFRP**

Semilavorati e Componenti per l'aeronautica da fibre di carbonio da riciclo

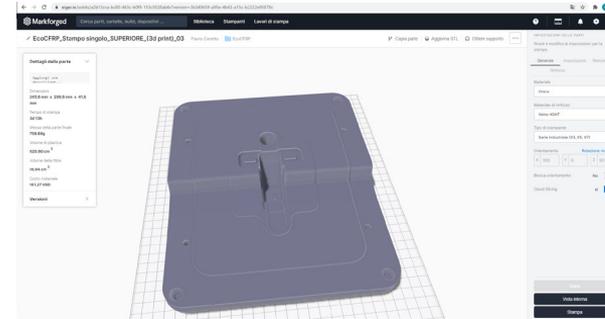
P.O. FESR Puglia 2014 -2020  
Asse III Azione di intervento 3.5



Componente da re-ingegnerizzare



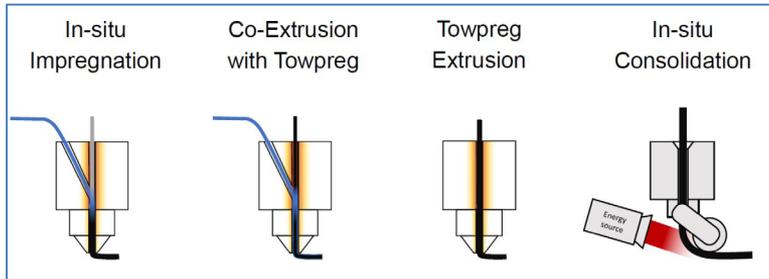
Markforged X7



Stampo per Resin Transfer Molding  
realizzato per AM

# Attività di ricerca ENEA

## Sviluppo di semilavorati tessili in fibra tecnica per alimentare sistemi AM a fibra continua



Esempi di tecnologie disponibili per la stampa 3D dei semilavorati ENEA



Controllo della qualità di un velo in PA6+Canapa



Nastro in PE+rCF utilizzabile mediante tecnologia AFP



Filato in rCF

Ing. Flavio Caretto  
*Functional Materials and Technologies  
for Sustainable Applications*  
flavio.caretto@enea.it

**Thank you for kind attention !**