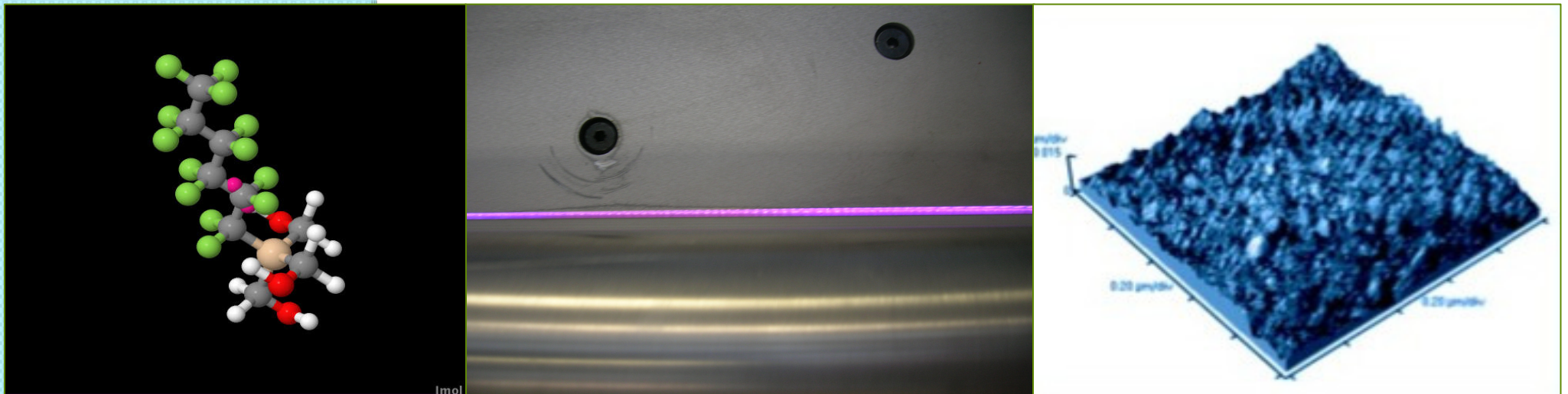


Chiara Pavan

## Funzionalizzazioni superficiali di materiali tessili per compositi



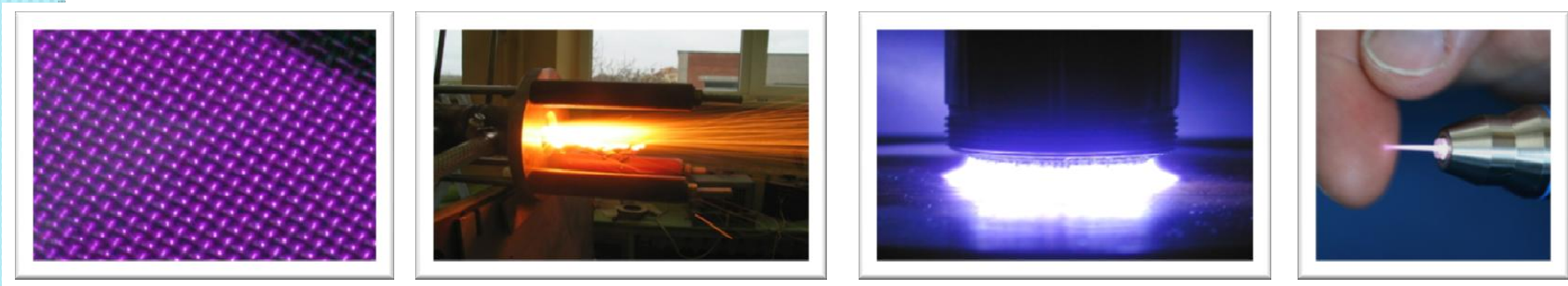
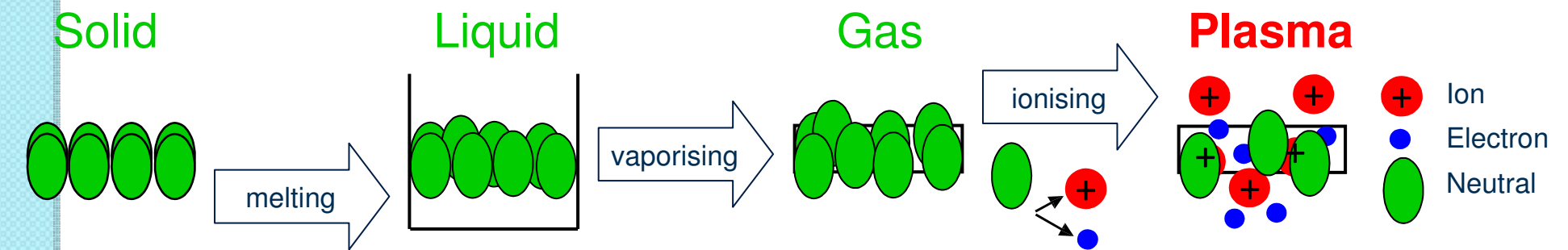
# GRINP - Company overview

**GRINP** è stata fondata nel 2001 a Torino.

La missione aziendale è la progettazione e realizzazione di **impianti plasma a pressione atmosferica per applicazioni industriali.**

**GRINP** ha dedicato i suoi primi 6 anni allo sviluppo di una **propria tecnologia plasma** a pressione atmosferica per la realizzazione di macchine industriali affidabili.

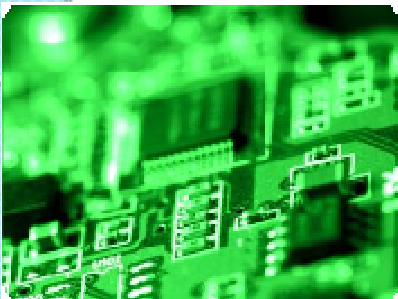
# Plasma il 4° stato della materia





# Campi di applicazione del plasma

electro  
technology



light sources



textile industry



new materials  
chemistry



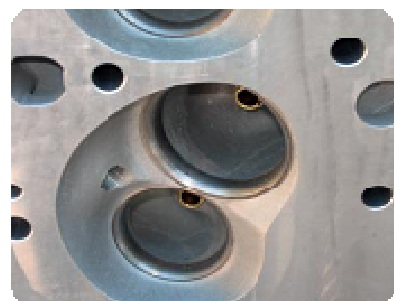
engine building



wood, paper,  
printing industry



Automotive  
industry



packaging  
industry



plastics industry



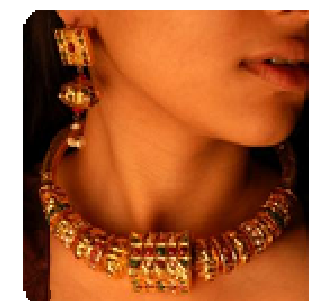
medical engineering  
biotechnology



environmental  
technology



jewellery



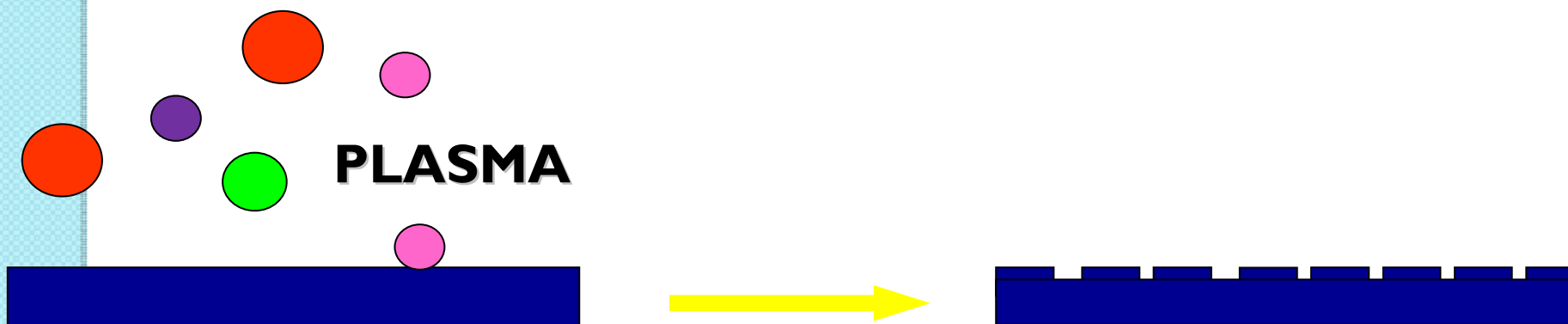


# Effetti del plasma sulla superficie

- Modifiche fisiche: Etching
- Modifiche chimiche: Gruppi Funzionali

# Effetti del plasma sulla superficie

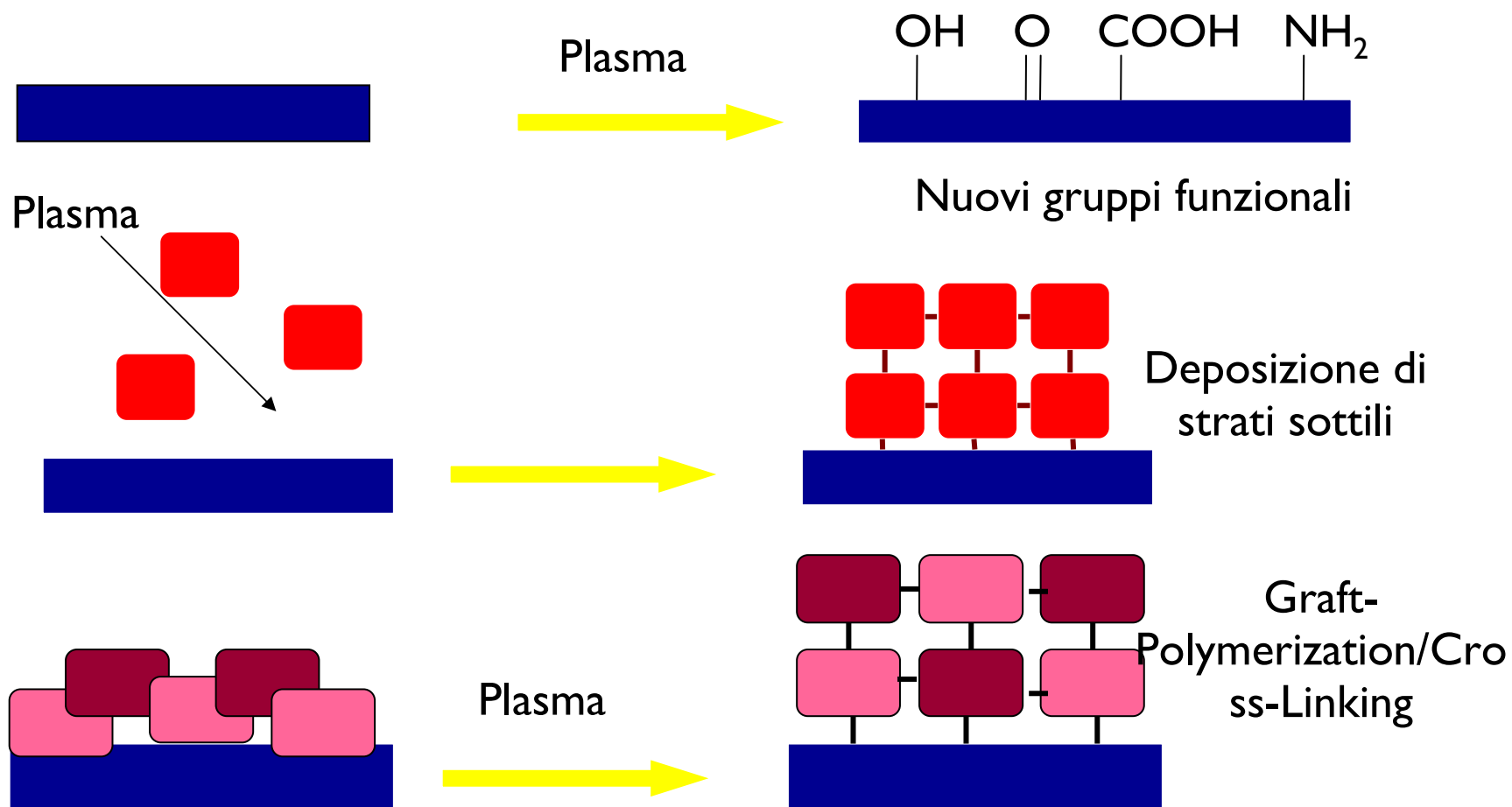
Etching



- Bagnabilità
- Adesione fisica
- Traspirabilità
- Anti infeltrimento

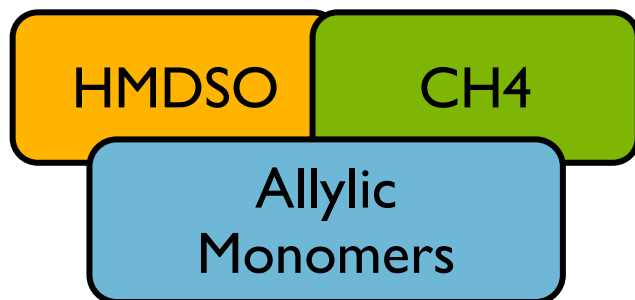
# Effetti del plasma sulla superficie

## Modifiche chimiche

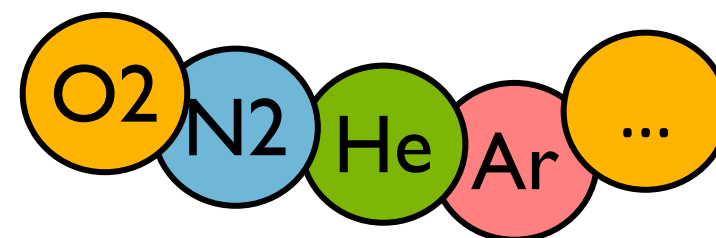




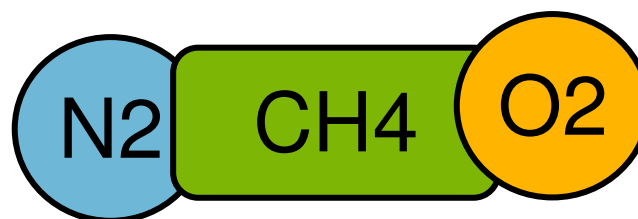
# Gas & Precursori



**Gas Organici**



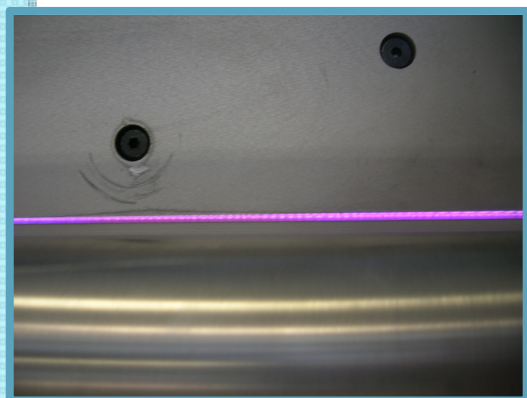
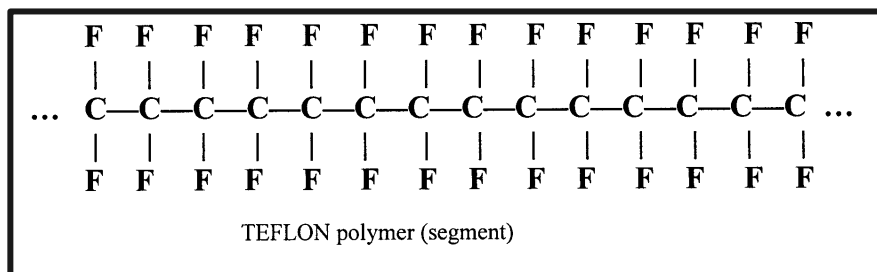
**Gas Inorganici**



**...o miscele!**

- Direttamente in fase plasma
- Spray/atomizzatore/vaporizzatore

# Plasma = Reattore chimico



- Miscela gas
- Monomero
- Temperatura
- Flusso gas
- Potenza
- Distanza catodi
- Layout macchina

Sistema plasma controllabile e modulabile

Idrofilia

Adesione

Self-Cleaning

Modulare la chimica → personalizzare la superficie → esigenze di mercato

# GRINP - Tecnologia

Realizzazione di impianti plasma prototipali per istituti di ricerca



Impianto da 60 cm installato presso **CleanNT Lab** (EnviPark) per substrati flessibili



Impianto da 50 cm installato presso **Swerea (Svezia)** per tessuti (automotive e arredamento)



**BTRA – Mumbai – India**  
Impianto da 60 cm per geotessili



## Realizzazione di impianti plasma per applicazioni industriali



Impianto da **2mt** installato presso  
Stamperia di Cassina Rizzardi, Italia,  
per la preparazione di tessuti



**Sefar AG – Svizzera**  
Impianto da **4 mt** per il trattamento di  
poliestere per applicazioni screen-printing



# GRINP - Tecnologia



Progetto regionale "PLAFI" (2011-2014)

# Applicazioni industriali

Impianti plasma personalizzati



Molteplici processi e applicazioni

- Tessile
- Compositi
- Film plastici
- Legno, cellulosa, ...
- Decontaminazione/purificazione (aria, acqua, superfici)



# Applicazioni industriali: tessili e compositi

Il plasma è stato riconosciuto tecnologia primaria per il trattamento di tessuti e fibre, perché può conferire **proprietà funzionali ai materiali**, lasciando intatte le caratteristiche specifiche, come la morbidezza, elasticità, traspirabilità, ...

Plasma rappresenta una **soluzione ecologica** per diversi processi di finitura, **riducendo consumo di acqua e di energia** (processo a secco) ed evitando l'uso di **prodotti chimici**.



Proprietà funzionali:

- Miglioramento bagnabilità delle fibre sintetiche
  - Adesione per processi di laminazione
  - Antinfeltrimento della lana

Idrorepellente e antimacchia per abbigliamento e tessuti per la casa

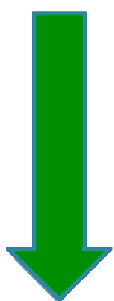
- Adesione di fibre per compositi.



# Tessili – Matrici di compositi



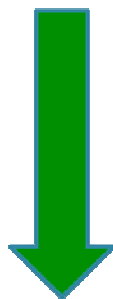
PP, PET, PA



TNT, fibre di rinforzo



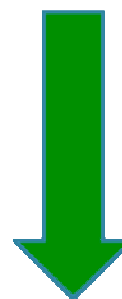
Glass&Carbon  
Fibers



Compositi  
prestazionali  
(Automotive,  
aerospace, strutturali);  
architettura



Fibre naturali (lino da  
scarti, ananas, noce di  
cocco, Banana, ...)

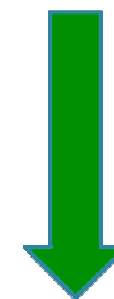


Biodegradabili, fibre  
di rinforzo,  
applicazioni  
acustiche, estetiche

2009 "Natural  
Fibers Year"



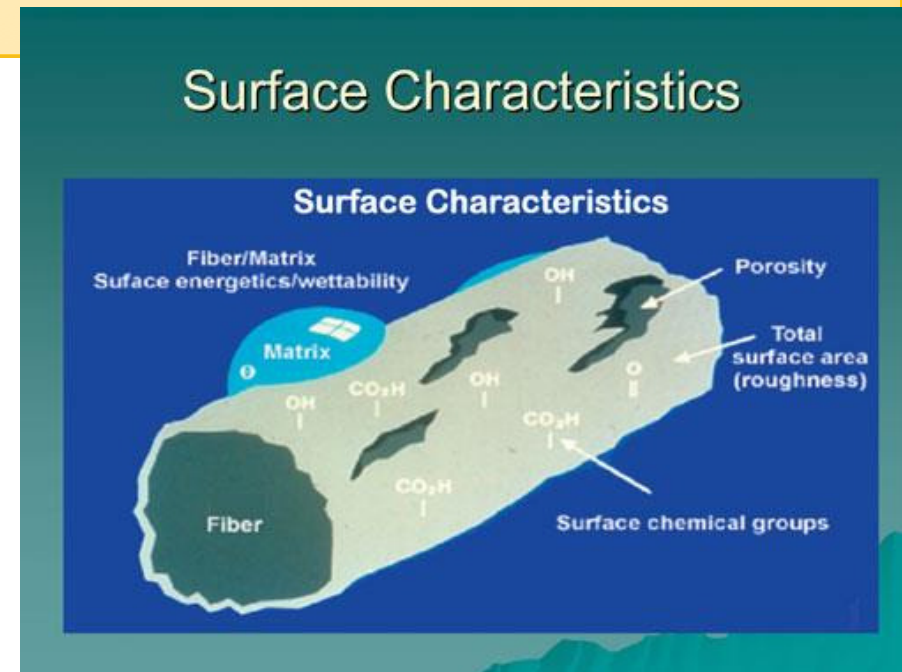
Lana



Edilizia

# Tessili nei compositi

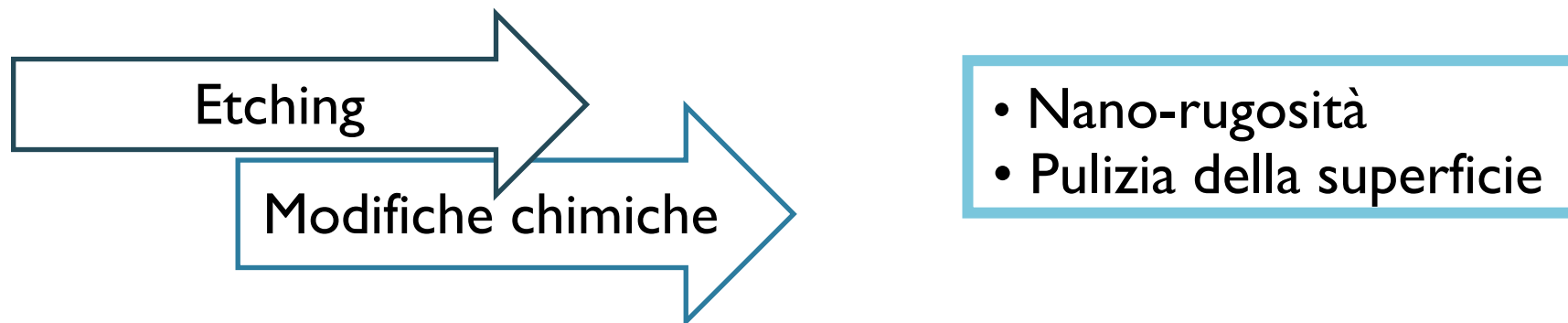
- Prestazioni finali di un materiale composito dipendono fortemente dalla qualità dell'**interfaccia fibra-matrice**.
- La superficie delle fibre (naturali o sintetiche) deve essere modificata per migliorarne la **bagnabilità e l'adesione** alla matrice senza influenzare le loro proprietà meccaniche di massa.
- Gruppi funzionali (OH, COOH, CO, ...) possono essere creati sulla superficie della fibra per **reagire con la matrice polimerica** e migliorare l'adesione al polimero circostante.





# Fibra di vetro per rinforzo cemento

## Effetti del plasma



## Adesione

fibra di vetro ad alta resistenza incorporata in una matrice di cemento → interfaccia fibra / matrice migliora le prestazioni

**+ 40% Resistenza  
in cemento dopo 28 giorni  
(condizioni alcaline)**

# Fibra di vetro per compositi

## Effetti del plasma

Etching

Deposizione film sottile

- Nano-rugosità
- Ricoprimento della fibra

Table 3. The confrontation of tensile test results of sets of plasma modified versus unsized glass fibers.

Glass fibers' surface treatment	h [mm]	F [N]	F/h [N/mm]	$\sigma$ [MPa]
plasma modified series 1	5.20	306	59	20.8
plasma modified series 2	5.45	391	72	25.4
plasma modified series 3	5.04	369	73	25.9
plasma modified series 4	5.09	255	50	17.7
plasma modified series 5	5.30	392	74	26.2
unsized (clean)	5.11	269	53	18.6

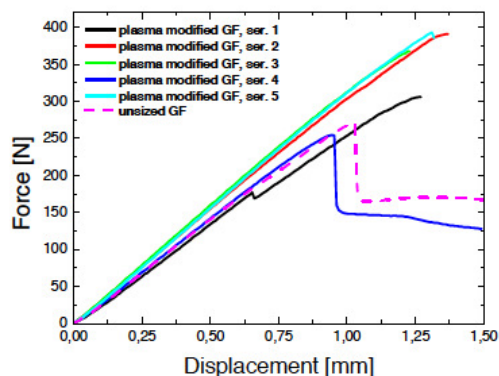


Fig. 2. Applied force versus displacement corresponding to composite specimens with plasma modified GF compared with those of unsized GF.

Compositi realizzati con fibre di vetro rivestite via plasma hanno mostrato un aumento di adesione e resistenza del 40% rispetto ai rinforzi non trattati.

L. Hoferek, P. Janecek, V. Cech - Institute of Materials Chemistry, Brno University of Technology, Purkynova 118, CZ-612 00 Brno, Czech Republic

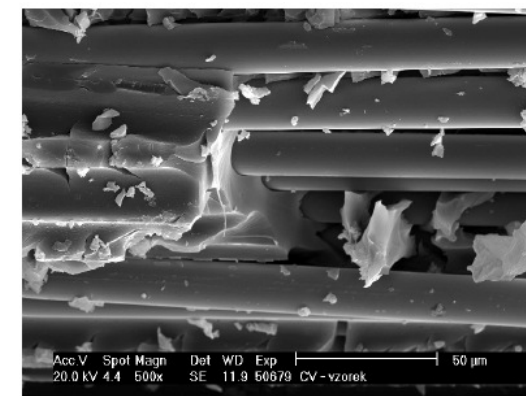


Fig. 3 Micrograph of unsized glass fibers embedded in polyester resin after tensile test.

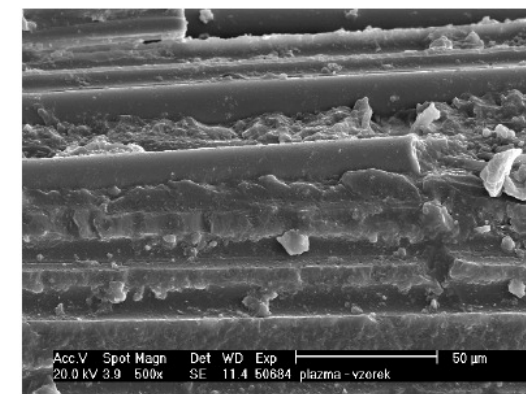


Fig. 4 Micrograph of plasma modified glass fibers embedded in polyester resin after tensile test.

# Fibra di carbonio

Rinforzo in materiali compositi:

- Industria automobilistica
- Applicazioni di ingegneria strutturale





# Fibra di carbonio

- Aumento dei gruppi funzionali e area di contatto
- Deposizione coating: aumento adesione del tessuto alla resina epossidica.

TABLE II. Effect of two-step surface treatment on the tensile strength of hollow integrated composites in different directions.

Tensile strength	Untreated	Two-step treated	Tensile strength retention (%)
Warp	410.44	469.40	114.37
Weft	906.88	1002.44	110.54

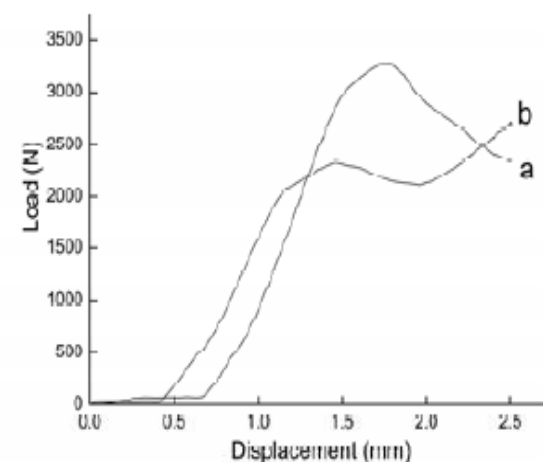


FIGURE 8. Load-displacement curves of flatwise compression test (a) two-step treated (b) untreated.

## Adesione

Plasma

Impregnazione e prestazioni di resine epossidiche per la produzione di prepreg:  
**+ 20%**



# Fibre naturali per compositi

Sviluppo di polimeri rinforzati con fibre naturali come sostituti **sostenibili** (riciclo) dei materiali sintetici: lino, bambù, sisal, canapa, ramia, juta e fibre legno.

Ford studying using coconut husks as a composite reinforcement

*October 6, 2011*

**Plastics News** 25<sup>th</sup>  
ANNIVERSARY

Canapa bio-fibra e resina termoidurente: parte composito utilizzato per l'applicazione in interni auto.



Compositi con matrice lino per parti dei rivestimenti interni con inserti in plastica per il fissaggio.

# Fibre di lino e di canapa

- pulizia della superficie (etching)
- modifica chimica della superficie
- copolimerizzazione/deposizione per arrestare il processo di assorbimento di umidità

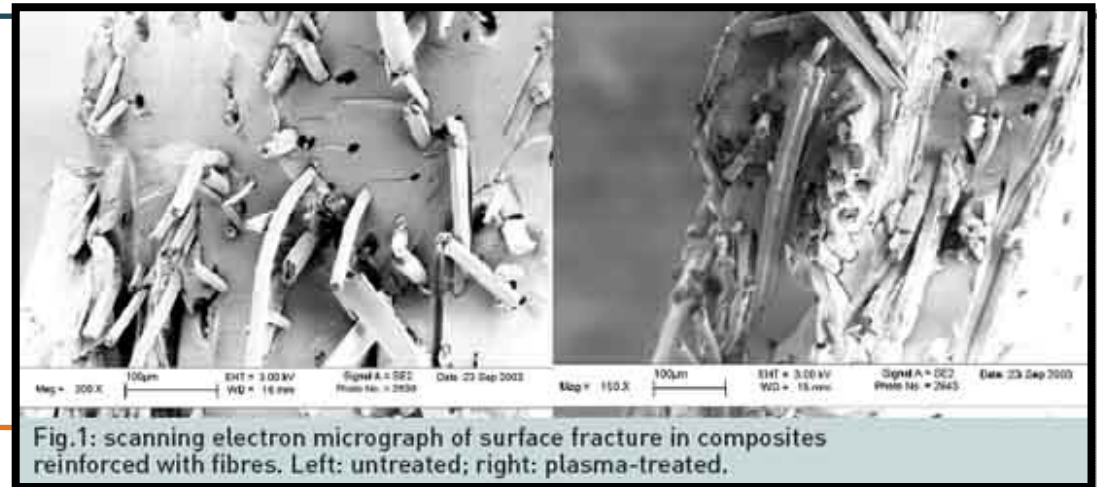


Fig.1: scanning electron micrograph of surface fracture in composites reinforced with fibres. Left: untreated; right: plasma-treated.

## Resistenza alla flessione:

- +20-24% per canapa-acido polilattico (PLA)
- +23% per lino-polipropilene (PP)
- +20% per canapa-poliestere insaturo.

Un aumento del 20% della resistenza a flessione consentirebbe una diminuzione del 10% di diluente (= costo del materiale 10% in meno), avente le stesse prestazioni di resistenza sotto carico → **risparmio economico** sul prodotto finale.

# Il Tessile, i compositi e il futuro

Fibre ad **alte prestazioni** e tessili materiali per **applicazioni altamente tecniche**

Nuove **tecnologie di fabbricazione** (Tessitura 3D, strutture ibride, ...)

**Nuovi Mercati**

**Tecnologie di processo** eco-innovative (es. plasma, UV, CO<sub>2</sub>, ...)

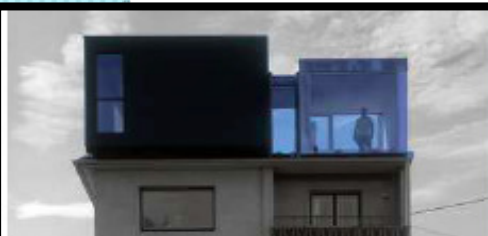
**Sostenibilità**  
Riciclo/sostituzione di fibre





# Edilizia: applicazioni strutturali

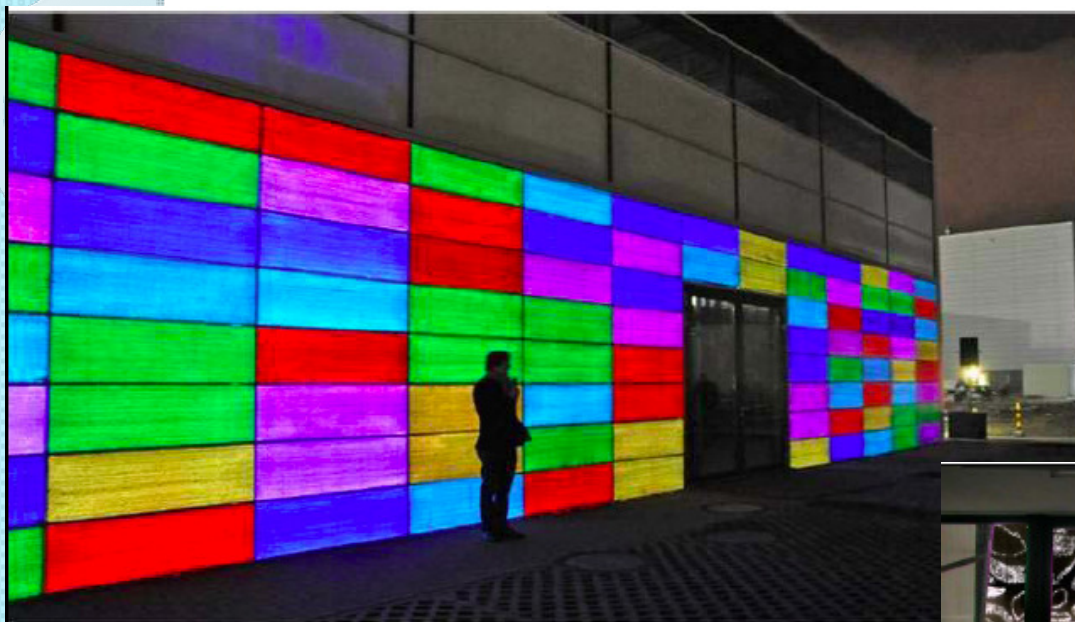
Research Project Lucerne University with industry partners 2011, funded by CTI  
Textile Pavillon, semipermanent structural application



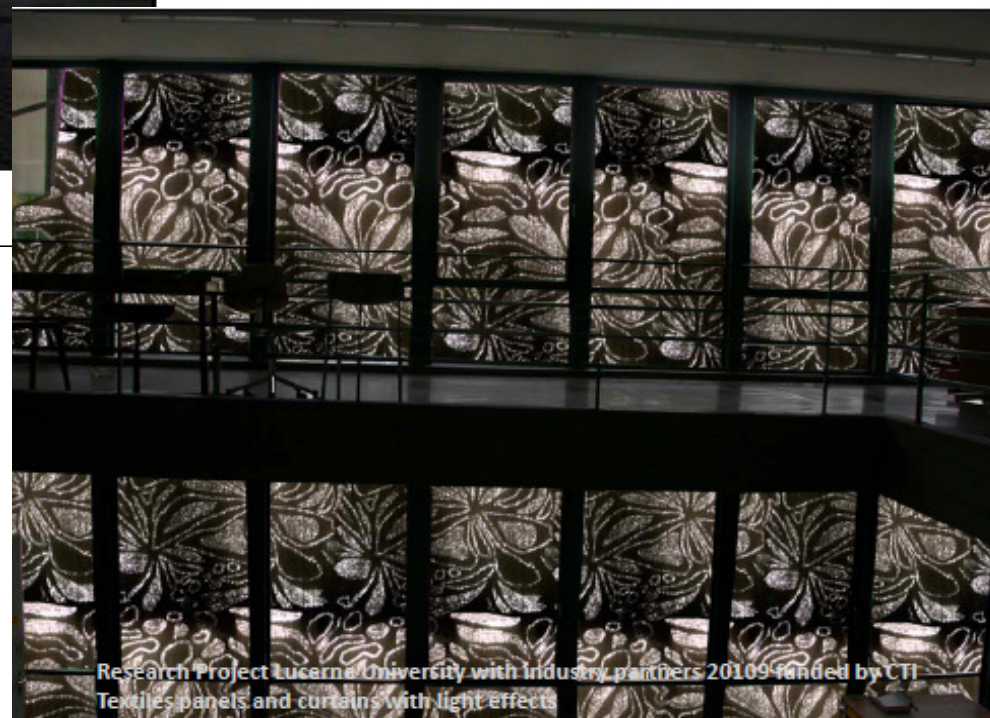
**Vision: Vertical  
Building extensions  
Development of  
lightweight materials  
for the realization of  
vertical building  
extensions.  
ITA, RWTH Aachen**



# Edilizia: applicazioni non strutturali/estetiche



Research Project ITA RWTH Aachen with Spin-Off LUCEM GmbH  
CFM, light-concrete facade , permanent structural reinforcement



Research Project Lucerne University with industry partners 2010/9 funded by CTI  
Textiles panels and curtains with light effects





**CONTACT US:**

**Via Quadrone 18/a  
10149 Torino  
Italy**

**Tel: +39 011 295252**

**e-mail:  
[grinp@grinp.com](mailto:grinp@grinp.com)**

**Website:  
[www.grinp.com](http://www.grinp.com)**



**GRINP**

lights your plasma