



# INNOVHUB

## STAZIONI SPERIMENTALI PER L'INDUSTRIA

Divisione Stazione Sperimentale per la Seta

**L'uso delle nanotecnologie nel settore tessile**

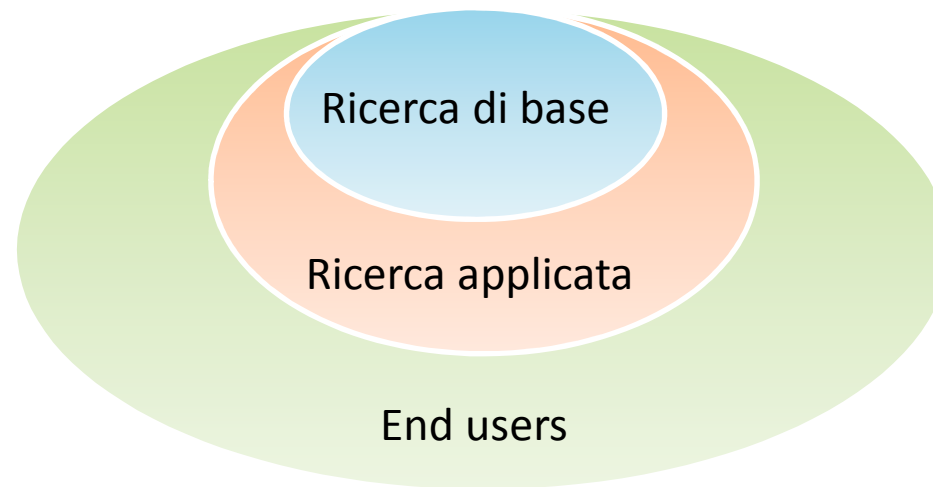
Giuliano Freddi

*Milano, 14 novembre 2011*

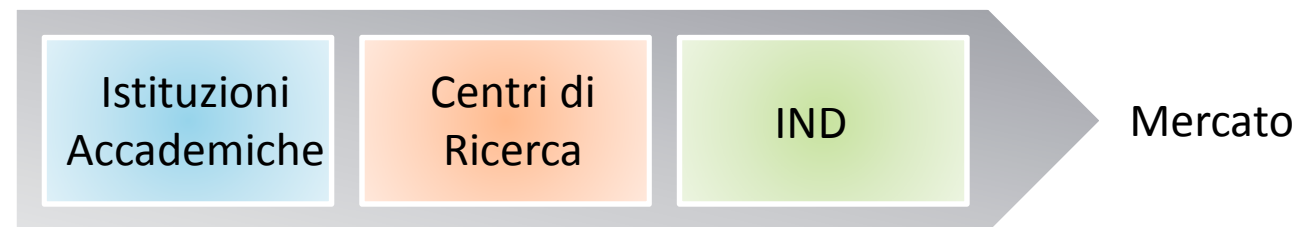
## SSSeta: la Divisione Tessile di Innovhub

**Finalità:** Svolgere attività di ricerca industriale e sviluppo sperimentale ...

**Collocazione nel sistema R&S:**



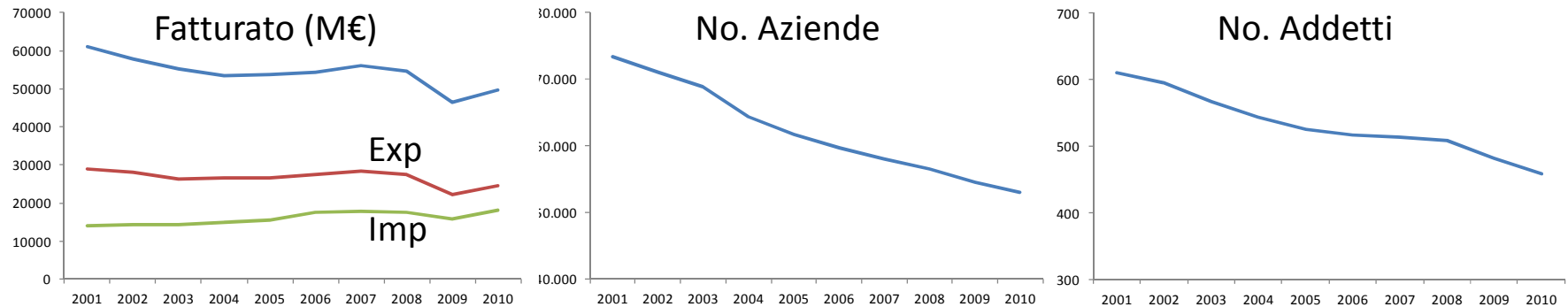
**Operatività nei progetti R&S:**





## Il settore T&A in Italia (2001-2010)

### Il settore: T&A



(Fonte: SMI)

### Fattori di forza:

KNOW-HOW  
TECNOLOGICO

CREATIVITA'  
DESIGN

RICERCA  
INCREMENTALE

### Nuove priorità:

#### SOSTENIBILITA'

- ✓ Soluzioni a impatto zero
- ✓ Ambiente (inquinamento, clima)
- ✓ Società (sicurezza, etica)
- ✓ Economia (qualità, costo)

#### INNOVAZIONE

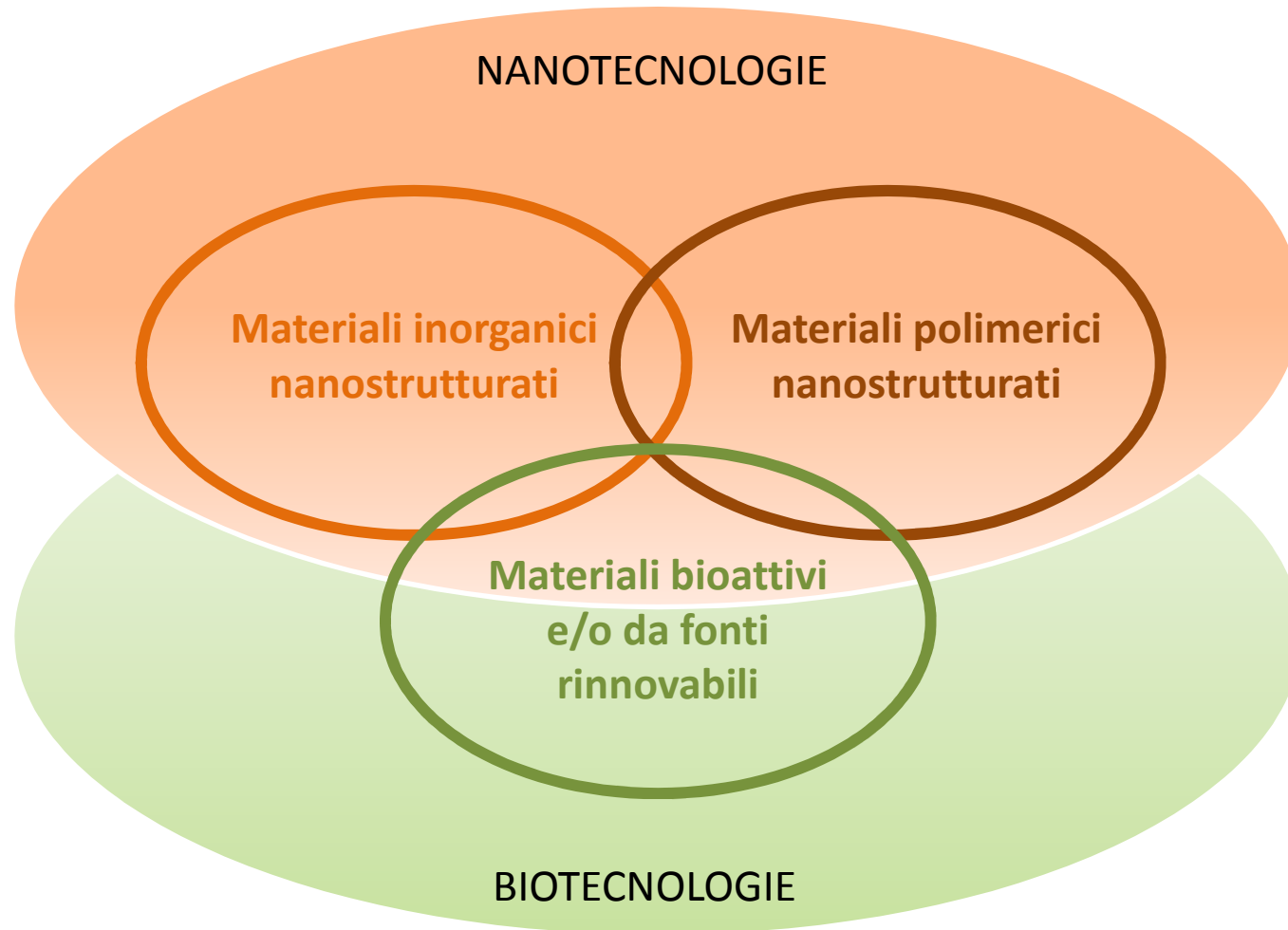
- ✓ Nuove materie prime
- ✓ Nuove tecnologie di produzione/trasformazione
- ✓ Nuovi prodotti (knowledge-based, performance)
- ✓ Nuove applicazioni

#### INNOVAZIONE RADICALE

- Nanotecnologie
- Biotecnologie
- ICT
- .....



## La ricerca tessile in SSSeta



# 1 - Materiali Inorganici Nanostrutturati

## Nanomateriali ad attività fotocatalitica (ANalysis NETwork for Textile - Annette)

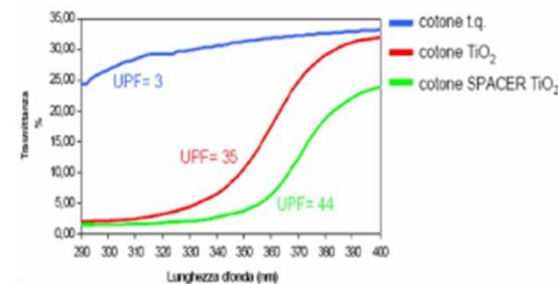
Titania ( $\text{TiO}_2$ ; forma anatase)

- $\text{TiO}_2$  sotto illuminazione UV o near-UV (luce solare) passa ad uno stato eccitato formando coppie  $e^-/h^+$  con pronunciate proprietà redox. Reagendo con  $\text{O}_2$  e  $\text{H}_2\text{O}$  adsorbite sulla superficie generano specie molto reattive contenenti ossigeno

$\text{TiO}_2$ : applicazioni tessili

- Azione autopulente (self cleaning)
- Azione antinquinamento (degradazione aldeidi)
- Protezione UV

	$\Delta L^*$	$\Delta a^*$	$\Delta b^*$	$\Delta E_{TBS}$
<b>T.2</b>				
fronte	-5.34	1.29	13.67	14.73
retro	-4.87	1.18	12.10	13.17
<b>A.12</b>				
fronte	-1.45	0.06	1.00	2.39
retro	-1.31	0.10	2.26	2.61



# 1 - Materiali Inorganici Nanostrutturati

## Nanocristalli di interesse tecnologico e biomedicale (Nanocrystals)

Sintetizzati con tecnologia sol-gel (ossidi nanocristallini,  $\text{TiO}_2$ )

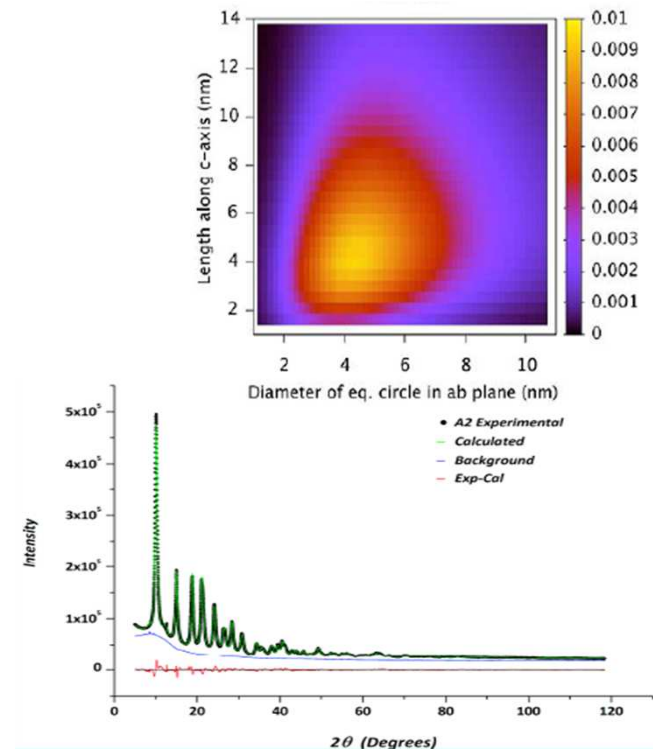
- Dimensioni: < 10 nm
- Proprietà: effetti di superficie; effetti di massa

Sintesi e attività fotocatalitica

- *Size and Shape Dependence of the Photocatalytic Activity of  $\text{TiO}_2$  Nanocrystals: A Total Scattering Debye Function Study.*  
Cernuto et al. *J Am Chem Soc* 133(2011) 3114

Applicazioni

- Tessili: self cleaning
- Biomedicali: drug delivery



# 1 - Materiali Inorganici Nanostrutturati

## Nanoparticelle metalliche per elettroesplosione da fili sottili (Electro-explosion)

### Elettroesplosione

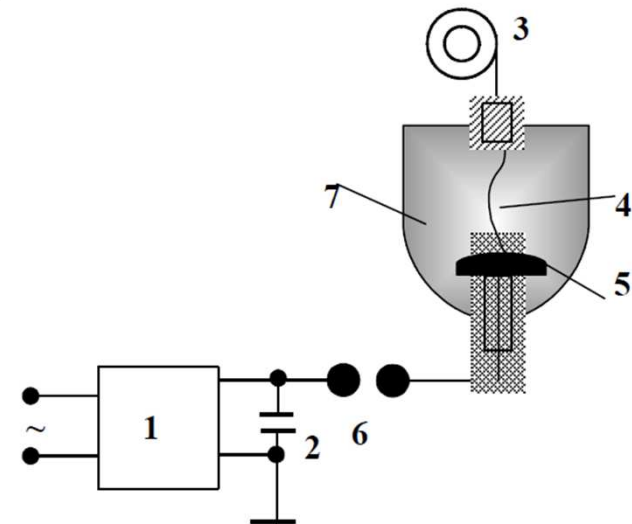
- trasferisce energia a un solido (filo) in tempi molto brevi provocando la rottura dei legami inter-atomi
- gli atomi si ricondensano in aggregati di varie dimensioni (fattori: natura del gas, pressione, intensità e durata delle correnti impulsive)

### Sintesi di nanoparticelle di Ag (lab scale)

- Dimensioni: 60-200 nm

### Applicazione

- Veicolare le nanoparticelle su substrati tessili o essere include direttamente in fase di estrusione
- Attività biocida



# 1 - Materiali Inorganici Nanostrutturati

## Nanoparticelle di ossido di zinco (ZnO)

### Nanoparticelle di ZnO

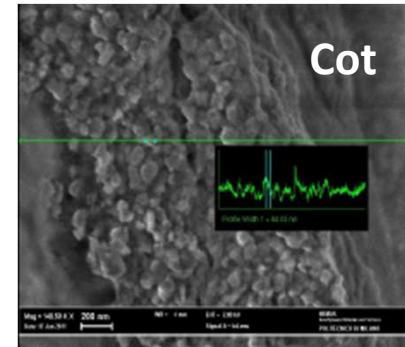
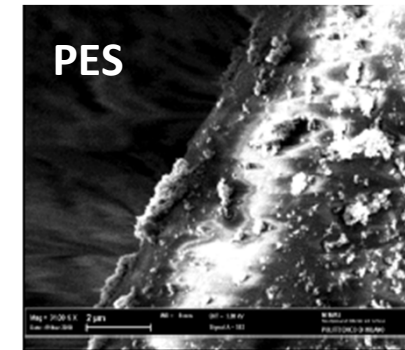
- Non tossiche
- Chimicamente stabili
- Non alterano colore e mano dei tessuti

### Scopo

- Studiare il processo di nucleazione e accrescimento direttamente sul substrato tessile
- Conferire proprietà antimicrobiche e antinfiamma

### Applicazione

- Attività biocida
- Resistenza la fuoco



Campione	Staphylococcus aureus ATCC 6538		
	UFC/ml Tg	UFC/m dopo 24 ore	riduzione %
Cotone Standard	$1.1 \times 10^6$	$6.8 \times 10^8$	
Cotone Controllo	$1.1 \times 10^6$	$8.8 \times 10^8$ $8.0 \times 10^8$	0 0
Cotone- Nano ZnO	$1.1 \times 10^6$	0 0	100 100

AATCC 100-1998





## 2 - Materiali Polimerici Nanostrutturati

### Industrial Electrospinning (INDES)

#### Caratteristiche delle nanofibre polimeriche

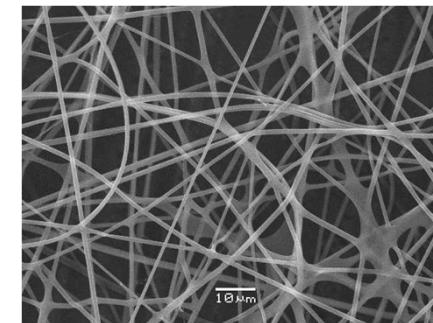
- Diametro medio  $> 1 \mu\text{m}$
- Elevato rapporto Area/Volume
- Polimeri naturali (seta) e sintetici (PA, PET, PU, ...)
- Additivazione dello spinning dope con principi attivi

#### Scopo

- Sviluppare la tecnologia (aumento della produttività)
- Produrre le nanofibre direttamente sul substrato tessile microfibrato
- Trasferire la tecnologia in ambito industriale

#### Applicazione

- Nuovo approccio alla funzionalizzazione superficiale di materiali tessili (antimicrobico, antivegetativo, ecc.)



## 2 - Materiali Polimerici Nanostrutturati

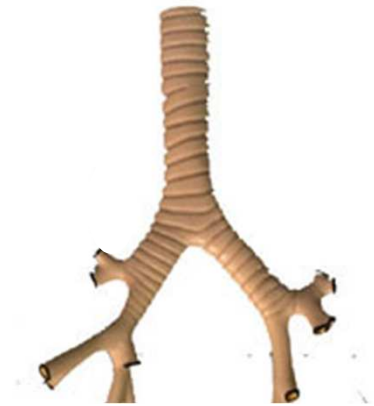
### Nanostructured biomimetic trachea substitute (WindPipe)

#### Scopo

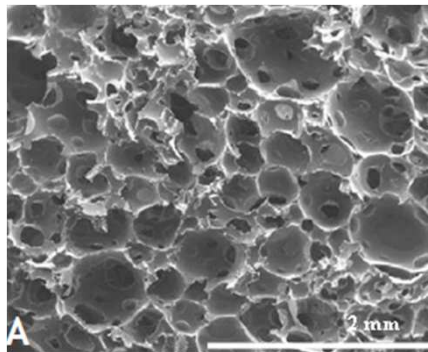
- Sviluppare un dispositivo biomedico per la sostituzione della trachea (scaffold per tissue engineering)

#### Attività

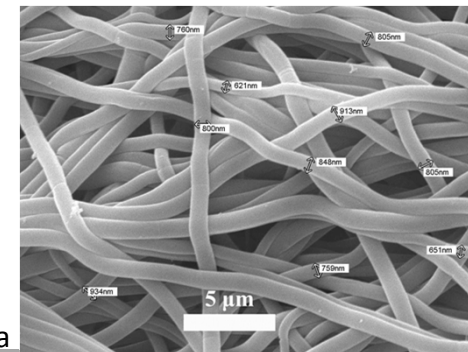
- Combinare diversi biomateriali (fibroina della seta e PU)
- Sviluppare il dispositivo 3D con tecniche combinate di elettrospinning e moulding
- Validare il dispositivo dal punto di vista biologico e funzionale



Schiuma  
poliuretanic



Nanofibre di  
fibroina della seta

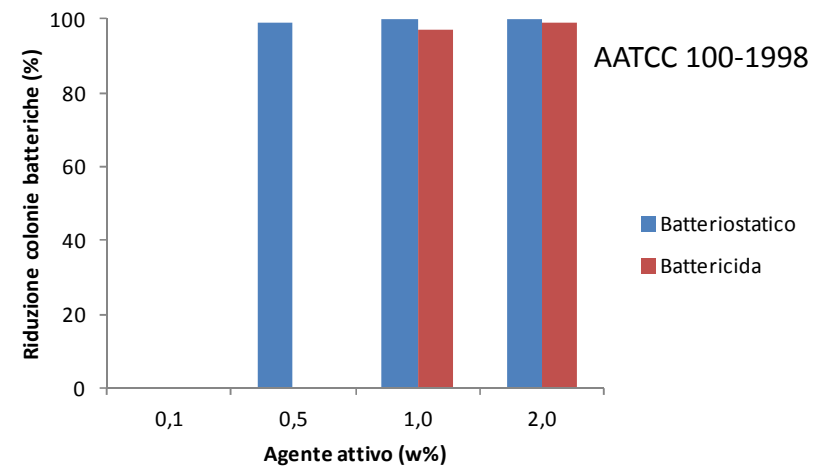
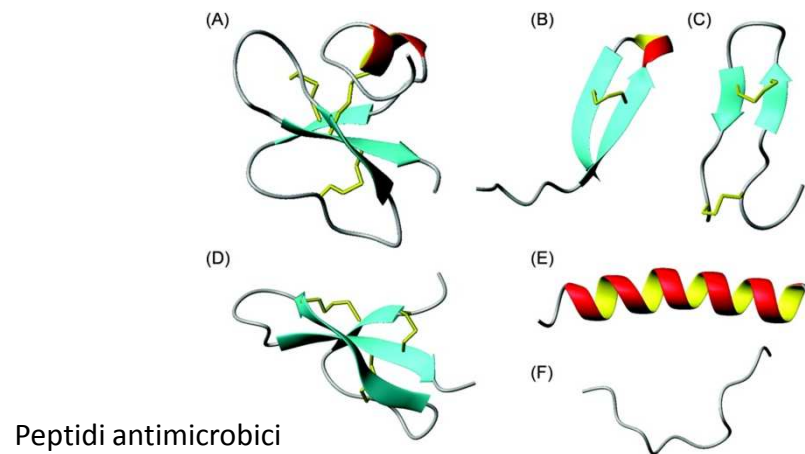


## 3 - Materiali Bio/Nano-Ibridi

### Targeting material's antimicrobial activity by newly engineered peptides (Antimic)

#### Scopo

- Sviluppare peptidi antimicrobici (AMP) biomimetici
- Integrare gli AMP in substrati fibrosi micro e nanostrutturati
- Implementare nuove strategie di funzionalizzazione antimicrobica





## 3 - Materiali Bio/Nano-Ibridi

### Innovazione e sostenibilità nella nobilitazione tessile (GreenMade)

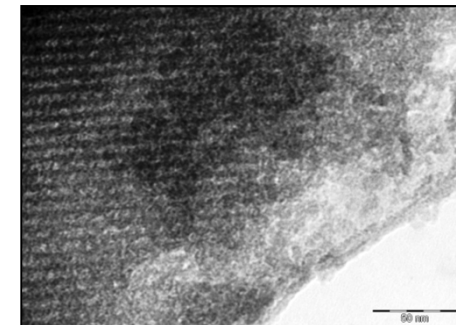
#### Scopo

- Sviluppare processi biocatalitici (enzimatici)
- Sviluppare tessili bioattivi (protettivi, self cleaning, filtranti, tracciabilità)
- Sperimentare solventi innovativi (green solvents – ILs)



#### Tessile bioattivo

- Componente biologica: enzima o altra molecola bioattiva/bioderivata
- Componente nanostrutturata:
  - Sol gel
  - Particelle silicee mesoporose (MTS, mesoporous templated silicas)
- Interazione tra nano e bio:
  - Fisica
  - Covalente

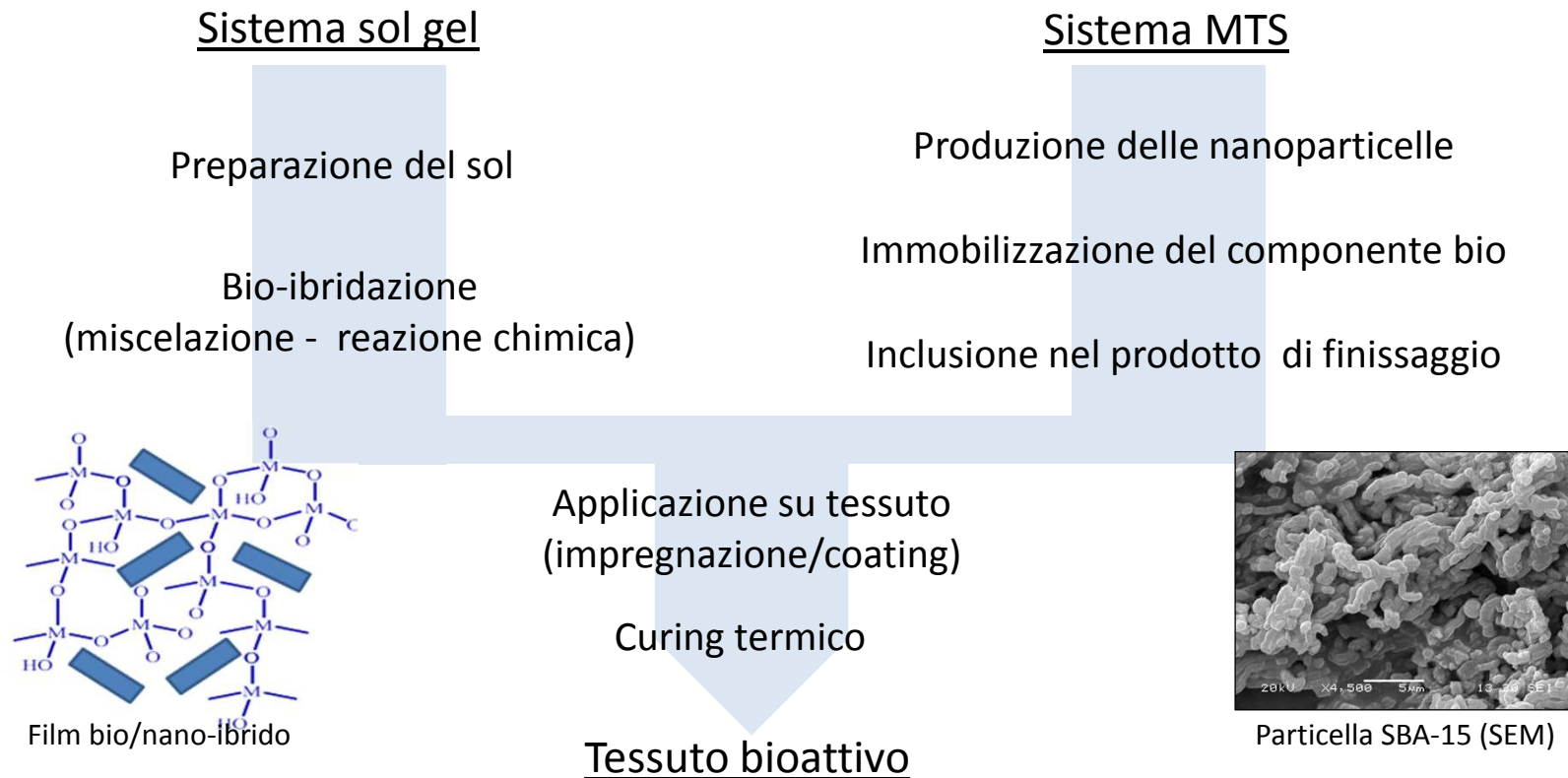


Particella SBA-15 (TEM)

## 3 - Materiali Bio/Nano-Ibridi



### Tessili bioattivi (GreenMade)





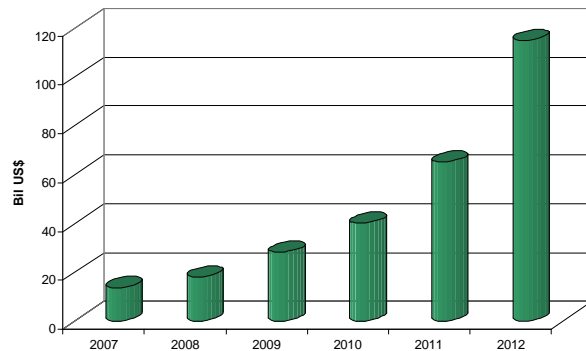
## CONCLUSIONI

Le nanotecnologie, insieme alle biotecnologie e ad altre tecnologie intersettoriali, possono contribuire allo sviluppo del settore tessile con soluzioni originali, innovative, sostenibili

Le nanoscienze possono creare una nuova catena del valore nel settore tessile

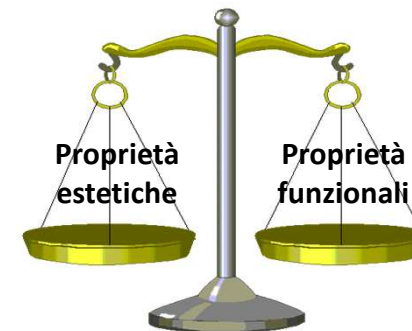
È necessario rafforzare la collaborazione tra le tre componenti fondamentali del sistema (Istituzioni Accademiche, Centri Tecnologici, Industria) in un contesto culturale ed economico che favorisca la nascita di iniziative di ricerca

Previsione: Mercato del tessile con contenuti nanotecnologici



Source: Scientifica, (2006)

Consumatori



**GRAZIE PER L'ATTENZIONE**



# INNOVHUB

## STAZIONI SPERIMENTALI PER L'INDUSTRIA

Divisione Stazione Sperimentale per la Seta

**L'uso delle nanotecnologie nel settore tessile**

Giuliano Freddi

*Milano, 14 novembre 2011*