

LATI Industria Termoplastici S.p.A.  
Via F. Baracca, 7  
I - 21040 VEDANO OLONA (VA)  
Tel.: +39 - 0332 409111  
Fax.: +39 - 0332 409307

HIGH  
PERFORMANCE  
THERMOPLASTICS



*Seminario 16/V/2013*



# Compound termoplastici e CNT: l'esperienza LATI

**Luca Posca**

*Technical Service Coordinator  
Special compounds development*

## LATI: Compound termoplastici speciali



### LATILUB

Anti attrito e usura



### STRUTTURALI

Robustezza e resistenza



### LATIOHM

Conduttività elettrica

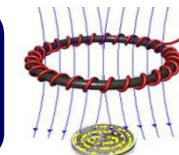


### LATICONTHER

Conduttività termica

### LATI MDT

Ferro/paramagnetici



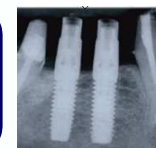
### LATIGEA

Green e sostenibile



### HT

Alte temperature



### LATIMASS

Densità controllata



Lo sviluppo dei materiali e delle applicazioni è concentrato nell'ambito degli impieghi **strutturali**, della **conduttività termica ed elettrica**, dell'utilizzo ad elevate **temperature**.

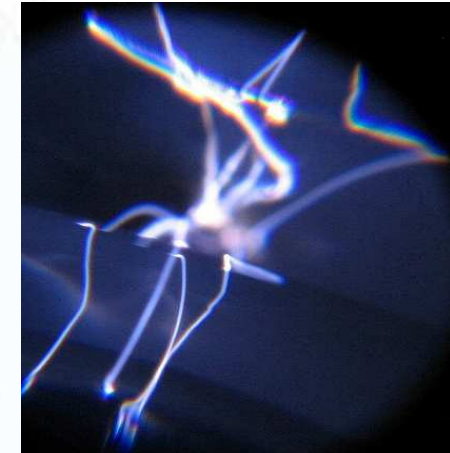
## Compound elettricamente conduttivi

Il mercato richiede manufatti plastici capaci di **trasportare cariche elettriche** in modo efficace.

La **resistività** richiesta varia:

- **$10^8$ - $10^9$   $\Omega\text{cm}$**  : materiali **antistatici**, richiesti per allontanare cariche elettrostatiche come imposto in ambito **AT.EX** (normativa relativa alla sicurezza in presenza di atmosfere esplosive);

- **$10^1$ - $10^4$   $\Omega\text{cm}$**  : materiali **semiconduttivi**, adottati dove invece serve una migliore conduttività elettrica o per schermature EMI.



## Soluzioni tradizionali

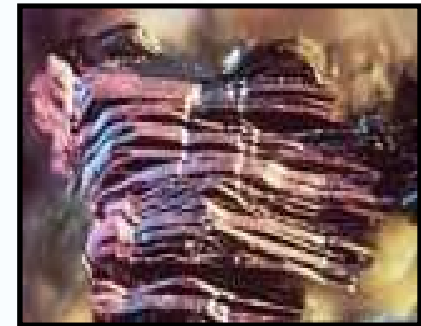
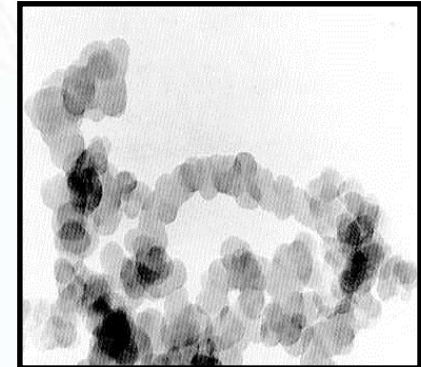
### • CARBON BLACK e GRAFITE

#### Vantaggi

- ✓ Il loro costo è generalmente contenuto;
- ✓ Forniscono ottimi valori di conduttività.

#### Svantaggi

- ❖ Efficaci in elevate quantità (fino al 30% in peso);
- ❖ infragiliscono la matrice riducendo la resistenza all'impatto e alle sollecitazioni impulsive;
- ❖ Tendono a sporcare molto;
- ❖ Alzano considerevolmente la viscosità del fuso;
- ❖ Possono creare problemi di estetica sui manufatti.



## Soluzioni tradizionali

### • FIBRE DI CARBONIO

#### Vantaggi

- ✓ Molto efficienti anche in contenuto ridotto (5%);
- ✓ Forniscono ottimi valori di conduttività.
- ✓ Notevole incremento di prestazioni meccaniche.

#### Svantaggi

- ❖ Alterano le caratteristiche meccaniche della matrice;
- ❖ Inducono ritiri differenziati e deformazioni dei manufatti;
- ❖ Costo molto elevato;
- ❖ Estetica non sempre accettabile;
- ❖ Producono particolato abrasivo e conduttivo che può disturbare apparecchiature elettroniche limitrofe.



## Soluzioni tradizionali

### • FIBRE DI ACCIAIO INOX.

#### Vantaggi

- ✓ Molto efficienti anche in contenuto ridotto (5%);
- ✓ Forniscono i migliori valori di conduttività.
- ✓ Ridotto impatto sulle caratteristiche meccaniche della matrice.

#### Svantaggi

- ❖ Costo molto elevato;
- ❖ Richiedono accorgimenti particolari per lo stampaggio a iniezione;
- ❖ Valori di conduttività non uniformi ("hot spot").
- ❖ Producono particolato elettricamente conduttivo che può disturbare apparecchiature elettroniche limitrofe.



## Nanotubi di carbonio: PERCHE'?

### CONDUTTIVITA' ELETTRICA

- Confrontati ad additivi tradizionali come carbon black e fibre di carbonio, i **CNT** abbassano notevolmente la resistività della matrice plastica anche in **quantità minime**:

MATERIALE	NORMA	UNITA'	CNT non efficaci			CNT efficaci			
			PA6	PP	PA12	PBT	POM	PC	PPS
medesimo contenuto di CNT (c.ca 2%)									
RESIST. SUP.	ASTM D 257	ohm	$>10^9$	$>10^9$	$>10^9$	$10^3-10^4$	$10^2-10^3$	$10^4-10^5$	$10^2-10^3$

- A parità di condizioni di trasformazione, l'efficacia dei CNT si esprime in modo **diverso** fra le varie matrici termoplastiche.
- Generalmente è più semplice ottenere buoni risultati con resine **semicristalline** ma anche amorfi come **PC e PSU** funzionano bene.

## Nanotubi di carbonio: PERCHE'?

### CONDUTTIVITA' ELETTRICA

- Si osserva che anche la **viscosità della resina di base** influenza pesantemente l'efficienza elettrica dei CNT:

DESCRIZIONE MATERIALE	NORMA	UNITA'	PC + CNT	
			più fluido	più viscoso
MFI resina base		g/10'	18	10
RESISTIVITA' di SUPERFICIE	ASTM D 257	ohm	10 <sup>9</sup>	10 <sup>4</sup>

Prove eseguite su PC, PSU e POM sembra indicare che resine più viscosi probabilmente favoriscono una **dispersione migliore** dei CNT promuovendo l'apertura degli aggregati.



## Nanotubi di carbonio: PERCHE'?

### CONDUTTIVITA' ELETTRICA

- Le **condizioni di trasformazione** (set-up della pressa a iniezione) influenzano le prestazioni elettriche del manufatto:

DESCRIZIONE MATERIALE	NORMA	UNITA'	Condizioni di stampaggio	PC+CNT
RESISTIVITA' di VOLUME	ASTM D 257	ohm*cm	std	$10^9$
			favorevoli	$10^7$
ohm		std	$10^9$	
		favorevoli	$10^5$	
RESISTIVITA' di SUPERFICIE				

Ridotte velocità di iniezione, bassa temperatura dello stampo e tempi ciclo più lunghi si traducono in conduttività più accentuate, probabilmente grazie all'accresciuta probabilità di formare tracce conduttive nella matrice (migliore nucleazione ed espulsione dei CNT dagli sferuliti, superficie esterna più irregolare ecc.).

## Nanotubi di carbonio: PERCHE'?

### CARATTERISTICHE MECCANICHE

- I CNT **influenzano poco** le proprietà meccaniche della matrice, se confrontati con additivi come il carbon black o la grafite.
- Per questo motivo ben si prestano alla realizzazione di manufatti elettricamente conduttivi ma **resilienti e tenaci**.



*Pettine professionale, antistatico, pulito e flessibile.*

## Nanotubi di carbonio: PERCHE'?

Proprietà Meccaniche	Norma	Unità SI	
		LATILON 28D	LATIOHM 87/28-07 CNT
Resistenza all'urto IZOD (provino 63,5x12,7x3,2 mm)			
con intaglio a 23°C	ASTM D256-A	800 J/m	90 J/m
Resistenza all'urto CHARPY (provino 80x10x4 mm)			
senza intaglio a 23°C	ISO 179-1eU	NR kJ/m <sup>2</sup>	75 kJ/m <sup>2</sup>
con intaglio a 23°C	ISO 179-1eA	10 kJ/m <sup>2</sup>	8 kJ/m <sup>2</sup>
Allungamento in trazione (velocità 5 mm/min)			
a snervamento	ISO 527 (1)	6 %	5 %
a rottura, 23°C	ISO 527 (1)	NR %	25 %
a rottura, 60°C	ISO 527 (1)	NR %	---
a rottura, 90°C	ISO 527 (1)	NR %	---
a rottura, 120°C	ISO 527 (1)	NR %	---
Carico in trazione (velocità 5 mm/min)			
a snervamento	ISO 527 (1)	60 MPa	60 MPa
a rottura, 23°C	ISO 527 (1)	NR MPa	50 MPa
a rottura, 60°C	ISO 527 (1)	NR MPa	---
a rottura, 90°C	ISO 527 (1)	NR MPa	---
a rottura, 120°C	ISO 527 (1)	NR MPa	---
Modulo di elasticità			
a trazione (velocità 1 mm/min), 23°C	ISO 527 (1)	2400 MPa	2500 MPa

## Nanotubi di carbonio: PERCHE'?

Il tema di sviluppo più interessante per **LATI** :

- **sostituire le fibre di carbonio** in compound strutturali ma anche elettricamente conduttivi.

L'idea è rimpiazzare le fibre di carbonio **con fibre di vetro e CNT.**

	LATIOHM 66-05 PD01 G/20	LATIOHM 66-05 PD01 G/30 CNT
	<i>PA66, 20% fibra vetro, &gt;5% fibra carbonio</i>	<i>PA66, 30% fibra vetro, CNT</i>
densità	1,33 g/cc	1,37 g/cc
modulo elastico	11000 MPa	10000 Mpa
carico a rottura	170 Mpa	165 Mpa
allungamento a rottura	2,90%	3,10%
resistività elettrica	1E6 ohm	1E6 ohm

Prestazioni molto simili, costo paragonabile, caratteristiche elettriche migliori (più costanti ed uniformi), prodotto meno fragile.

## Nanotubi di carbonio: PERCHE'?

### ALTRI VANTAGGI:

- All'interno della matrice, i CNT si comportano come una carica sostanzialmente isotropa favorendo la **stabilità dimensionale** dei manufatti:
  - ✓ **rispetto delle tolleranze a disegno;**
  - ✓ **maggiore precisione negli accoppiamenti;**
  - ✓ **migliore planarità.**

*Girante per soffiaggio mix aria-gas in caldaie a condensazione*

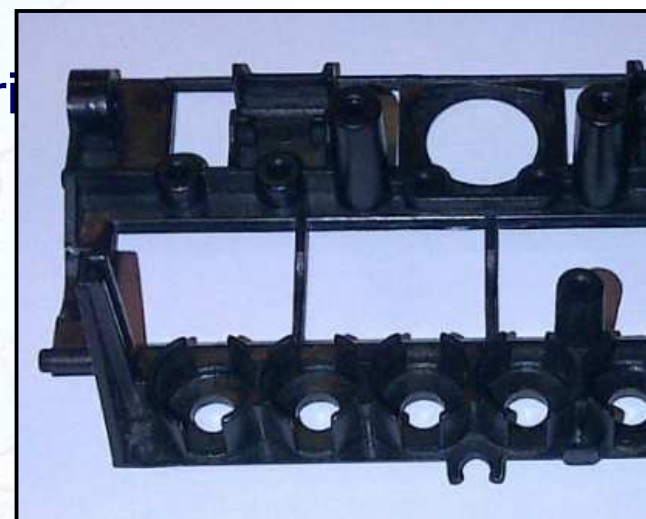


## Nanotubi di carbonio: PERCHE'?

### ALTRI VANTAGGI:

- A differenza di grafite e carbon black, i compound caricati con CNT mostrano **minor tendenza a "sporcare"** gli oggetti contro cui strisciano.
- si possono quindi impiegare per quelle applicazioni in cui **antistaticità e pulizia** sono egualmente necessarie:
  - ✓ **paper sorting** (es. smistamento posta);
  - ✓ **bancomat**, conta-banconote, lettori;
  - ✓ ambito medicale;
  - ✓ elettronica.

*Elemento strutturale macchina cash-dispenser*

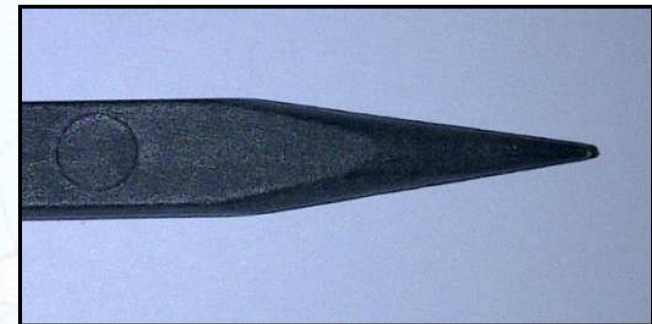


## Nanotubi di carbonio: PERCHE'?

### ALTRI VANTAGGI:

- Fibre di carbonio, filati di acciaio inox e grafite tendono a dar luogo alla formazione di **particolato volatile, abrasivo ed elettricamente conduttivo** che può creare problemi di cortocircuito in apparecchiature elettroniche di vario tipo.
- I compound con CNT non formano pulviscolo conduttivo e quindi si possono impiegare in:
  - ✓ **elettronica** (computer, memorie di massa, telecomunicazioni, robotica, ecc.);
  - ✓ strutture **medicali** e "camera bianca".

*Manipolatore per micro-elettronica (dettaglio)*



## Nanotubi di carbonio: PERCHE'?

### ALTRI VANTAGGI:

- I CNT consentono una **conduttività superficiale più uniforme** rispetto, per esempio, a fibre di carbonio e acciaio.
- Per tale ragione se ne può considerare l'impiego nel caso in cui non siano ammissibili grosse **variazioni locali di resistività** che possono causare malfunzionamenti, perdite di segnale o di potenza ecc.:
  - ✓ dispositivi elettronici di vario tipo;
  - ✓ automotive (linee carburante, riscaldatori ecc.);
  - ✓ applicazioni EMI shielding.

*Filato di PA12 con CNT, diametro 0.15 mm,  
resistenza 1 kohm/cm*








LATI Industria Termoplastici S.p.A.  
Via F. Baracca, 7  
I - 21040 VEDANO OLONA (VA)  
Tel.: +39 - 0332 409111  
Fax.: +39 - 0332 409307

HIGH  
PERFORMANCE  
THERMOPLASTICS



**Domande?**



LATI Industria Termoplastici S.p.A.  
Via F. Baracca, 7  
I - 21040 VEDANO OLONA (VA)  
Tel.: +39 - 0332 409111  
Fax.: +39 - 0332 409307

HIGH  
PERFORMANCE  
THERMOPLASTICS



**Grazie per l'attenzione**