

MATERIALI PLASTICI: UTILIZZI E PRESTAZIONI INNOVATIVE PER IL SETTORE DELL'OCCHIALERIA

Ing. Stefano BESCO



Università di Padova

Dipartimento di Processi Chimici dell'Ingegneria



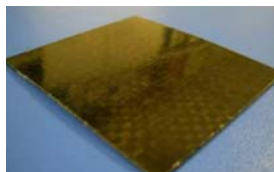
Il design del futuro:
materiali, forme, colori ed emozioni
per un prodotto di successo.



Il design del futuro:
materiali, forme, colori ed emozioni
per un prodotto di successo.



DPCI – INGEGNERIA DEI POLIMERI



Il gruppo, diretto dal Prof. Michele Modesti, svolge da più di 25 anni attività di ricerca accademica ed in collaborazione con piccole e grandi aziende del settore materie plastiche.

L'interazione con il mondo produttivo si traduce in diversi tipi di attività, a seconda delle esigenze del committente. Le forme di collaborazione più comuni sono:

Effettuazione prove conto terzi con rilascio di certificati

Gestione progetti di ricerca privati

Partnership scientifica in progetti di ricerca finanziati dalla regione, ministero, progetti europei



Il design del futuro:
materiali, forme, colori ed emozioni
per un prodotto di successo.



DPCI – INGEGNERIA DEI POLIMERI



**COMPORAMENTO AL FUOCO E
STABILITA' TERMICA**

POLIMERI INNOVATIVI PER L'OCCHIALERIA - S.Besco

RICICLO CHIMICO E FISICO



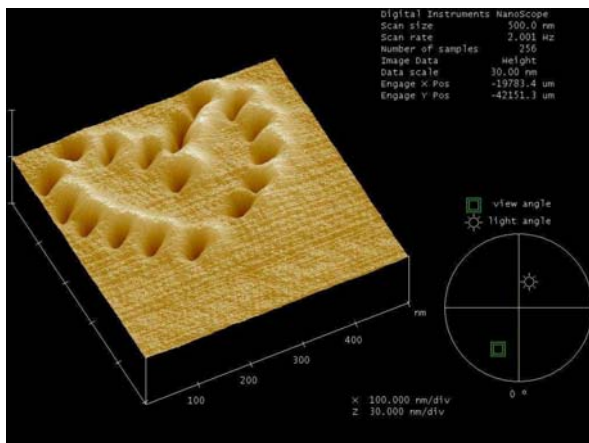
Longarone, 22 Marzo 2011



Il design del futuro:
materiali, forme, colori ed emozioni
per un prodotto di successo.



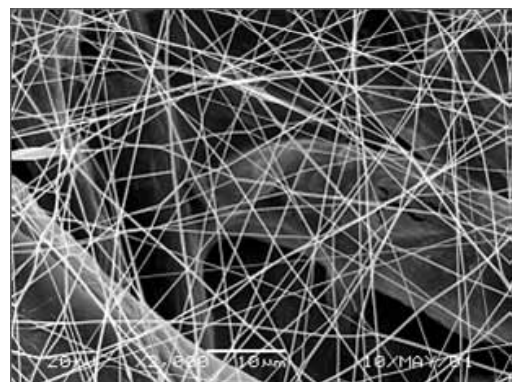
DPCI – INGEGNERIA DEI POLIMERI



**MATERIALI COMPOSITI
NANOSTRUTTURATI**

POLIMERI INNOVATIVI PER L'OCCHIALERIA - S.Besco

ELETTROFILATURA PER LA PRODUZIONE DI NANOFIBRE



Longarone, 22 Marzo 2011

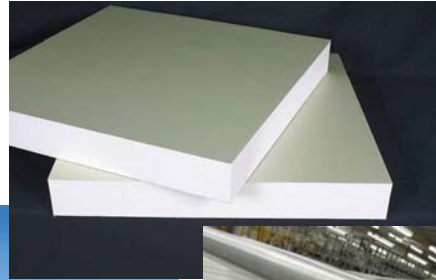


Il design del futuro:
materiali, forme, colori ed emozioni
per un prodotto di successo.



DPCI – INGEGNERIA DEI POLIMERI

FORMULAZIONE E PROCESSING MATERIALI POLIMERICI



POLIMERI INNOVATIVI PER L'OCCHIALERIA - S.Besco

Longarone, 22 Marzo 2011



Il design del futuro:
materiali, forme, colori ed emozioni
per un prodotto di successo.



PROPRIETA' DEI POLIMERI

POLIMERI INNOVATIVI PER L'OCCHIALERIA - S.Besco

Longarone, 22 Marzo 2011

PROPRIETA' DEI POLIMERI

PLASTICA

polimeri termoplastici



prodotti fusibili e solubili quindi sono lavorabili con le normali tecnologie. Possono essere:

SEMICRISTALLINI
AMORFI

polimeri termoindurenti



materiale reticolato, quindi infusibile ed insolubile. Possono essere:

RIGIDI E RESISTENTI
MORBIDI E FLESSIBILI
(ELASTOMERI VULCANIZZATI)

PROPRIETA' DEI POLIMERI

1. Un polimero **amorfo** è generalmente **TRASPARENTE** alla luce: i domini cristallini danno invece fenomeni di diffusione e assorbimento della radiazione luminosa.



policarbonato (PC) e polimetilmetacrilato (PMMA) sono materiali amorfi e trasparenti...



Polipropilene (PP) e polietilene (PE) hanno alti gradi di cristallinità e sono opachi.

2. Il **RITIRO** in fase di stampaggio è generalmente maggiore nei polimeri **cristallini** in quanto man mano che cristallizzano è maggiore la variazione di volume nel passaggio da liquido a solido

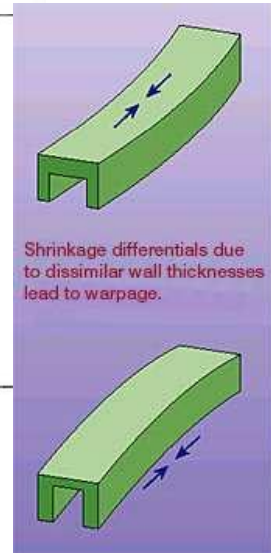
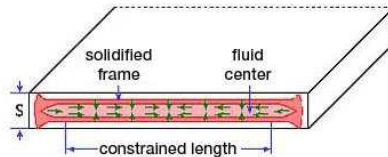


Il design del futuro:
materiali, forme, colori ed emozioni
per un prodotto di successo.



PROPRIETA' DEI POLIMERI

Shrinkage (mm/mm)	Type of Material
0-0.002	Polyester (Thermoset) BMC, SMC
0.001-0.004	Polycarbonate, 20% Fiberglass
0.002-0.008	Acrylic
0.002-0.003	PVC
0.004-0.007	ABS
0.004-0.006	Polystyrene
0.005-0.007	Polycarbonate
0.005-0.008	Polyphenylene oxide
0.008-0.015	Nylon (6/6)
0.010-0.020	Polypropylene
0.018-0.023	Acetal
0.007-0.025	LDPE
0.020-0.040	HDPE



POLIMERI INNOVATIVI PER L'OCCHIALERIA - S.Besco

Longarone, 22 Marzo 2011



Il design del futuro:
materiali, forme, colori ed emozioni
per un prodotto di successo.



PROPRIETA' DEI TERMOPLASTICI

LEGGEREZZA

RESISTENZA

LAVORABILITA'

RICICLABILITA'

COLORABILITA'

POLIMERI INNOVATIVI PER L'OCCHIALERIA - S.Besco

Longarone, 22 Marzo 2011



Il design del futuro:
materiali, forme, colori ed emozioni
per un prodotto di successo.



TECNOPOLIMERI

POLIMERI INNOVATIVI PER L'OCCHIALERIA - S.Besco

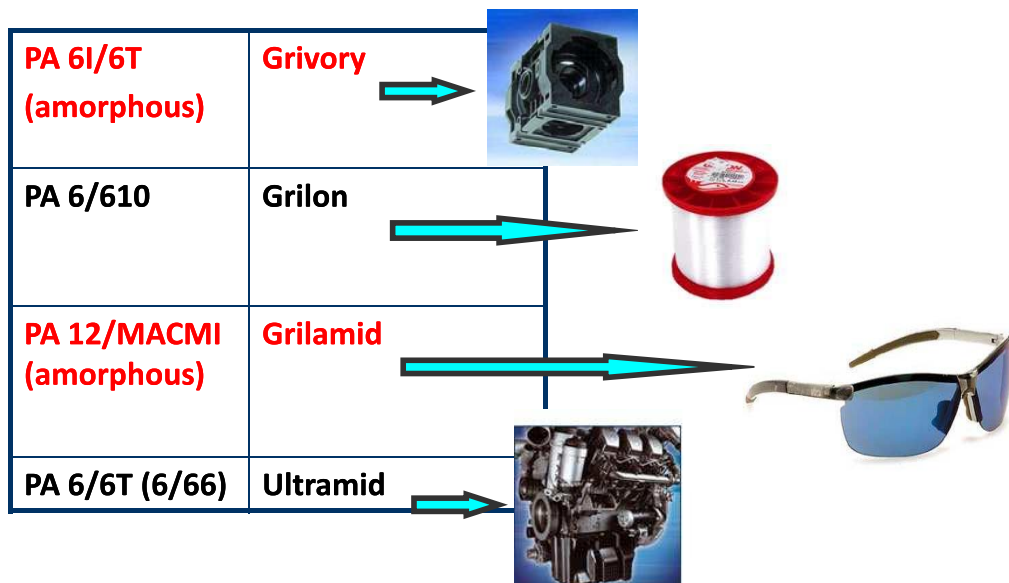
Longarone, 22 Marzo 2011



Il design del futuro:
materiali, forme, colori ed emozioni
per un prodotto di successo.



TECNOPOLIMERI: COPOLIAMMIDI



POLIMERI INNOVATIVI PER L'OCCHIALERIA - S.Besco

Longarone, 22 Marzo 2011



Il design del futuro:
materiali, forme, colori ed emozioni
per un prodotto di successo.



TECNOPOLIMERI: COPOLIAMMIDI

- Chiara trasparenza anche ad elevati spessori
- Colori propri limpidi, luminosi
- Resistenza agli agenti chimici e alle fessurazioni sotto sforzo
- Resistenza alla flessione alternativa
- Tenacità
- Rigidità
- Buona resistenza alla fiamma
- Basso assorbimento acqua
- Facile colorabilità



Il design del futuro:
materiali, forme, colori ed emozioni
per un prodotto di successo.



TECNOPOLIMERI: COPOLIAMMIDI

Confronto proprietà	Grilamid TR 55	Grilamid TR 90
Trasparenza 550nm, 3 mm [%]	90	90
Temperatura transizione vetrosa, DSC (ISO 11357, essiccato) [°C]	160	155
Modulo E trazione (ISO 527, cond.) [MPa]	2200	1600
Resistenza all'urto con intaglio Charpy 23°C (ISO 179/1eA, cond.) [kJ/m ²]	8	13
Temperatura di inflessione sottocarico, HDT-B 0.45 MPa (ISO 75, essic.) [°C]	145	135
Densità (ISO 1183, essiccato) [g/cm ³]	1.06	1.00



Il design del futuro:
materiali, forme, colori ed emozioni
per un prodotto di successo.



TECNOPOLIMERI: POLIMETILMETACRILATO (PMMA)

CARATTERISTICHE TERMOPLASTICI

GRUPPO
MATERIALE

RESINE METACRILICHE
POLIMETIL METACRILATO

RIFERIMENTO NORMA
TERMOPLASTICO A STRUTTURA

DIN 7745 - UNI 7067
AMORFA

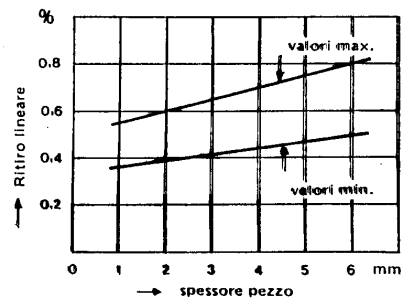
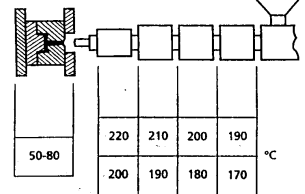
TP - 2

simbolo ISO
PMMA

	Norma	Unità misura	Valori indicativi
Peso specifico	ASTM D792	g/cm ³	1,18 - 1,20
Densità apparente	ASTM D954	g/cm ³	-
Assorbimento acqua (24 h - 23°C)	ASTM D570	%	0,20 - 0,27
Temperatura di rammolimento (Vicat - 5 kg)	ASTM D1525	°C	90 - 110
Durezza Rockwell	ASTM D785	scala M	90 - 104
Durezza Shore	ASTM D1706	scala	-
Carico rottura a trazione	ASTM D638	N/mm ²	65 - 75
Allungamento a rottura	ASTM D638	%	3 - 10
Modulo elastico a flessione	ASTM D790	N/mm ²	3000 - 3400
Resistenza all'urto (Izod con intaglio)	ISO 180	mJ/mm ²	5 - 12
Rigidità dielettrica	ASTM D149	kV/mm	18
Provinci condizionati a 23°C - 50% UR			

CONDIZIONI DI STAMPAGGIO

TEMPERATURE
(valori indicativi)



POLIMERI INNOVATIVI PER L'OCCHIALERIA - S.Besco

Longarone, 22 Marzo 2011



Il design del futuro:
materiali, forme, colori ed emozioni
per un prodotto di successo.



TECNOPOLIMERI: POLIMETILMETACRILATO (PMMA)



POLIMERI INNOVATIVI PER L'OCCHIALERIA - S.Besco

Longarone, 22 Marzo 2011

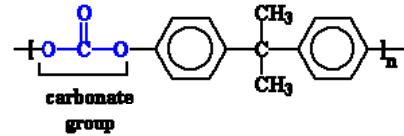


Il design del futuro:
materiali, forme, colori ed emozioni
per un prodotto di successo.

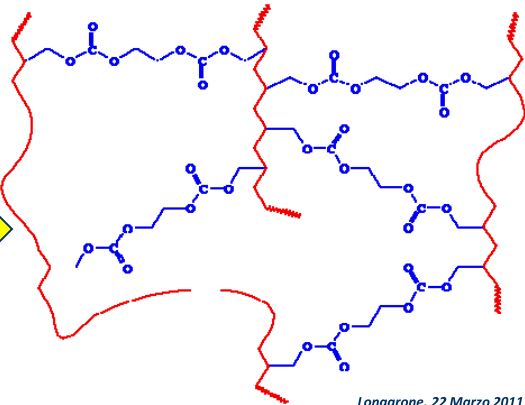
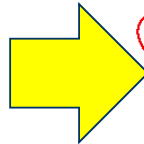


TECNOPOLIMERI: POLICARBONATO (PC)

- 1) Transparent amorphous polymer
- 2) Physical properties / impact resistance
- 3) Heat resistance up to 125°C / excellent clarity,



Beyond to polycarbonate of bisphenol A there's another aliphatic polycarbonate that is used to make ultra-light eyeglass lenses.



POLIMERI INNOVATIVI PER L'OCCHIALERIA - S.Besco

Longarone, 22 Marzo 2011



Il design del futuro:
materiali, forme, colori ed emozioni
per un prodotto di successo.



TECNOPOLIMERI: POLICARBONATO (PC)

CARATTERISTICHE TERMOPLASTICI

GRUPPO
MATERIALE

POLICARBONATI
POLICARBONATO
caricato con fibre vetro (30%)

RIFERIMENTO NORMA
TERMOPLASTICO A STRUTTURA

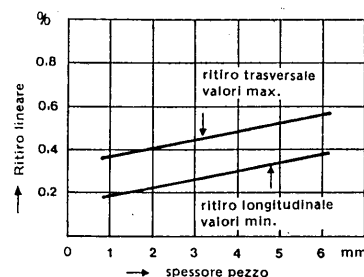
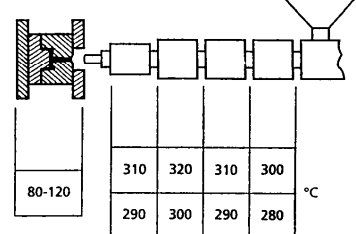
DIN 7744
AMORFA

TP - 22
simbolo ISO PC
con fibre vetro

	Norma	Unità misura	Valori indicativi
Peso specifico	ASTM D792	g/cm ³	1,45
	ASTM D954	g/cm ³	-
	ASTM D570	%	0,10 - 0,15
Assorbimento acqua (24 h - 23°C)			
Temperatura di rammollimento (Vicat - 5 kg)	ASTM D1525	°C	150 - 155
Durezza Rockwell	ASTM D785	scala M	85 - 90
Durezza Shore	ASTM D1706	scala	-
Carico rottura a trazione	ASTM D638	N/mm ²	70 - 80
Allungamento a rottura	ASTM D638	%	4 - 8
Modulo elastico a flessione	ASTM D790	N/mm ²	5500
Resistenza all'urto (Izod con intaglio)	ISO 180	mJ/mm ²	8 - 10
Rigidità dielettrica	ASTM D149	kV/mm	25
Provini condizionati a 23°C - 50% UR			

CÒNDIZIONI DI STAMPAGGIO

TEMPERATURE
(valori indicativi)



POLIMERI INNOVATIVI PER L'OCCHIALERIA - S.Besco

Longarone, 22 Marzo 2011



Il design del futuro:
materiali, forme, colori ed emozioni
per un prodotto di successo.



TECNOPOLIMERI: POLICARBONATO (PC)

Applications:

- CONSUMER GOODS
- SPORTS & LIESURE
- ELECTRONICS

Properties:

- Good electrical insulation values
- Contact with food
- High dimensional stability in heat
- Outstanding impact strength
- Transparency



POLIMERI INNOVATIVI PER L'OCCHIALERIA - S.Besco

Longarone, 22 Marzo 2011



Il design del futuro:
materiali, forme, colori ed emozioni
per un prodotto di successo.



TECNOPOLIMERI: ABS (acrilonitrile-butadiene-stirene)

CARATTERISTICHE TERMOPLASTICI

GRUPPO
MATERIALE

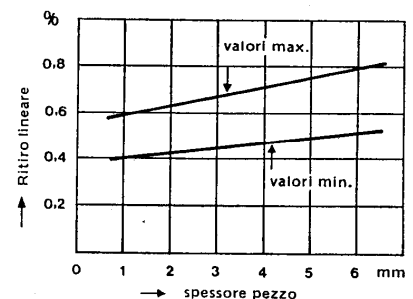
RESINE STIRENICHE
ABS - TERPOLIMERO
(acrilonitrile - butadiene - stirene)

RIFERIMENTO NORMA
TERMOPLASTICO A STRUTTURA

DIN 16772 - UNI 7041
AMORFA

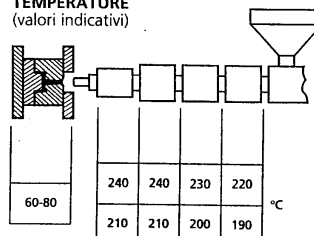
TP - 7
simbolo ISO ABS

	Norma	Unità misura	Valori indicativi
Peso specifico	ASTM D792	g/cm ³	1,03 - 1,06
Densità apparente	ASTM D954	g/cm ³	
Assorbimento acqua (24 h - 23°C)	ASTM D570	%	0,15
Temperatura di rammollimento (Vicat - 5 kg)	ASTM D1525	°C	92 - 100
Durezza Rockwell	ASTM D785	scala R	100 - 115
Durezza Shore	ASTM D1706	scala	-
Carico rottura a trazione	ASTM D638	N/mm ²	35 - 62
Allungamento a rottura	ASTM D638	%	20 - 40
Modulo elastico a flessione	ASTM D790	N/mm ²	2000 - 2800
Resistenza all'urto (Izod con intaglio)	ISO 180	mJ/mm ²	10 - 24
Rigidità dielettrica	ASTM D149	kV/mm	18 - 22
Provini condizionati a 23°C - 50% UR			



CONDIZIONI DI STAMPAGGIO

TEMPERATURE
(valori indicativi)



POLIMERI INNOVATIVI PER L'OCCHIALERIA - S.Besco

Longarone, 22 Marzo 2011



Il design del futuro:
materiali, forme, colori ed emozioni
per un prodotto di successo.



TECNOPOLIMERI: ABS (acrilonitrile-butadiene-stirene)



POLIMERI INNOVATIVI PER L'OCCHIALERIA - S.Besco

Longarone, 22 Marzo 2011



Il design del futuro:
materiali, forme, colori ed emozioni
per un prodotto di successo.



TECNOPOLIMERI: BLEND PC/ABS

Bayblend® T65
Lastre in miscela PC/ABS



Caratteristiche:

- Straordinaria resistenza agli urti con ampio spettro di temperature
- Buona termoformabilità



Le lastre Bayblend® T65 sono realizzate in una miscela di PC e ABS e si caratterizzano per una elevata resistenza agli urti fino a -30°C. La materia prima Bayblend® è stata sviluppata per l'industria dei trasporti, inclusi veicoli industriali, ed è riconosciuta da molti produttori di autoveicoli. Il materiale, per le sue particolari caratteristiche, è adatto per utilizzi in interni o esterni. Bayblend® T65 presenta una elevata resistenza alle alte temperature e una straordinaria resistenza agli urti entro un ampio spettro di temperature (da -30°C a +100°C). Le lastre sono termoformabili e facili da lavorare utilizzando utensili. Bayblend® T65 è disponibile in diversi colori e strutture.

Applicazioni

Bayblend® T65 è particolarmente adatto per la termoformatura di:

- cofani, parafanghi, paraurti e parti laterali di trattori, camion, macchine agricole e macchine per costruzioni
- Rivestimento interno e copertura per i suddetti tipi di veicoli e macchinari
- Contenitori da trasporto e viaggio

POLIMERI INNOVATIVI PER L'OCCHIALERIA - S.Besco

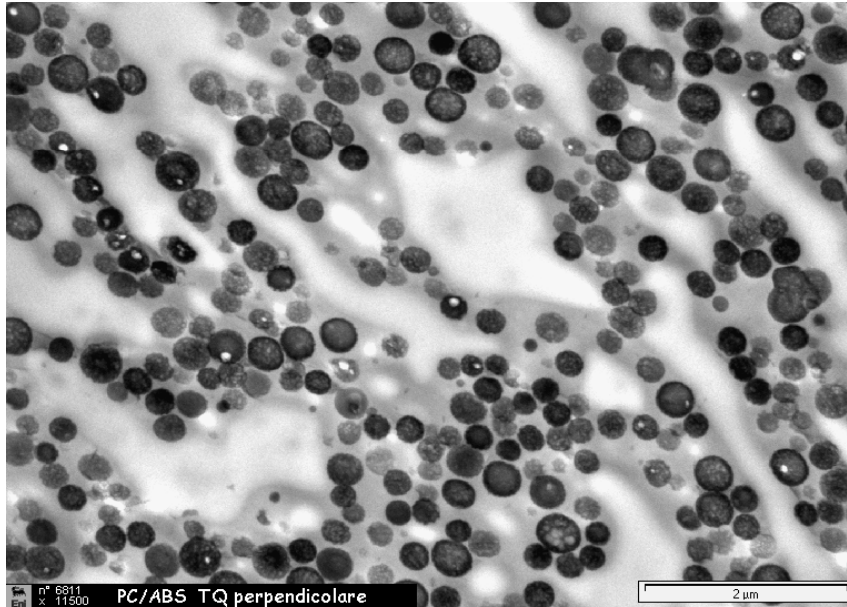
Longarone, 22 Marzo 2011



Il design del futuro:
materiali, forme, colori ed emozioni
per un prodotto di successo.



TECNOPOLIMERI: BLEND PC/ABS



POLIMERI INNOVATIVI PER L'OCCHIALERIA - S.Besco

Longarone, 22 Marzo 2011



Il design del futuro:
materiali, forme, colori ed emozioni
per un prodotto di successo.



TECNOPOLIMERI: BLEND PC/ABS

	Condizioni della prova	Valori	Unità	Tipo di prova
CARATTERISTICHE FISICHE				
Densità		1,13	g/cm ³	ISO 1183
Assorbimento di umidità	Dopo stoccaggio con clima standard di 23 °C/50 % u. R.	0,20	%	ISO 62, Procedura 4
	Dopo stoccaggio in acqua con temperatura a 23 °C fino a saturazione	0,70	%	ISO 62, Procedura 1
CARATTERISTICHE MECCANICHE				
Tensione di snervamento		52	MPa	ISO 527-2/1B/50
Allungamento di snervamento		4,2	%	ISO 527-2/1B/50
Resistenza alla trazione			MPa	ISO 527-2/1B/50
Allungamento alla rottura		> 50	%	ISO 527-2/1B/50
Modulo di elasticità		2200	MPa	ISO 527-2/1B/1
Tensione limite di flessione			MPa	ISO 178
Resistenza agli urti	Prova Charpy senza intaglio		kJ/m ²	ISO 179/1fU
	Prova Charpy con intaglio		kJ/m ²	ISO 179/1 eA, Spessore ≥ 4 mm
	Prova Izod con intaglio @ 23°C	45	kJ/m ²	ISO 180/1A
	Prova Izod con intaglio @ -30°C	41	kJ/m ²	ISO 180 1A
CARATTERISTICHE TERMICHE				
Temperatura di rammolimento Vicat	Procedura B50	120	°C	ISO 306
Conducibilità termica			W/m K	DIN 52612
Coef. di dilatazione term. lineare		0,080	mm/m °C	DIN 53752-A
Termoplasticità	Procedura A: 1,81 MPa	100	°C	ISO/R75 ISO 75
CARATTERISTICHE ELETTRICHE				
Rigidità dielettrica		35	kV/mm	IEC 60243-1
Resistività specifica		10 ⁴	Ohm·cm	IEC 60093
Resistività superficiale		10 ⁴	Ohm	IEC 60093
Costante dielettrica effettiva	a 10 ³ Hz	3,1		IEC 60250
	a 10 ⁴ Hz	3,0		IEC 60250
Fattore dielettrico	a 10 ³ Hz	0,0003		IEC 60250
	a 10 ⁴ Hz	0,00085		IEC 60250



POLIMERI INNOVATIVI PER L'OCCHIALERIA - S.Besco

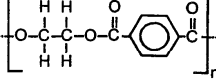
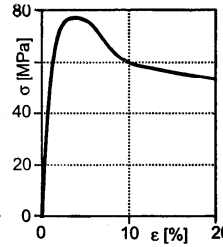
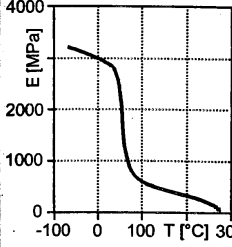
Longarone, 22 Marzo 2011



Il design del futuro:
materiali, forme, colori ed emozioni
per un prodotto di successo.



TECNOPOLIMERI: POLIETILENTEREFTALATO-g (PET-g)

PET – Polyethylene Terephthalate		
Type: amorphous, semi-crystalline (30 – 40%) Characteristics: normally amorphous with low cristallinity and high transparency, good dimensional stability, often reinforced, CO ₂ -dense, scratch resistance, higher environmental and thermal resistance as well as more brittle than PBT Identified by: smells sweet when burned, orange flame, soot forming, melt drips		
Structure: 		
Properties: $\rho = 1.33 - 1.40 \text{ g/cm}^3$ $E = 2100 - 3100 \text{ MPa}$ $\sigma_y = 55 - 80 \text{ MPa}$ $\epsilon_y = 4 - 7 \%$ $\epsilon_f = > 50 \%$ $T_g = 70 - 80^\circ\text{C}$ $T_{pm} = 250 - 260^\circ\text{C}$ Thermal Limits: Short-time ~ 170°C Long-time ~ 100°C	Stress-Strain Diagram: 	Elastic Modulus f (Temp): 



Il design del futuro:
materiali, forme, colori ed emozioni
per un prodotto di successo.



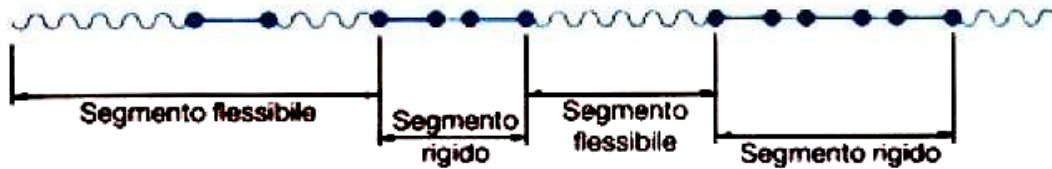
TECNOPOLIMERI: POLIETILENTEREFTALATO-g (PET-g)





	Metodo	Unità di Misura	PC
Proprietà Fisiche			
Densità	ISO 1183	g/cm ³	1.27
Assorbimento d'acqua	ISO 62	%	0.2
Proprietà Ottiche			
Trasmissione luminosa	ASTM D 1003	%	88
Haze	ASTM D 1003	%	0.8
Proprietà Meccaniche			
Resistenza a trazione	ISO 527	MPa	50
Allungamento a rottura	ISO 527	MPa	> 60
Modulo di elasticità	ISO 527	MPa	2400
Urto IZOD con intaglio	ISO 180	kJ/m ²	15
Urto CHARPY senza intaglio	ISO 179	kJ/m ²	> 100
Rockwell Hardness - M scale	ASTM D 785		-
Resistenza all'abrasione (Mar) haze % 2000 Carborundum	ASTM D 673		35/td>



ELASTOMERI: POLIURETANI TERMOPLASTICI (TPU)

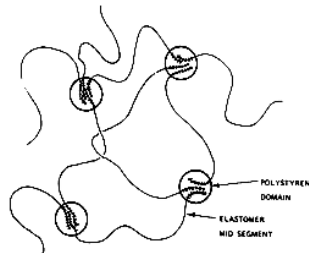
Struttura del poliuretano termoplastico



-  = Residuo diolo a catena lunga (estere/etere)
-  = Residuo diolo a catena corta
-  = Residuo diisocianato
-  = Gruppo uretano

ELASTOMERI: POLIURETANI TERMOPLASTICI (TPU)

- **Struttura**
 - Domini rigidi cristallini o amorfi
 - Catene elastomeriche



- Reticolanti fisici, non chimici
- Reversibilità del fenomeno della “reticolazione”



Il design del futuro:
materiali, forme, colori ed emozioni
per un prodotto di successo.



ELASTOMERI: POLIURETANI TERMOPLASTICI (TPU)

Ottime caratteristiche di:

- Flessibilità a freddo (T_g -38°C)
- Resistenza all'usura
- Capacità di smorzamento
- Resistenza a trazione e strappo



POLIMERI INNOVATIVI PER L'OCCHIALERIA - S.Besco

Longarone, 22 Marzo 2011



Il design del futuro:
materiali, forme, colori ed emozioni
per un prodotto di successo.

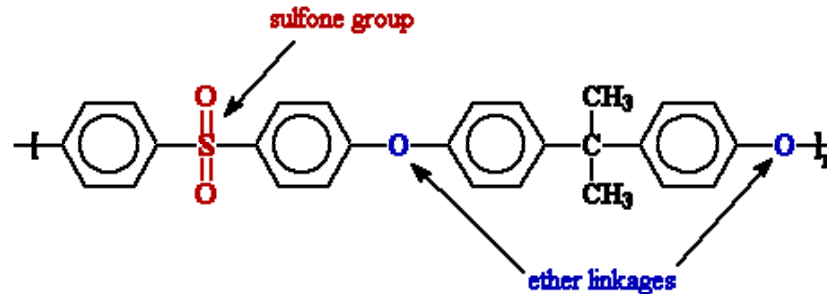


POLIMERI PER USI SPECIALI

POLIMERI INNOVATIVI PER L'OCCHIALERIA - S.Besco

Longarone, 22 Marzo 2011

TECNOPOLIMERI: POLIETERSOLFONE (PES)



PES act a lot like PC, but they're a lot more heat resistant

Poly(ether sulfones) also can stand up well to water and steam, so they're used to make things like cookware and medical products that need to be sterilized between uses.

TECNOPOLIMERI: POLIETERSOLFONE (PES)





Il design del futuro:
materiali, forme, colori ed emozioni
per un prodotto di successo.



TECNOPOLIMERI: POLIETERSOLFONE (PES)

ULTRASON® - BASF

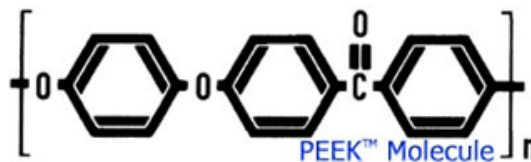
Other properties	dry / cond	Unit	Test Standard
Water absorption	2.2 / *	%	Sim. to ISO 62
Humidity absorption	0.8 / *	%	Sim. to ISO 62
Density	1370 / -	kg/m ³	ISO 1183
Mechanical properties	dry / cond	Unit	Test Standard
Tensile Modulus	- / 2700	MPa	ISO 527-1/-2
Yield stress	- / 90	MPa	ISO 527-1/-2
Yield strain	- / 6.7	%	ISO 527-1/-2
Tensile creep modulus (1h)	* / 2800	MPa	ISO 899-1
Tensile creep modulus (1000h)	* / 2700	MPa	ISO 899-1
Charpy impact strength (+23°C)	- / N	kJ/m ²	ISO 179/1eU
Charpy impact strength (-30°C)	- / N	kJ/m ²	ISO 179/1eU
Charpy notched impact strength (+23°C)	- / 6.5	kJ/m ²	ISO 179/1eA
Charpy notched impact strength (-30°C)	* / 7	kJ/m ²	ISO 179/1eA



Il design del futuro:
materiali, forme, colori ed emozioni
per un prodotto di successo.



TECNOPOLIMERI: POLIETERETILCHETONE (PEEK)



THE HIGHEST PERFORMANCE THERMOPLASTIC MATERIAL CURRENTLY AVAILABLE

- Glass transition temperature of 143°C - melting temperature of 343°C.
- Heat distortion temperature up to 315°C (ISO R75, glass fiber filled)
- Continuous Use Temperature of 260°C (UL 746B)



Il design del futuro:
materiali, forme, colori ed emozioni
per un prodotto di successo.



TECNOPOLIMERI: POLIETERETILCHETONE (PEEK)

- Excellent friction and wear properties
- Outstanding wear resistance
- Excellent resistance to a wide range of chemical environments. The only common environment which dissolves PEEK polymer is concentrated acid.



Il design del futuro:
materiali, forme, colori ed emozioni
per un prodotto di successo.



TECNOPOLIMERI: POLIETERETILCHETONE (PEEK)





Il design del futuro:
materiali, forme, colori ed emozioni
per un prodotto di successo.



TECNOPOLIMERI: POLIETERETILCHETONE (PEEK)

VESTAKEEP® - Evonik Degussa GmbH

Rheological properties	Value	Unit	Test Standard
Melt volume-flow rate (MVR)	70	cm ³ /10min	ISO 1133
Temperature	380	°C	ISO 1133
Load	5	kg	ISO 1133
Molding shrinkage (parallel)	0.7	%	ISO 294-4, 2577
Molding shrinkage (normal)	1.2	%	ISO 294-4, 2577

Mechanical properties	Value	Unit	Test Standard
Tensile Modulus	3700	MPa	ISO 527-1/-2
Yield stress	100	MPa	ISO 527-1/-2
Yield strain	5	%	ISO 527-1/-2
Nominal strain at break	30	%	ISO 527-1/-2
Charpy impact strength (+23°C)	N	kJ/m ²	ISO 179/1eU
Charpy impact strength (-30°C)	N	kJ/m ²	ISO 179/1eU
Charpy notched impact strength (+23°C)	6	kJ/m ²	ISO 179/1eA
Charpy notched impact strength (-30°C)	6	kJ/m ²	ISO 179/1eA



Il design del futuro:
materiali, forme, colori ed emozioni
per un prodotto di successo.



TECNOPOLIMERI: POLIETERETILCHETONE (PEEK)

VESTAKEEP® - Evonik Degussa GmbH

Thermal properties	Value	Unit	Test Standard
Melting temperature (10°C/min)	340	°C	ISO 11357-1/-3
Temp. of deflection under load (1.80 MPa)	155	°C	ISO 75-1/-2
Temp. of deflection under load (0.45 MPa)	205	°C	ISO 75-1/-2
Vicat softening temperature (50°C/h 50N)	310	°C	ISO 306
Coeff. of linear therm. expansion (parallel)	60	E-6/K	ISO 11359-1/-2
Burning Behav. at 1.5 mm nom. thickn.	V-0	class	IEC 60695-11-10
Thickness tested	1.6	mm	IEC 60695-11-10
Oxygen index	38	%	ISO 4589-1/-2

Other properties	Value	Unit	Test Standard
Water absorption	0.5	%	Sim. to ISO 62
Density	1300	kg/m ³	ISO 1183

Test specimen production	Value	Unit	Test Standard
Injection Molding, melt temperature	370	°C	ISO 294
mold temperature	180	°C	ISO 10724
injection velocity	200	mm/s	ISO 294
pressure at hold	120	MPa	ISO 294



Il design del futuro:
materiali, forme, colori ed emozioni
per un prodotto di successo.



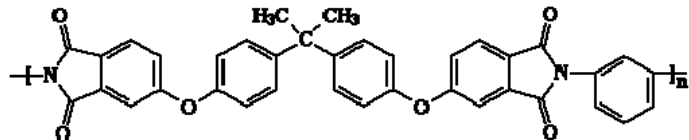
TECNOPOLIMERI: POLIETERIMMIDE (PEI)

Advantages

1. Continuous use temperature of 170 °C
2. High strength and rigidity at elevated temperatures
3. Long term heat resistance
4. Dimensional stability

Limitations

1. Cost
2. Colorability



Overview

Like other amorphous ($T_g = 216^\circ\text{C}$), high temperature resins, PEI has outstanding dimensional stability and is inherently flame retardant. PEI does resist chemicals, such as hydrocarbons, alcohols and halogenated solvents. Creep resistance over the long term allows PEI to replace metal and other materials in many structural applications.



Il design del futuro:
materiali, forme, colori ed emozioni
per un prodotto di successo.



TECNOPOLIMERI: POLIETERIMMIDE (PEI)





Il design del futuro:
materiali, forme, colori ed emozioni
per un prodotto di successo.



TECNOPOLIMERI: POLIETERIMMIDE (PEI)

ULTEM® - Sabic

TYPICAL PROPERTIES ¹	TYPICAL VALUE	Unit	Standard
MECHANICAL			
Tensile Stress, yld, Type I, 5 mm/min	110	MPa	ASTM D 638
Tensile Strain, yld, Type I, 5 mm/min	7	%	ASTM D 638
Tensile Strain, brk, Type I, 5 mm/min	60	%	ASTM D 638
Tensile Modulus, 5 mm/min	3580	MPa	ASTM D 638
Flexural Stress, yld, 2.6 mm/min, 100 mm span	165	MPa	ASTM D 790
Flexural Modulus, 2.6 mm/min, 100 mm span	3510	MPa	ASTM D 790
Hardness, Rockwell M	109	-	ASTM D 785
Taber Abrasion, CS-17, 1 kg	10	mg/1000cy	ASTM D 1044
IMPACT			
Izod Impact, unnotched, 23°C	1335	J/m	ASTM D 4812
Izod Impact, notched, 23°C	53	J/m	ASTM D 256
Izod Impact, Reverse Notched, 3.2 mm	1335	J/m	ASTM D 256
Gardner, 23°C	36	J	ASTM D 3029
PHYSICAL			
Specific Gravity	1.27	-	ASTM D 792
Water Absorption, 24 hours	0.25	%	ASTM D 570
Water Absorption, equilibrium, 23C	1.25	%	ASTM D 570
Mold Shrinkage, flow, 3.2 mm	0.5 - 0.7	%	SABIC Method
Melt Flow Rate, 337°C/6.6 kgf	9	g/10 min	ASTM D 1238
Poisson's Ratio	0.3	-	ASTM D 638

POLIMERI INNOVATIVI PER L'OCCHIALERIA - S.Besco

Longarone, 22 Marzo 2011



Il design del futuro:
materiali, forme, colori ed emozioni
per un prodotto di successo.



TECNOPOLIMERI: POLIETERIMMIDE (PEI)

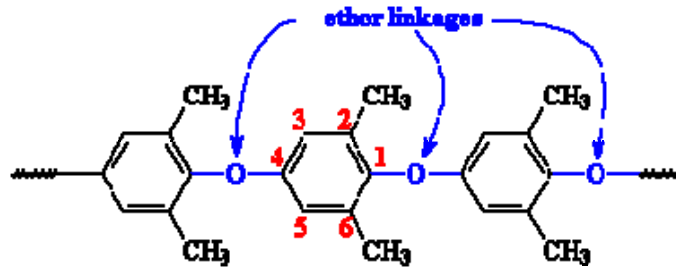
ULTEM® - Sabic

PROCESSING PARAMETERS	TYPICAL VALUE	Unit
Injection Molding		
Drying Temperature	150	°C
Drying Time	4 - 6	hrs
Drying Time (Cumulative)	24	hrs
Maximum Moisture Content	0.02	%
Melt Temperature	350 - 400	°C
Nozzle Temperature	345 - 400	°C
Front - Zone 3 Temperature	345 - 400	°C
Middle - Zone 2 Temperature	340 - 400	°C
Rear - Zone 1 Temperature	330 - 400	°C
Mold Temperature	135 - 165	°C
Back Pressure	0.3 - 0.7	MPa
Screw Speed	40 - 70	rpm
Shot to Cylinder Size	40 - 60	%
Vent Depth	0.025 - 0.076	mm

POLIMERI INNOVATIVI PER L'OCCHIALERIA - S.Besco

Longarone, 22 Marzo 2011

TECNOPOLIMERI: POLIFENILENOSSIDO (PPO)



- 1) High strength and resistance to high temperatures.
- 2) Very high glass transition temperature, 210°C.
- 3) Often made into blends with high-impact polystyrene (HIPS for short). Blending PPO with HIPS makes the PPO easier to process, plus it gives PPO some resilience.

TECNOPOLIMERI: POLIFENILENOSSIDO (PPO)



Elementi idraulici



Elementi resistenti al fuoco
(settore automotive)



Elementi estetici (settore automotive)



Il design del futuro:
materiali, forme, colori ed emozioni
per un prodotto di successo.



TECNOPOLIMERI: POLIFENILENOSSIDO (PPO)

NORYL® - Sabic

TYPICAL PROPERTIES'	TYPICAL VALUE	Unit	Standard
MECHANICAL			
Tensile Stress, yld, Type I, 50 mm/min	66	MPa	ASTM D 638
Tensile Stress, brk, Type I, 50 mm/min	61	MPa	ASTM D 638
Tensile Strain, yld, Type I, 50 mm/min	3.4	%	ASTM D 638
Tensile Strain, brk, Type I, 50 mm/min	10	%	ASTM D 638
Tensile Modulus, 50 mm/min	3150	MPa	ASTM D 638
Flexural Stress, yld, 1.3 mm/min, 50 mm span	96	MPa	ASTM D 790
Flexural Modulus, 1.3 mm/min, 50 mm span	2820	MPa	ASTM D 790
Hardness, Rockwell R	116	-	ASTM D 785
IMPACT			
Izod Impact, unnotched, 23°C	240	J/m	ASTM D 4812
Izod Impact, notched, 23°C	26	J/m	ASTM D 256
Instrumented Impact Total Energy, 23°C	3	J	ASTM D 3763
THERMAL			
Vicat Softening Temp, Rate B/50	123	°C	ASTM D 1525
HDT, 0.45 MPa, 3.2 mm, unannealed	111	°C	ASTM D 648
HDT, 1.82 MPa, 3.2mm, unannealed	98	°C	ASTM D 648
CTE, -40°C to 40°C, flow	2.88E-05	1/°C	ASTM E 831
CTE, -40°C to 40°C, xflow	1.8E-05	1/°C	ASTM E 831
PHYSICAL			
Specific Gravity	1.06	-	ASTM D 792
Mold Shrinkage, flow, 3.2 mm	0.4 - 0.7	%	SABIC Method
Melt Flow Rate, 290°C/5.0 kgf	8	g/10 min	ASTM D 1238
OPTICAL			
Light Transmission, 2.54 mm	83.9	%	ASTM D 1003
Haze, 2.54 mm	6.6	%	ASTM D 1003



Il design del futuro:
materiali, forme, colori ed emozioni
per un prodotto di successo.



TECNOPOLIMERI: POLIFENILENOSSIDO (PPO)

NORYL® - Sabic

PROCESSING PARAMETERS	TYPICAL VALUE	Unit
Injection Molding		
Drying Temperature	65 - 75	°C
Drying Time	2 - 4	hrs
Drying Time (Cumulative)	6	hrs
Melt Temperature	230 - 260	°C
Nozzle Temperature	230 - 260	°C
Front - Zone 3 Temperature	220 - 250	°C
Middle - Zone 2 Temperature	215 - 240	°C
Rear - Zone 1 Temperature	205 - 230	°C
Mold Temperature	60 - 90	°C
Back Pressure	0.3 - 0.7	MPa
Screw Speed	50 - 100	rpm
Shot to Cylinder Size	40 - 60	%
Vent Depth	0.025 - 0.076	mm



Il design del futuro:
materiali, forme, colori ed emozioni
per un prodotto di successo.



MATERIALI POLIMERICI INNOVATIVI

POLIMERI INNOVATIVI PER L'OCCHIALERIA - S.Besco

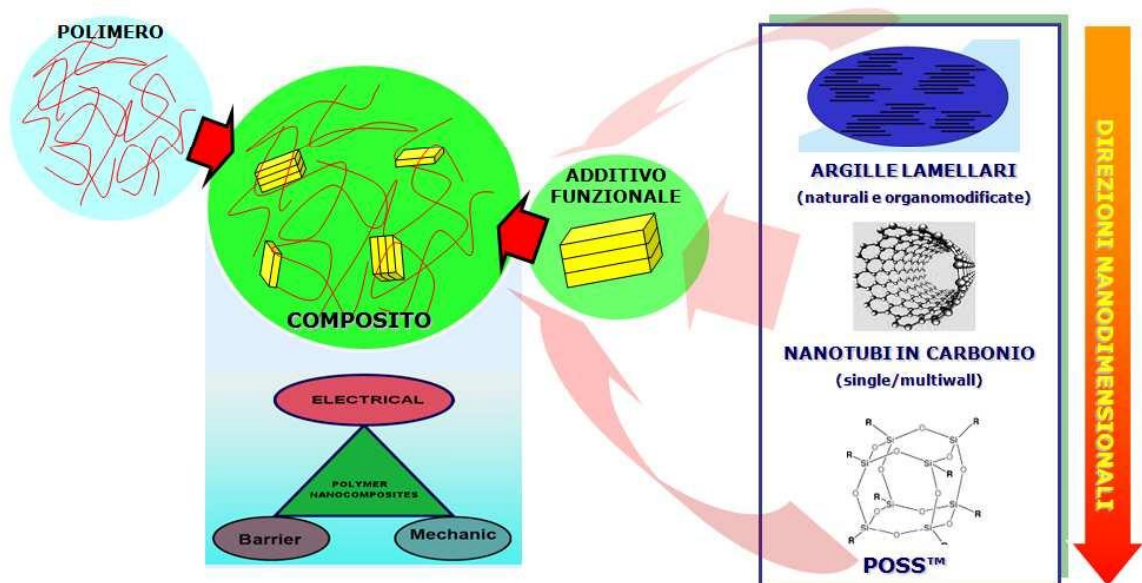
Longarone, 22 Marzo 2011



Il design del futuro:
materiali, forme, colori ed emozioni
per un prodotto di successo.



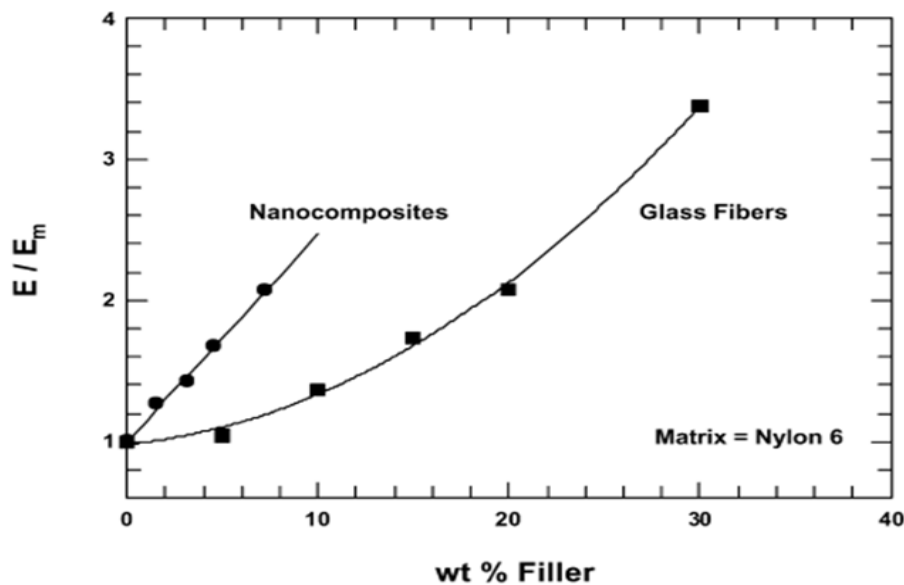
NANOCOMPOSITI POLIMERICI



POLIMERI INNOVATIVI PER L'OCCHIALERIA - S.Besco

Longarone, 22 Marzo 2011

NANOCOMPOSITI POLIMERICI



NANOCOMPOSITI POLIMERICI

- Resistenza all'urto
- Resistenza al graffio ed effetto autopulente
- Minori ritiri finali dei manufatti stampati



Il design del futuro:
materiali, forme, colori ed emozioni
per un prodotto di successo.



NANOCOMPOSITI POLIMERICI

Hybrid Power System: Lithium Ion Battery, Fuel Cell

Motor Mounts: Reduced vibration

Hoses and belts: lower maintenance

Seals: lower cost, reduced noise



Body Panels: Reduced weight and cost, better thermal performance

Paint and Finish: Improved paintability, lower application cost

Tires: Improved durability, traction, fuel efficiency and cost



POLIMERI INNOVATIVI PER L'OCCHIALERIA - S.Besco



Longarone, 22 Marzo 2011



Il design del futuro:
materiali, forme, colori ed emozioni
per un prodotto di successo.



NANOCOMPOSITI POLIMERICI



PA nanocomposito



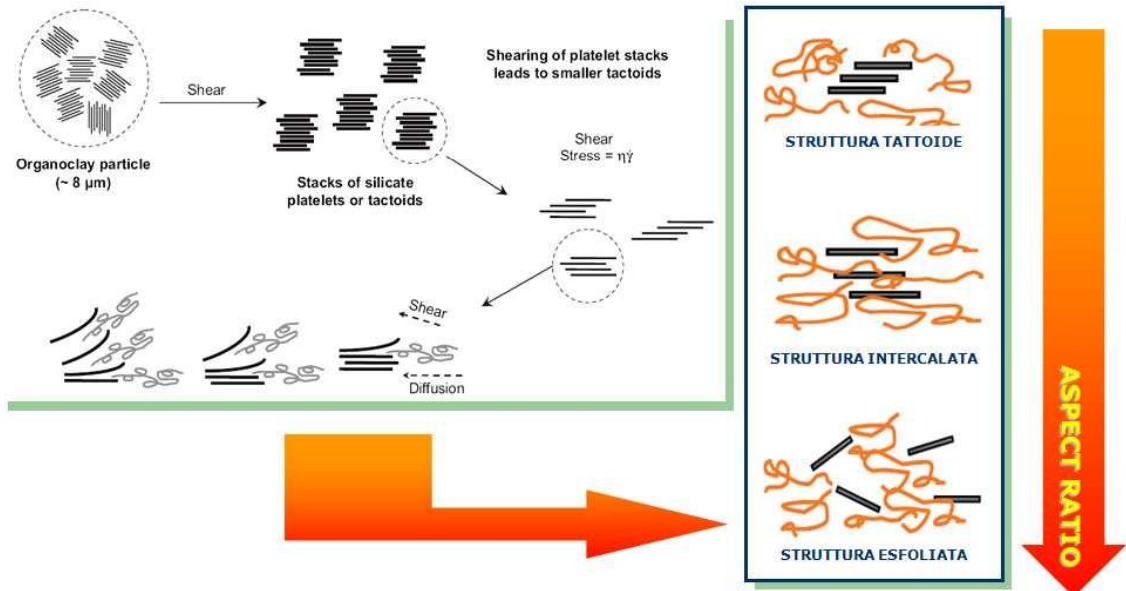
PP talco



PA fibra vetro

1988 - Presso i laboratori Toyota Central Research in Giappone, venne sintetizzato un Nylon 6 nanocomposito in seguito commercializzato dalla UBE Industries ed è attualmente utilizzato per la realizzazione della "timing belt cover" nei motori delle vetture Toyota.

NANOCOMPOSITI POLIMERICI



POLIMERI INNOVATIVI PER L'OCCHIALERIA - S.Besco

Longarone, 22 Marzo 2011

NANOCOMPOSITI POLIMERICI

Due vie possibili:

AUTOFORMULAZIONE:

RICHIEDE COMPETENZE NAL CAMPO DELLA FORMULAZIONE E DEL PROCESSING, IN PARTICOLARE RELTIVAMENTE AL COMPOUNDING/PRODUZIONE DI MASTERBATCHES MEDIANTE IMPIANTI DI ESTRUSIONE.

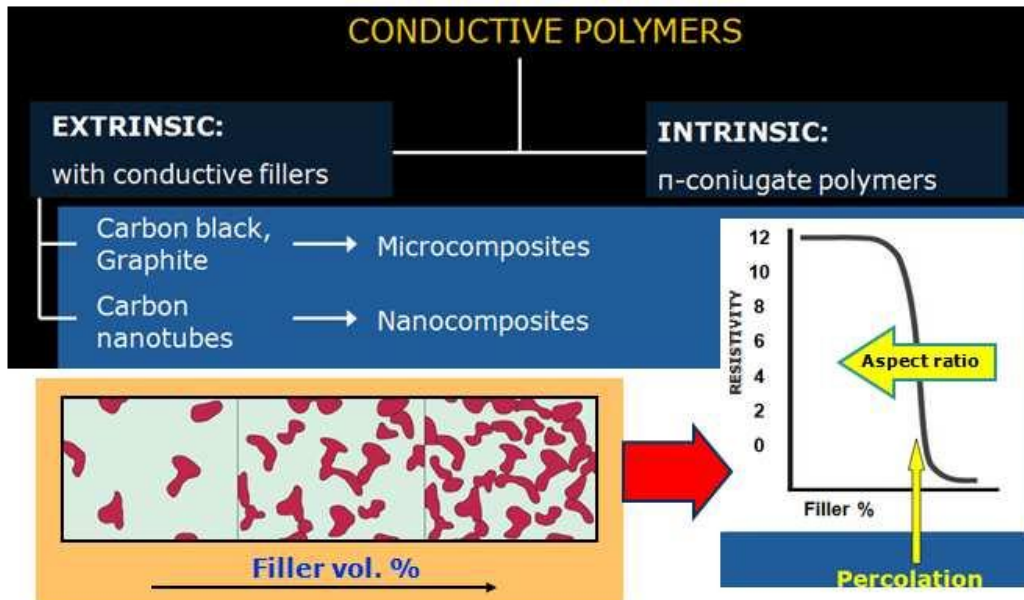
PRODOTTI COMMERCIALI:

ESISTONO DIVERSE SOCIETA' (ES. POLYONE, NANOCYL) IN GRADO DI FORNIRE MASTERBATCHES A BASE DI ADDITIVI NANOSTRUTTURATI PER UNA NOTEVOLE GAMMA DI APPLICAZIONI.

POLIMERI INNOVATIVI PER L'OCCHIALERIA - S.Besco

Longarone, 22 Marzo 2011

POLIMERI ELETTRICAMENTE CONDUTTORI



POLIMERI INNOVATIVI PER L'OCCHIALERIA - S.Besco

Longarone, 22 Marzo 2011

POLIMERI ELETTRICAMENTE CONDUTTORI

NON CONDUCTIVE POLYMERS

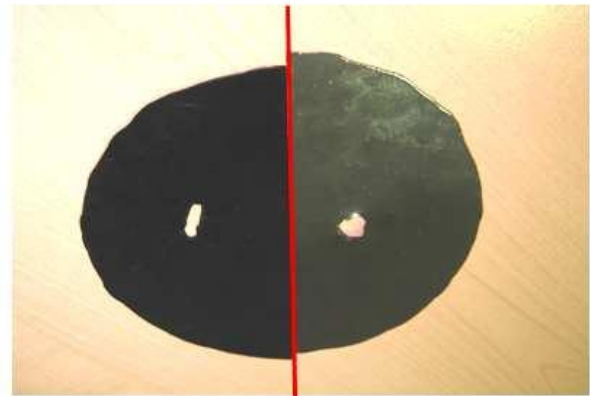
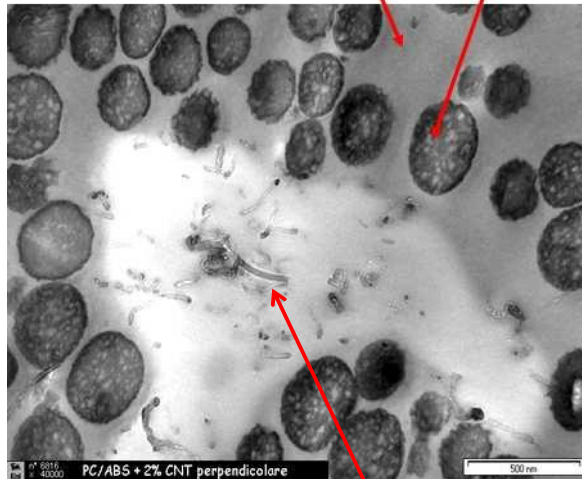


POLIMERI INNOVATIVI PER L'OCCHIALERIA - S.Besco

Longarone, 22 Marzo 2011

POLIMERI ELETTRICAMENTE CONDUTTORI

PC/ABS + MWCNTS



No chrome-plating

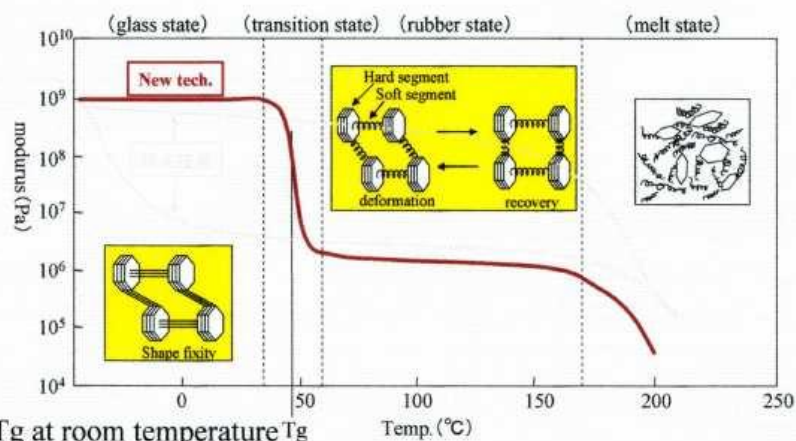
After chrome plating
(without chemical treatment)

PC + MWCNTS

POLIMERI INNOVATIVI PER L'OCCHIALERIA - S.Besco

Longarone, 22 Marzo 2011

POLIMERI A MEMORIA DI FORMA



- Tg at room temperature Tg
- Narrow transition state
- Drastic change of properties at transition state

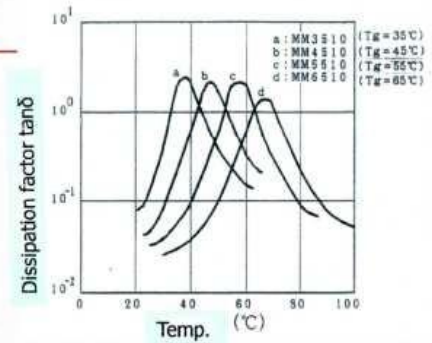
POLIMERI INNOVATIVI PER L'OCCHIALERIA - S.Besco

Longarone, 22 Marzo 2011

POLIMERI A MEMORIA DI FORMA

Property of DiAPLEX (3)

- **Energy dissipation property**
 - Energy dissipation factor defined by $\tan\delta$ change with the temperature and becomes very large compared to ordinary elastic material. (These material's $\tan\delta$ are in the range of 0.2~0.4)
 - The $\tan\delta$ of the **DiAPLEX** in the transition region is very similar to that of human skin, providing a natural smooth feel when **SMP** is used in region touched by hand.



Dissipation factor ($\tan\delta$) of human body

Lower arm	0.43
forehead	0.51
Palm	0.41

POLIMERI A MEMORIA DI FORMA

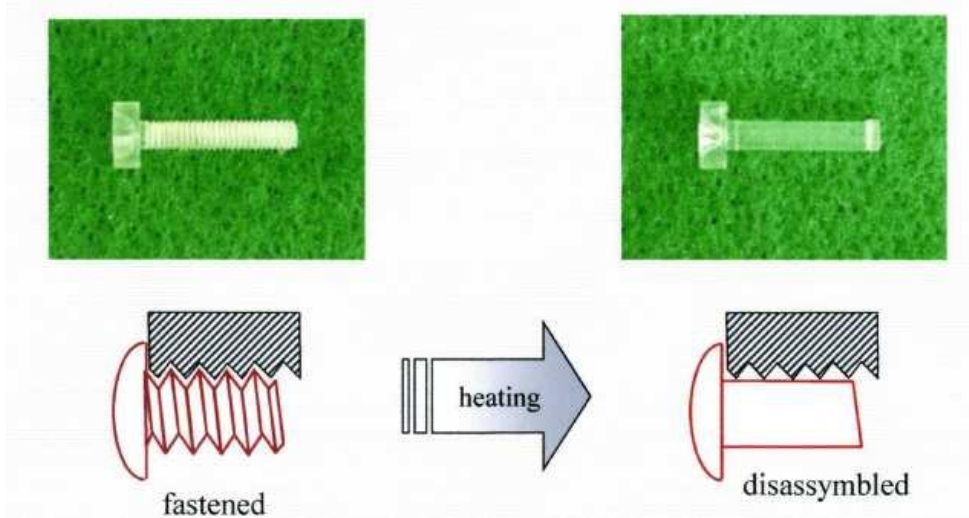




Il design del futuro:
materiali, forme, colori ed emozioni
per un prodotto di successo.



ADDITIVI FOTOLUMINESCENTI



POLIMERI INNOVATIVI PER L'OCCHIALERIA - S.Besco

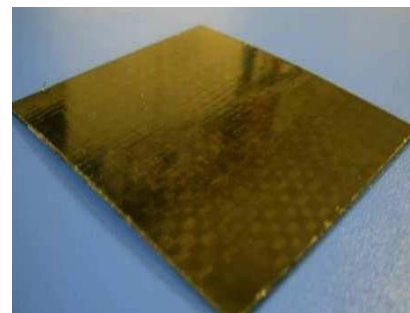
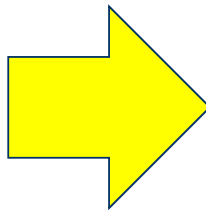
Longarone, 22 Marzo 2011



Il design del futuro:
materiali, forme, colori ed emozioni
per un prodotto di successo.



SINGLE POLYMER COMPOSITES



Technical Properties			
Tensile Modulus	DIN EN ISO 527	4200	N/mm ²
Tensile Strength	DIN EN ISO 527	120	N/mm ²
Charpy Impact [20°C, 4 J]	DIN EN ISO 179	*nb	kJ/m ²
Charpy Impact [-40°C, 4 J]	DIN EN ISO 179	*nb	kJ/m ²
Vicat Softening Temperature [50K/h]	DIN EN ISO 306	175	°C

*nb: no break



POLIMERI INNOVATIVI PER L'OCCHIALERIA - S.Besco

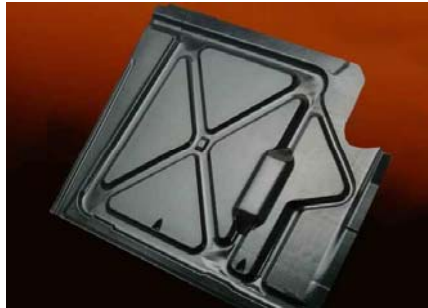
Longarone, 22 Marzo 2011



Il design del futuro:
materiali, forme, colori ed emozioni
per un prodotto di successo.



SINGLE POLYMER COMPOSITES



POLIMERI INNOVATIVI PER L'OCCHIALERIA - S.Besco

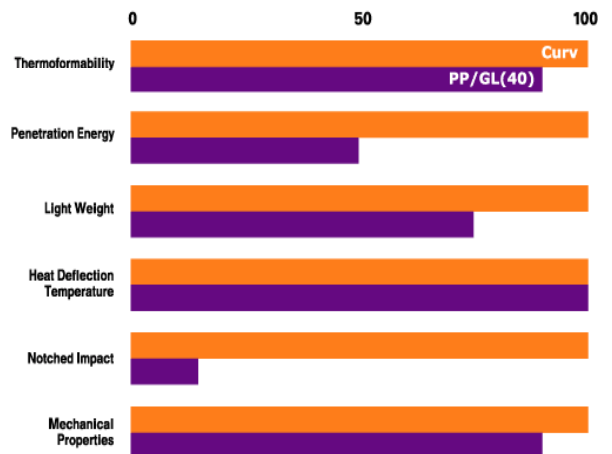
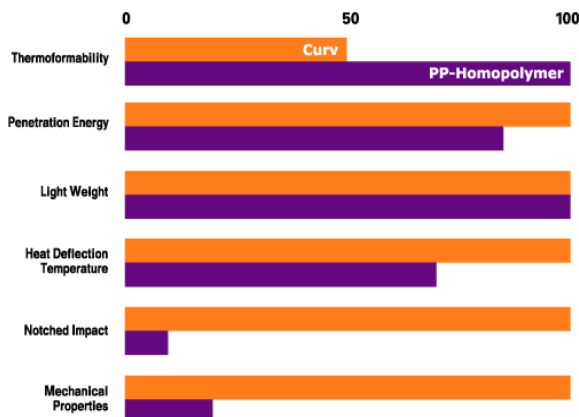
Longarone, 22 Marzo 2011



Il design del futuro:
materiali, forme, colori ed emozioni
per un prodotto di successo.



SINGLE POLYMER COMPOSITES



POLIMERI INNOVATIVI PER L'OCCHIALERIA - S.Besco

Longarone, 22 Marzo 2011

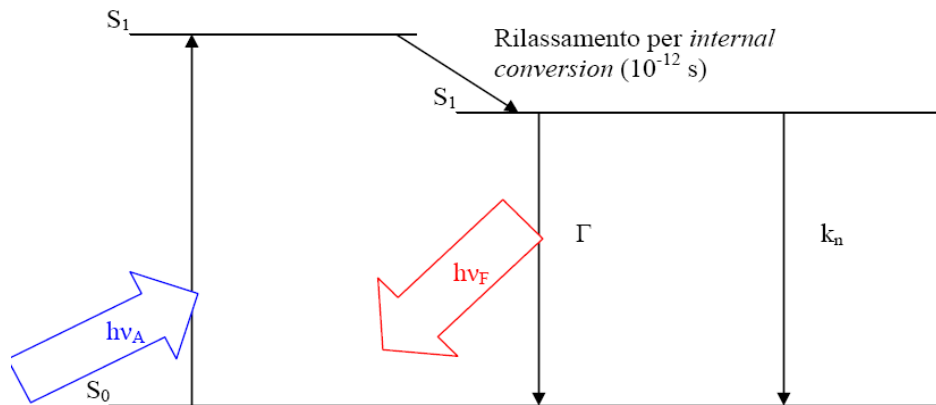


Il design del futuro:
materiali, forme, colori ed emozioni
per un prodotto di successo.



ADDITIVI FOTOLUMINESCENTI

FOSFORESCENZA – IL DIAGRAMMA DI JABLONSKI



POLIMERI INNOVATIVI PER L'OCCHIALERIA - S.Besco

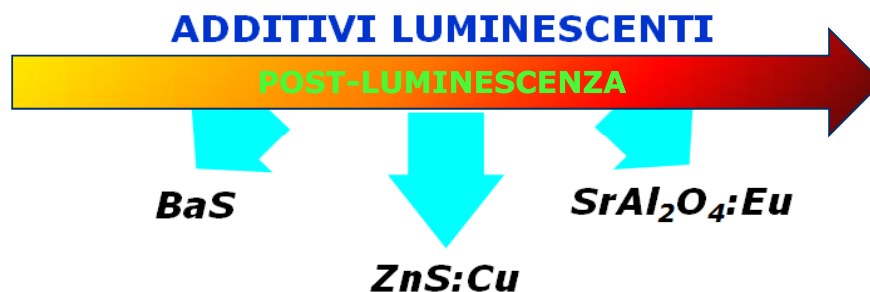
Longarone, 22 Marzo 2011



Il design del futuro:
materiali, forme, colori ed emozioni
per un prodotto di successo.



ADDITIVI FOTOLUMINESCENTI



- Vernici/coatings
- Inchiostri
- Compounding polimeri termoplastici

POLIMERI INNOVATIVI PER L'OCCHIALERIA - S.Besco

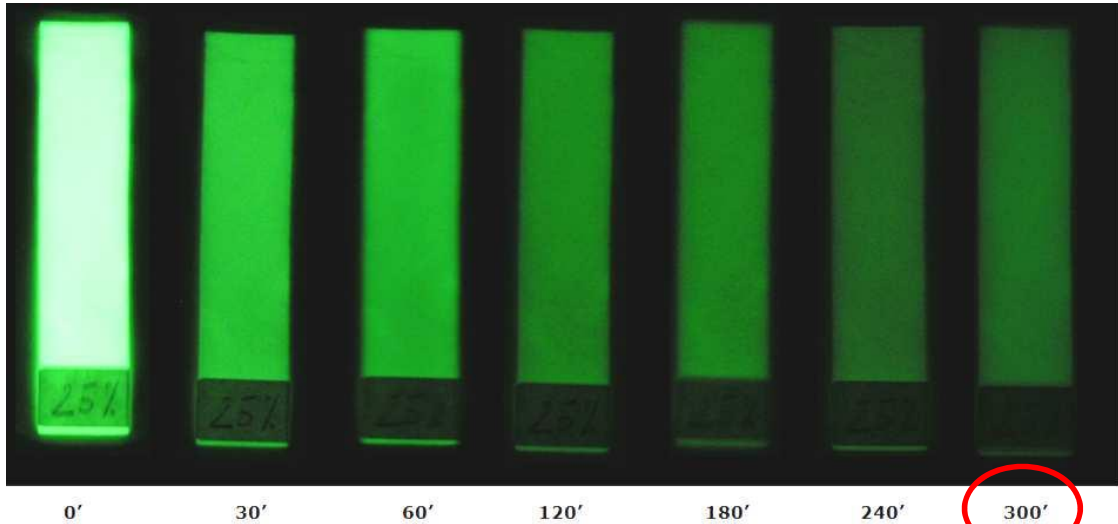
Longarone, 22 Marzo 2011



Il design del futuro:
materiali, forme, colori ed emozioni
per un prodotto di successo.



ADDITIVI FOTOLUMINESCENTI



PIU' DI 5 ORE DI POST-LUMINESCENZA !

POLIMERI INNOVATIVI PER L'OCCHIALERIA - S.Besco

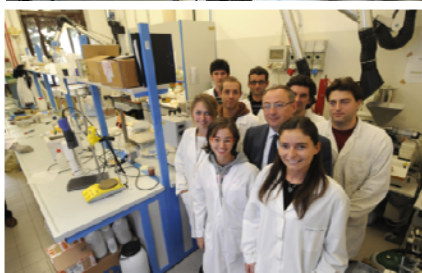
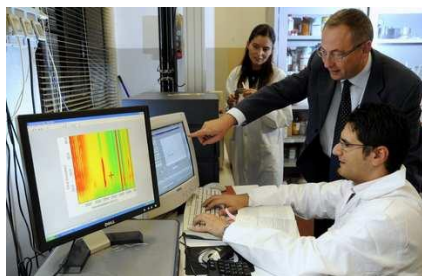
Longarone, 22 Marzo 2011



Il design del futuro:
materiali, forme, colori ed emozioni
per un prodotto di successo.



DPCI – INGEGNERIA DEI POLIMERI



Dip. di Processi Chimici dell'Ingegneria
Università degli Studi di Padova

Via F. Marzolo, 9
35131 Padova - Italy
Tel. +39 049 827.5541-5546

michele.modesti@unipd.it
www.dpci.unipd.it

POLIMERI INNOVATIVI PER L'OCCHIALERIA - S.Besco

Longarone, 22 Marzo 2011