

Tough 1000 Resin

Materiale duttile e resistente agli urti con una tenacità paragonabile a quella del polietilene ad alta densità

Parti che necessitano della resistenza e della rigidità del polietilene ad alta densità

Dime e fissaggi resistenti agli urti, in grado di resistere all'uso prolungato nello stabilimento di produzione

Meccanismi conformi che sopportano flessioni ripetute

Assemblaggi a frizione ridotta e superfici che non si deteriorano (come giunti sferici)



(V1) FLT01001

Data di preparazione 23/09/2025

Rev. 01

23/09/2025

In base ai dati in nostro possesso, le informazioni contenute nel presente documento sono corrette. Tuttavia, Formlabs Inc. non fornisce alcuna garanzia, esplicita o implicita, circa l'accuratezza dei risultati ottenuti dall'utilizzo di tali informazioni.

La Tough 1000 Resin è un materiale duttile e resistente agli urti, dotata di una resistenza, rigidità e tenacità paragonabili al polipropilene ad alta densità, progettato con un'eccellente resistenza all'usura e alle sollecitazioni per garantire tenacità e utilità a lungo termine.

L'allungamento a rottura del 180% e la resistenza all'urto Gardner di 128 in-lb superano il polietilene ad alta densità, rendendolo ideale per le parti che si flettono, comprimono o deformano senza creare crepe. Le cerniere e le parti funzionali sono in grado di resistere a sforzi ripetuti e usura con un lavoro di frattura di 3,200 J/m² e una resistenza al test di flessione Ross superiore a 100.000 cicli (a 23 °C). Caratterizzata da un color grigio scuro opaco, la Tough 1000 Resin è progettata per le applicazioni che richiedono superfici lisce e a bassa frizione.

La Tough 1000 Resin è una nuova formulazione che sfrutta la tecnologia delle stampanti della serie Form 4. Se paragonata alla Durable Resin, la Tough 1000 vanta una tenacità a frattura 5 volte superiore, allungamento a rottura 2 volte più alto e una migliore resistenza alle temperature alte, allo scorrimento e all'usura.

Proprietà del materiale ¹			METODO
	Stato grezzo ²	Dopo polimerizzazione post-stampa ³	
Proprietà elastiche ¹			METODO
Carico di rottura a trazione	23.7 MPa	26.3 MPa	ASTM D638-14
Modulo di elasticità	844 MPa	932 MPa	ASTM D638-14
Carico di rottura	18.6 MPa	21.4 MPa	ASTM D638-14
Allungamento	4,8%	5,0%	ASTM D638-14
Allungamento a rottura	217%	180%	ASTM D638-14
Proprietà di resistenza a flessione ¹			METODO
Resistenza alla flessione	22.6 MPa	29.0 MPa	ASTM D790-17
Modulo di flessione	595 MPa	761 MPa	ASTM D790-17
Proprietà di tenacità ¹			METODO
Resistenza all'urto Izod con intaglio	69 J/m	72 J/m	ASTM D256-10
Resistenza all'urto Izod senza intaglio	Nessuna rottura	Nessuna rottura	ASTM D4812-11
Resistenza all'urto Charpy con intaglio	7,6 kJ/m ²	9,0 kJ/m ²	ISO 179-1
Resistenza all'urto Charpy senza intaglio	Nessuna rottura	180 kJ/m ²	ISO 179-1
Resistenza all'urto Gardner a 0,79 mm (1/32")	13.1 J	13.1 J	ASTM D5420-21
Resistenza all'urto Gardner a 1,6 mm (1/16")	14.0 J	14.5 J	ASTM D5420-21
Resistenza al test di flessione Ross	>100.000 cicli	>100.000 cicli	Interna (23 °C, deviazione di 30 gradi a 1 hz)
Proprietà di frattura ¹			METODO
Massimo fattore di intensificazione delle sollecitazioni (Kmax)	Test non eseguito	1.94 MPa·m ^{1/2}	ASTM D5045-14
Lavoro di frattura (W _f)	Test non eseguito	3200 J/m ²	ASTM D5045-14

¹ Le proprietà del materiale possono variare in base alla geometria della parte, all'orientamento di stampa, alle impostazioni di stampa e alla temperatura.

² I dati sono stati ottenuti da parti stampate su una Form 4 con le impostazioni della Tough 1000 Resin per 100 µm, lavate in una Form Wash V2 per 10-10 minuti in alcool isopropilico pari o superiore al 99%.

³ I dati sono stati ottenuti da parti stampate su una Form 4 con le impostazioni della Tough 1000 Resin per 100 µm, lavate in una Form Wash V2 per 10-10 minuti in alcool isopropilico pari o superiore al 99% e sottoposte a polimerizzazione post-stampa a 70 °C per 12 minuti in una Form Cure V2.

Proprietà del materiale ¹			METODO
	Stato grezzo ²	Dopo polimerizzazione post-stampa ³	
Proprietà termiche ¹			METODO
Temp. di distorsione termica a 1,8 MPa	40,4 °C	44,6 °C	ASTM D648-16
Temp. di distorsione termica a 0,45 MPa	49,7 °C	55,3 °C	ASTM D648-16
Dilatazione termica (0-150 °C)	161.6 µm/m/°C	168.2 µm/m/°C	ASTM E831-19
Infiammabilità	Test non eseguito	HB	UL 94
Proprietà elettriche ¹			METODO
	Dopo polimerizzazione post-stampa ³		
Rigidità dielettrica	15,1 kV/mm		ASTM D149-20
Costante dielettrica (50 Hz)	0,014		ASTM D150 (50 Hz)
Costante dielettrica (1 kHz)	0,013		ASTM D150 (1 kHz)
Fattore di dissipazione (50 Hz)	3,70		ASTM D150 (50 Hz)
Fattore di dissipazione (1 kHz)	3,59		ASTM D150 (1 kHz)
Resistività di volume	4 * 10 ¹⁵ Ω-cm		ASTM D257-14
Altre proprietà ¹			METODO
Durezza Shore D	56D		ASTM D2240
Densità volume	1.07 g/mL		ASTM D792-20
Viscosità a 25 °C	4030 cP		ASTM D792-20
Densità del liquido	1.01 g/mL		ASTM D792-20

COMPATIBILITÀ CHIMICA

Incremento percentuale di peso in 24 ore per un cubo di 1 x 1 x 1 cm stampato, sottoposto a polimerizzazione e quindi immerso nei rispettivi solventi:

Solvente	Incremento di peso (%) in 24 ore	Solvente	Incremento di peso (%) in 24 ore
Acido acetico 5%	0,2	Isoottano (benzina per motori)	39,8
Acetone	30,4	Olio minerale (leggero)	0,0
Alcool isopropilico	6,9	Olio minerale (pesante)	0,1
Candeggina, NaOCl 5% circa	0,0	Acqua salina (NaCl 3,5%)	0,2
Acetato di isobutile	38,9	Soluzione di idrossido di sodio (0,025%, pH 10)	0,2
Combustibile diesel	0,7	Acqua	0,0
Glicole dietilenico monometiltere	6,9	Xilene	62,7
Olio per comandi idraulici	0,1	Acido forte (cloruro di idrogeno conc.)	7,3
Skydrol 5	5,0	TPM	7,0
Perossido di idrogeno (3%)	0,2		

¹ Le proprietà del materiale possono variare in base alla geometria della parte, all'orientamento di stampa, alle impostazioni di stampa e alla temperatura.

² I dati sono stati ottenuti da parti stampate su una Form 4 con le impostazioni della Tough 1000 Resin per 100 µm, lavate in una Form Wash V2 per 10+10 minuti in alcool isopropilico pari o superiore al 99%.

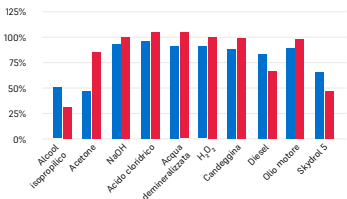
³ I dati sono stati ottenuti da parti stampate su una Form 4 con le impostazioni della Tough 1000 Resin per 100 µm, lavate in una Form Wash V2 per 10+10 minuti in alcool isopropilico pari o superiore al 99% e sottoposte a polimerizzazione post-stampa a 70 °C per 12 minuti in una Form Cure V2.

Compatibilità chimica (ASTM D543)

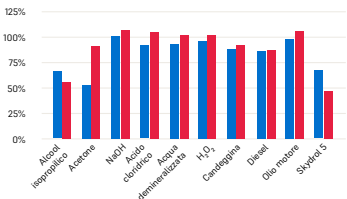
La compatibilità chimica è stata testata in conformità allo standard ASTM D543. L'effetto delle diverse sostanze chimiche è stato testato misurando modulo di elasticità e resistenza dopo diversi tempi di esposizione. I campioni analizzati sono stati conservati in contenitori e immersi nelle sostanze in questione per 1 giorno e 1 settimana. Una volta rimossi, i campioni esposti sono stati lavati e condizionati per 24 ore a 22 °C prima dei test meccanici. I test meccanici sono stati condotti in conformità alla norma ASTM D638 utilizzando barre di trazione di tipo IV in condizioni di laboratorio standard (22 °C). I risultati sono indicati come differenza percentuale dai valori misurati per i campioni non esposti.

Solvente	Alcool isopropilico	Acetone	NaOH (0.025% pH=10)	HCl (10%)	Acqua demineralizzata	H ₂ O ₂ (3%)	Candeggina (~5% NaOCl)	Diesel	Olio motore	Skydrol 5
Modulo relativo										
1 giorno	52%	47%	94%	97%	91%	91%	88%	83%	91%	65%
1 settimana	34%	87%	101%	105%	105%	100%	100%	68%	99%	46%
Resistenza relativa										
1 giorno	66%	53%	102%	92%	94%	95%	89%	86%	98%	68%
1 settimana	56%	92%	108%	106%	102%	102%	93%	88%	107%	47%
Allungamento relativo										
1 giorno	109%	99%	87%	94%	94%	96%	87%	95%	103%	91%
1 settimana	140%	138%	117%	111%	118%	117%	80%	141%	133%	97%
Massa relativa										
1 giorno	111%	144%	100%	100%	100%	100%	100%	103%	100%	107%
1 settimana	130%	142%	100%	100%	100%	101%	100%	108%	100%	116%

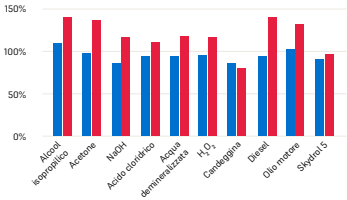
Modulo di elasticità dopo il tempo di immersione



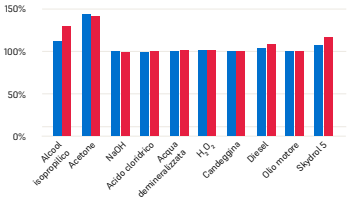
Carico di rottura a trazione dopo il tempo di immersione



Allungamento a rottura dopo il tempo di immersione



Absorbimento di massa dopo il tempo di immersione

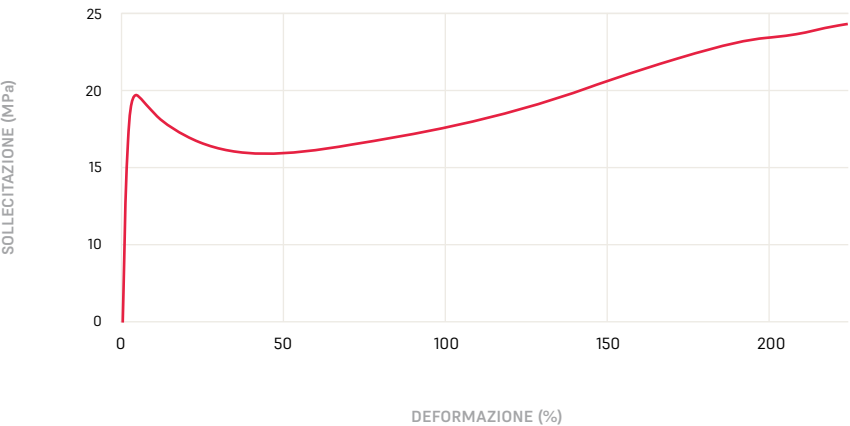


● 1 GIORNO ● 1 SETTIMANA

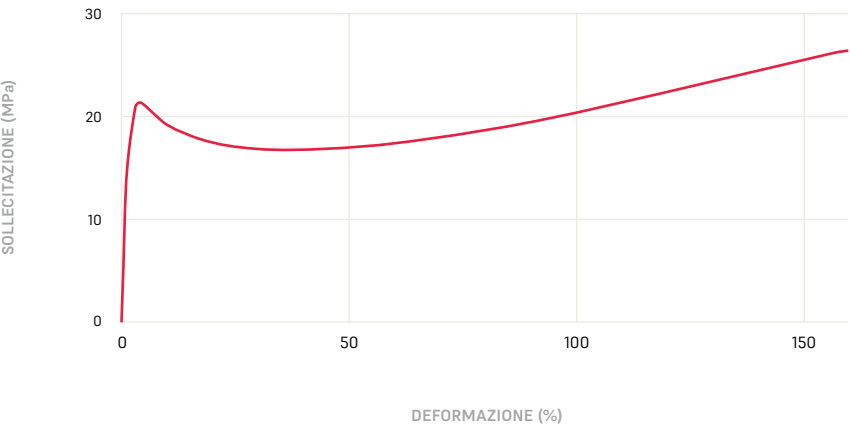
Curva di trazione rappresentativa (ASTM D638-14)

Tipo I, 50 mm/min

Stato grezzo

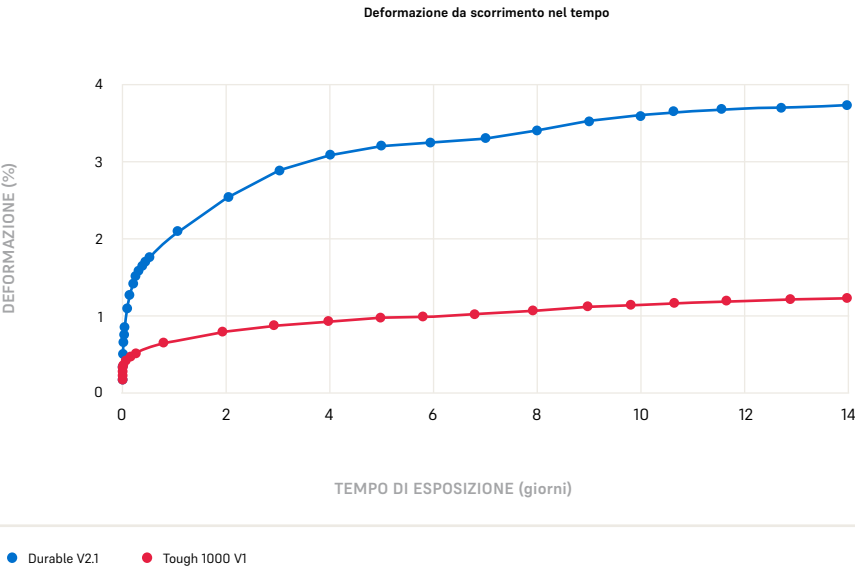


Polimerizzazione post-stampa



Resistenza allo scorrimento ISO 6602

Formlabs ha valutato la resistenza allo scorrimento della Tough 1000 Resin utilizzando la norma ISO 6602. Questo test misura il tasso di deformazione dei materiali a temperatura costante sotto un carico fisso. I campioni sono stati testati a 22 °C sotto un carico di 2 MPa. La distorsione è stata misurata nel corso di 14 giorni.



Analisi meccanica dinamica (DMA)

Il grafico mostra una curva DMA della Tough 1000 Resin da 0 °C a 140 °C a 3 °C/min. A 106,6 °C si osserva una transizione vetrosa, mentre a 68,4 °C si può osservare un'inflexione del modulo conservativo.

