

Compositi

Base composita	Prova (ASTM)	Onyx	Onyx FR	Onyx ESD	Nylon
Modulo elastico (GPa)	D638	2,4	3,0	4,2	1,7
Tensione di snervamento (MPa)	D638	40	41	52	51
Tensione di rottura (MPa)	D638	37	40	50	36
Deformazione a rottura (%)	D638	25	18	25	150
Resistenza a flessione (MPa)	D790 ¹	71	71	83	50
Modulo di flessione (GPa)	D790 ¹	3,0	3,6	3,7	1,4
Temperatura di rammollimento a flessione (°C)	D648 B	145	145	138	41
Resistenza alla fiamma	UL94	—	V-0 ²	—	—
Prova d'urto di Izod - con intaglio (J/m)	D256-10 A	330	—	44	110
Resistività superficiale (Ω)	ANSI/ESD STM11.11 ³	—	—	10 ⁵ - 10 ⁷	—
Densità (g/cm ³)	—	1,2	1,2	1,2	1,1

Le parti Markforged sono perlopiù composte da materiali a base composita. Gli utenti possono rinforzare le parti con un tipo di fibra continua.

Dimensioni e costruzione dei campioni di prova:

- Trazione: barre ASTM D638 tipo I o IV
- Flessione: piegatura 3 pt, 11,43 (L) x 1,01 cm (P) x 0,30 cm (H)
- Temperatura di rammollimento a flessione a 0,45 MPa, 66 psi (ASTM D648-07 Metodo B)

1. Misurato con un metodo simile a ASTM D790. Base composita - solo parti che non si rompono prima della fine della prova di flessione.

2. Onyx FR è certificato UL 94 V-0 Blue Card fino a uno spessore di 3 mm.

3. Resistività superficiale misurata su più superfici delle parti utilizzando le impostazioni di stampa consigliate da una struttura di prova accreditata di terze parti. Per maggiori dettagli, consultare la scheda tecnica relativa a Onyx ESD.

Fibre continue	Prova (ASTM)	Carbonio	Carbon FR	Kevlar®	Fibra di vetro	HSHT FG
Resistenza a trazione (MPa)	D3039	800	760	610	590	600
Modulo elastico (GPa)	D3039	60	57	27	21	21
Deformazione a rottura (%)	D3039	1,5	1,6	2,7	3,8	3,9
Resistenza a flessione (MPa)	D790 ¹	540	540	240	200	420
Modulo di flessione (GPa)	D790 ¹	51	50	26	22	21
Deformazione in flessione a rottura (%)	D790 ¹	1,2	1,6	2,1	1,1	2,2
Resistenza a compressione (MPa)	D6641	420	300	130	180	216
Modulo di compressione (GPa)	D6641	62	59	25	24	21
Deformazione in compressione a rottura (%)	D6641	0,7	0,5	1,5	—	0,8
Temperatura di rammollimento a flessione (°C)	D648 B	105	105	105	105	150
Prova d'urto di Izod - con intaglio (J/m)	D256-10 A	960	810	2000	2600	3100
Densità (g/cm ³)	—	1,4	1,4	1,2	1,5	1,5

Dimensioni e costruzione del composito in fibra
Campioni di prova:

- I provini utilizzati in questi dati sono stati rinforzati con fibra unidirezionale (strati di 0°)
- Campioni di prova per trazione: 24,89 cm (L) x 1,27 cm (H) x 0,121 cm (P) (compositi CF), 24,89 cm (L) x 1,27 cm (H) x 0,20 cm (P) (compositi GF e Kevlar®)
- Campioni di prova per compressione: 13,97 cm (L) x 1,27 cm (H) x 0,215 cm (P) (compositi CF), 13,97 cm (L) x 1,27 cm (H) x 0,30 cm (P) (compositi Kevlar® e FG)
- Campioni di prova per flessione: piegatura 3 pt, 11,43 (L) x 1,01 cm (P) x 0,30 cm (H)
- Temperatura di rammollimento a flessione a 0,45 MPa, 66 psi (ASTM D648-07 Metodo B)

I dati relativi alla deformazione in trazione/compressione a rottura e alla temperatura di rammollimento a flessione

sono stati forniti da una struttura di prova accreditata di terze parti. I dati di flessione sono stati preparati da Markforged, Inc. e rappresentano valori tipici.

I provini Markforged sono progettati in maniera esclusiva per massimizzare le performance di prova. I provini in fibra sono riempiti completamente con fibra unidirezionale e stampati senza pareti. I provini in plastica sono stampati con riempimento pieno. Per maggiori informazioni sulle condizioni di prova specifiche o per richiedere parti da esaminare nelle prove interne, contattare un rappresentante Markforged. Tutte le parti dei clienti devono essere testate secondo le specifiche del cliente.

Le performance delle parti e dei materiali varieranno in base a progettazione della disposizione delle fibre, progettazione della parte, condizioni specifiche di carico, condizioni di prova, condizioni di costruzione, e

simili.

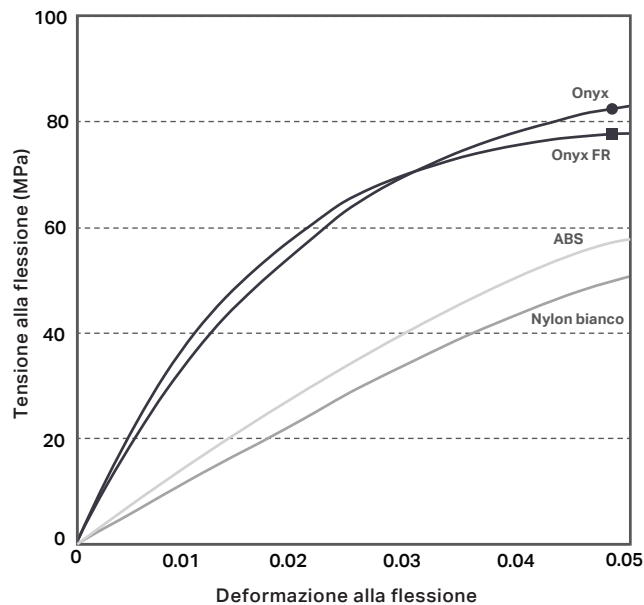
Questi dati rappresentativi sono stati testati, misurati o calcolati utilizzando metodi standard e sono soggetti a modifica senza preavviso. Markforged non fornisce garanzie di alcun tipo, esplicite o implicite, incluse, a titolo esemplificativo, garanzie di commerciabilità, idoneità per un uso particolare o protezione dalla violazione di brevetti, e non si assume alcuna responsabilità in relazione all'uso di queste informazioni. I dati riportati nel presente documento non devono essere utilizzati per fissare limiti relativi a progettazione, controllo qualità o specifiche, e non sono destinati a sostituire le prove eseguite internamente dall'azienda per determinare l'idoneità per un'applicazione specifica. Nulla di quanto contenuto nella presente scheda tecnica deve essere interpretato come una licenza a operare in base a, o una raccomandazione a violare qualsiasi diritto di proprietà intellettuale.

Compositi

Le stampanti per compositi Markforged supportano il rinforzo in fibra continua (CFR), un processo unico che rinforza le parti FFF con fibre continue dotate di elevata resistenza. Una macchina con supporto CFR utilizza due sistemi di estrusione: un sistema che estrude il materiale a base composita in un processo FFF standard, e un secondo sistema che estrude fibre continue a filamento lungo che vengono disposte in strati, sostituendo il riempimento FFF.

Base composita

I materiali a base composita Markforged vengono stampati nello stesso modo delle termoplastiche FFF convenzionali. Possono essere stampati da soli o rinforzati con una qualsiasi delle nostre fibre continue, tra cui fibra di carbonio, Kevlar e fibra di vetro.



● Onyx Resistenza a flessione: 71 MPa

Onyx è un nylon riempito con fibre in micro-carbonio. È 1,4 volte più forte e rigido dell'ABS e può essere quindi rinforzato con qualsiasi fibra continua. Onyx definisce gli standard in termini di finitura superficiale, resistività chimica e tolleranza al calore.

■ Onyx FR Resistenza a flessione: 71 MPa

Onyx FR è un materiale certificato UL 94 V-0 Blue Card che possiede proprietà meccaniche simili all'Onyx. È ideale per l'uso in applicazioni in cui sono richieste ritardanza della fiamma, leggerezza e resistenza.

◆ Onyx ESD Resistenza a flessione: 83 MPa

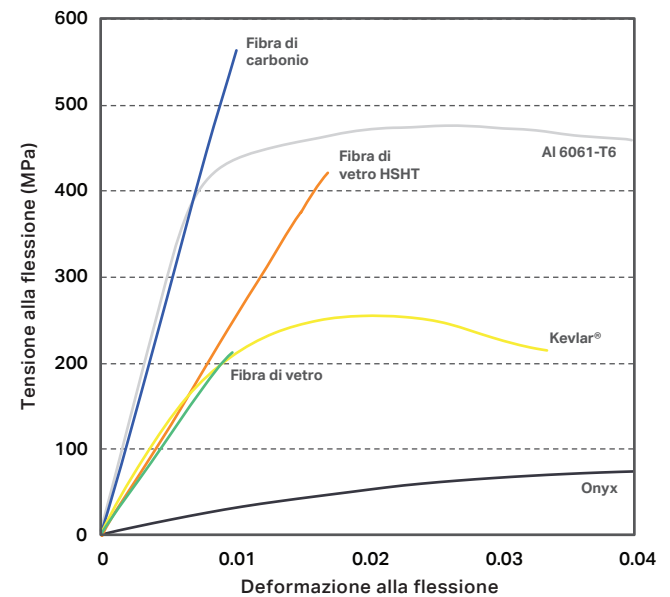
Onyx ESD, una variante statico-dissipativa di Onyx, soddisfa i rigorosi requisiti di sicurezza per le cariche elettrostatiche e offre eccellente resistenza, rigidità e finitura superficiale. È ideale per l'uso in applicazioni che richiedono materiali sicuri in presenza di cariche elettrostatiche.

● Nylon Resistenza a flessione: 50 MPa

Le parti bianche in nylon sono levigate, non abrasive e facilmente verniciabili. Possono essere rinforzate con qualsiasi fibra continua e sono ideali per vassoi porta utensili, ripetute movimentazioni e parti cosmetiche.

Fibre continue

Le fibre continue vengono deposte all'interno delle parti attraverso un secondo ugello. Non possono essere stampate da sole, ma vengono utilizzate per rinforzare le parti stampate con un materiale a base composita come Onyx.



● Fibra di Carbonio Resistenza a flessione: 540 MPa

La fibra di carbonio vanta il più alto rapporto resistenza-peso tra le nostre fibre di rinforzo. Sei volte più resistente e diciotto volte più rigido dell'Onyx, il rinforzo in fibra di carbonio viene comunemente usato per le parti che sostituiscono l'alluminio lavorato.

● Fibra di vetro Resistenza a flessione: 200 MPa

La fibra di vetro è la nostra fibra continua di livello base, che fornisce elevata resistenza a un prezzo accessibile. Il rinforzo in fibra di vetro, 2,5 volte più resistente e otto volte più rigido dell'Onyx, consente di ottenere utensili forti e robusti.

● Kevlar® Resistenza a flessione: 240 MPa

Il Kevlar® possiede caratteristiche di eccellente durabilità che lo rendono ideale per le parti soggette a carichi ripetuti e improvvisi. Rigido come la fibra di vetro ma molto più duttile, può essere usato per un'ampia varietà di applicazioni.

● Fibra di Vetro HSHT Resistenza a flessione: 420 MPa

La fibra di vetro ad alta resistenza ed elevata temperatura (HSHT) mostra la stessa resistenza dell'alluminio e un'elevata tolleranza al calore. Cinque volte più forte e sette volte più rigida dell'Onyx, è ideale per parti caricate a temperature di esercizio elevate.