



WHITE PAPER DI FORMLABS:

# Stampa 3D desktop stereolitografica

Introduzione per utenti professionisti

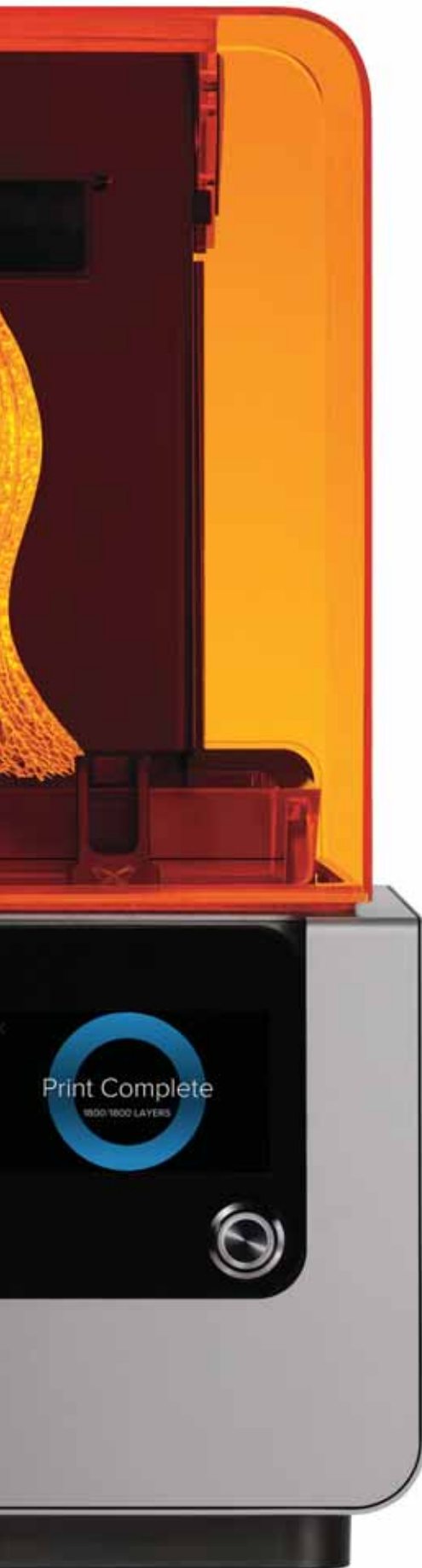
[formlabs.com](https://formlabs.com)

**formlabs** 



## Sommario

In breve . . . . .	3
Nuove frontiere nella stampa 3D . . . . .	3
Come funziona la SLA? . . . . .	4
Stampa 3D desktop, service di stampa e stampanti 3D industriali . . . . .	5
SLA desktop e altre tecnologie di stampa 3D desktop . . . . .	7
L'ecosistema Formlabs. . . . .	11



## In breve

Il panorama business è in continua evoluzione. Perché non permettere alla vostra azienda di evolversi con esso?

La tecnologia avanza a grandi passi. Le aziende e i clienti si aspettano nuovi prodotti di alta qualità in tempi brevissimi. Tutte le aziende, di qualsiasi dimensione, devono poter contare su strumenti in grado di soddisfare queste nuove esigenze e garantire il successo a lungo termine.

Questo white paper illustra:

- Come sono cambiate nel tempo le tecnologie di stampa 3D
- Le parti e i processi coinvolti nella stereolitografia
- La velocità della stampa stereolitografica desktop rispetto alla stampa 3D industriale e ai service di stampa
- The quality of desktop SLA compared to FDM
- La qualità della stampa stereolitografica desktop rispetto alla stampa FDM

## Nuove frontiere nella stampa 3D

I progressi in atto nella stampa 3D e la sempre maggiore accessibilità e convenienza della tecnologia 3D cambiano il nostro approccio alla prototipazione e produzione. Designer e progettisti possono ora cogliere opportunità veramente interessanti per riprodurre e migliorare i loro design in tempi brevi.

### STAMPA 3D: LA PRIMA ONDATA

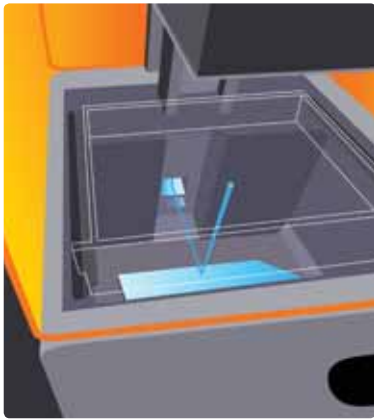
In passato, la prototipazione rapida industriale richiedeva un notevole investimento: costi di acquisto elevati, personale altamente specializzato e costosi contratti di manutenzione. Oggi, è frequente trovare le stampanti 3D industriali presso studi per la produzione di modelli e laboratori di stampa, oppure affidare i lavori in outsourcing a service esterni. Per tali motivi la stampa 3D industriale è spesso riservata ai progetti più importanti e ai modelli richiesti per la presentazione finale, anziché essere completamente integrata nel flusso di lavoro dei singoli progettisti.

## L'ARRIVO DELLA STAMPA 3D DESKTOP

La recente introduzione della stampa 3D desktop ha ampliato le possibilità di accesso a tale tecnologia. Nonostante sia stata introdotta dopo la stereolitografia, la modellazione a deposizione fusa (FDM) fu la prima tecnologia di stampa 3D a prendere piede in ambienti desktop. Si tratta di una tecnologia basata su estrusione dal costo accessibile che ha consentito il diffondersi della stampa 3D. Tuttavia, la qualità dei componenti e l'affidabilità della stampante ne hanno limitato l'uso, in quanto non soddisfa requisiti fondamentali quali la ripetibilità e l'alta qualità dei risultati.

## UNA NUOVA SOLUZIONE: LA STEREOLOGRAFIA DESKTOP

L'introduzione della stampa stereolitografica (SLA) 3D desktop in Form 2 offre la qualità della stampa 3D industriale in una soluzione desktop accessibile e conveniente. Grazie alla stereolitografia, designer e progettisti possono stampare oggetti di alta qualità direttamente dal proprio desktop, riducendo drasticamente i tempi. Quello che prima richiedeva diversi giorni se non addirittura settimane, ora può essere realizzato in poche ore.



## Come funziona la SLA?

La stereolitografia è un processo basato sulla luce mediante il quale vengono create singole sezioni (o strati) di un modello con un polimero liquido, indurito da un raggio laser. Il laser è diretto e controllato da due galvanometri. Dopo ciascuna sezione, il serbatoio della resina si allontana e rilascia il materiale indurito. La piattaforma di stampa si alza quindi da 25 a 100 micron, a seconda dello spessore di sezione specificato e si prepara al processo di solidificazione della sezione successiva. Il pezzo sembra essere prodotto capovolto, da cui il nome di stereolitografia inversa.

## COMPONENTI CHIAVE DELLA STAMPANTE

### 1. Il laser

Form 2 contiene un laser blu da 405 nm. I circuiti personalizzati attivano il laser a impulsi temporizzati, per generare l'energia necessaria a convertire il fotopolimero dal suo stato liquido iniziale allo stato solido.

### 2. I galvanometri

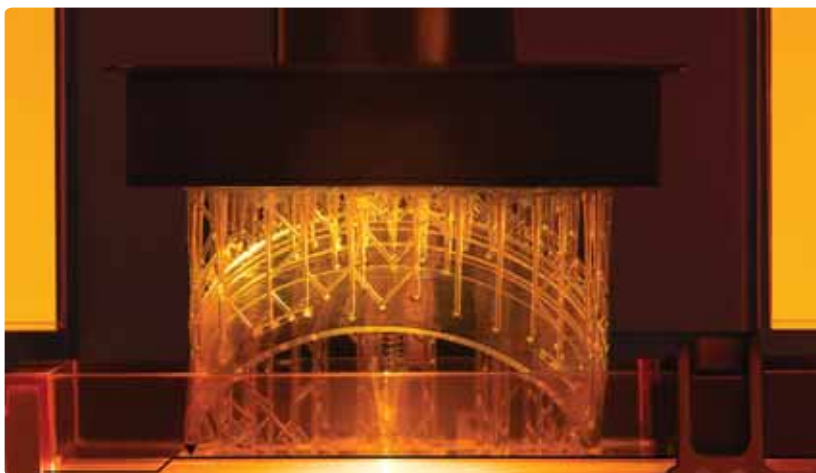
Man mano che il laser viaggia lungo il suo percorso ottico, viene riflesso da due specchi ad oscillazione rapida accuratamente regolati per posizionarlo con grande precisione. Questo hardware di controllo fa scorrere il laser ripetutamente sulla piattaforma di costruzione, centinaia o migliaia di volte al secondo con un grado di precisione submillimetrica.

#### Il processo di indurimento.

Al contatto del laser con un sottile strato di resina, questo si indurisce chimicamente e si fonde con gli strati adiacenti, per creare una parte assolutamente densa e a tenuta stagna.

### 3. Il serbatoio della resina

Il lato inferiore del serbatoio sostituibile della resina è una finestra a trasparenza ottica. Sul fondo del serbatoio si trova uno strato di silicone trasparente antiaderente, che permette al raggio laser di penetrare nel serbatoio della resina. La superficie antiaderente funge da substrato sul quale viene indurita la resina liquida e permette il distacco delle nuove sezioni.



## Stampa 3D desktop, service di stampa e stampanti 3D industriali

### PROTOTIPAZIONE RAPIDA

Le stampanti 3D desktop offrono tempi di produzione molto rapidi. Consentono di evitare i ritardi che si verificano quando si lavora con un service di stampa esterno, dovuti a tempi di preparazione, comunicazione e consegna. Con una stampante 3D desktop come la Form 2, le parti sono pronte in poche ore ed è quindi possibile stampare più parti al giorno. A parità di spessore di sezione, la Form 2 è più veloce di altre stampanti SLA desktop.

#### La startup britannica

Sutru (sotto) sviluppa dispositivi per sutura per ospedali. Utilizzando una stampante 3D Form 1+ ha potuto ridurre il ciclo di produzione da diversi mesi a pochi giorni.



### RAPIDITÀ DI MODIFICA

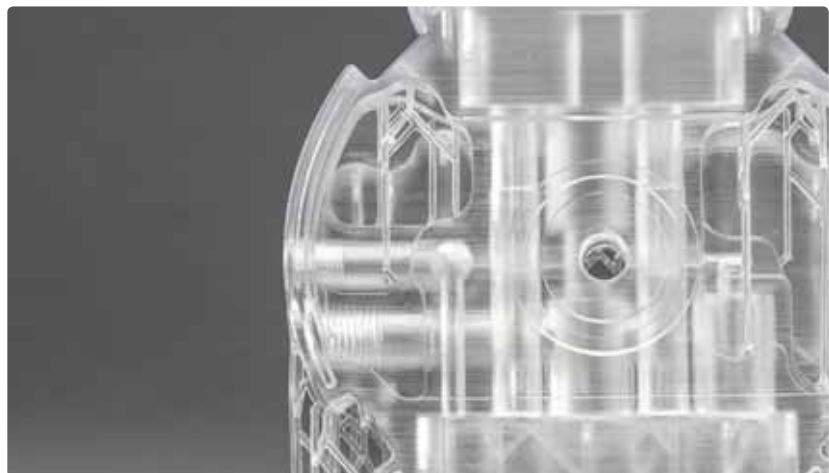
La stampa 3D desktop permette di verificare rapidamente la funzionalità e l'aspetto di un nuovo design. L'alta risoluzione della stereolitografia crea componenti funzionali di qualità adatta alla valutazione del progetto senza ulteriori esigenze di post-processing. È possibile testare direttamente i meccanismi e gli assiemi e apportarvi in pochi giorni le modifiche necessarie. Questo permette di ridurre notevolmente i tempi di sviluppo ed evita costose modifiche agli strumenti impiegati.



### RIDUZIONE DEI COSTI

Una stampante SLA industriale costa più di 60.000 dollari. Inoltre richiede tecnici con formazione specifica e contratti di manutenzione obbligatoria. Con lo stesso investimento si può acquistare un'intera flotta di stampanti desktop 3D. Con tempi di produzione più rapidi e tempi di attesa ridotti, queste macchine possono essere distribuite anche a singoli progettisti e ingegneri. Integrate nelle normali attività di sviluppo, migliorano notevolmente il flusso di lavoro di prototipazione e rendono la stampa 3D molto più accessibile.

**Riduzione dei costi.** Questo blocco (parte di un assieme robotico), è stato stampato con una Form 2, con costi ridotti rispetto alla produzione del prototipo con macchine utensili. I connettori filettati garantiscono una tenuta stagna.



#### COSTO PER LA REALIZZAZIONE DI 1 BLOCCO\*

Costo materiali Form 2	€33.03
Service di stampa Con SLA Form 2	€623.09
Alluminio prodotto da officina macchine utensili	€987.52
Numero di stampe per ammortizzare il costo della stampante	5

\*Costi del service basati su listini prezzi di utenti con 5 stelle e postazioni 3D Form 2. Preventivi per la produzione con macchine utensili ricevuti da Protolabs com. Entrambi i preventivi sono stati ricevuti a marzo 2015

L'investimento in una stampante 3D Form 2 consente di ridurre i costi rispetto all'avvalersi di un service esterno di stampa 3D e di una officina tradizionale per la produzione con macchine utensile, come illustrato nella tabella a sinistra. I costi per stampa possono essere calcolati moltiplicando il volume nel software PreForm di Form 2 per il costo della resina (0,149 USD/mL). PreForm è gratuito e può essere usato per stimare i costi prima di ordinare una Form 2.

#### LIBERTÀ DI DESIGN

Il costo contenuto e l'alta velocità della stampa 3D desktop cambia radicalmente il flusso di lavoro di progettazione. Grazie a una stampante 3D personale è possibile produrre più varianti di un progetto e sperimentare nuove idee. I team che lavorano in sedi diverse con più stampanti possono stampare e verificare i risultati in modo indipendente e condividere oggetti fisici attraverso canali digitali.



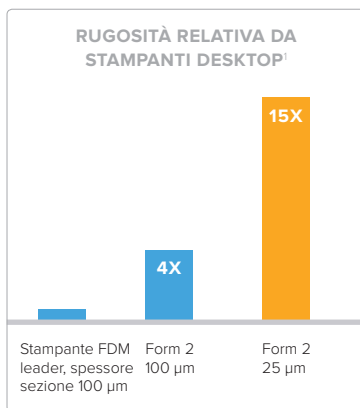
## SLA desktop e altre tecnologie di stampa 3D desktop

Le stampe 3D di alta qualità offrono grandi opportunità negli ambienti di lavoro professionali. Le stampanti SLA desktop offrono una qualità superiore rispetto alle macchine FDM.

#### FINITURA DELLA PARTE

La stereolitografia genera direttamente parti dalla superficie liscia, pronte per essere dipinte o levigate per una finitura lucida o otticamente trasparente. La qualità è ideale per le applicazioni che richiedono una finitura impeccabile, ad esempio per la microfusione per gioielleria o la galvanizzazione. Inoltre, la combinazione di finitura liscia e alta risoluzione permette di creare texture precise, e di riprodurre dettagli prima impossibili da realizzare con la stampa 3D desktop.





#### **Aree applicative:**

Modelli per presentazioni, burnout, finitura avanzata, creazione di stampi.

#### **PRECISIONE NEI DETTAGLI**

A seconda della geometria del pezzo, è possibile produrre superfici con caratteristiche positive e negative da 300 micron (0,3 mm) o ancora più piccole. La capacità di una stampante 3D di riprodurre i dettagli è importante in quanto consente di ridurre il tempo dedicato alla finitura delle stampe più grandi e di ottenere dettagli accurati nelle stampe di pezzi più piccoli, difficili da levigare.

#### **Aree applicative:**

Assiemei di precisione, gioielleria, progettazione di figurine, creazione di stampi

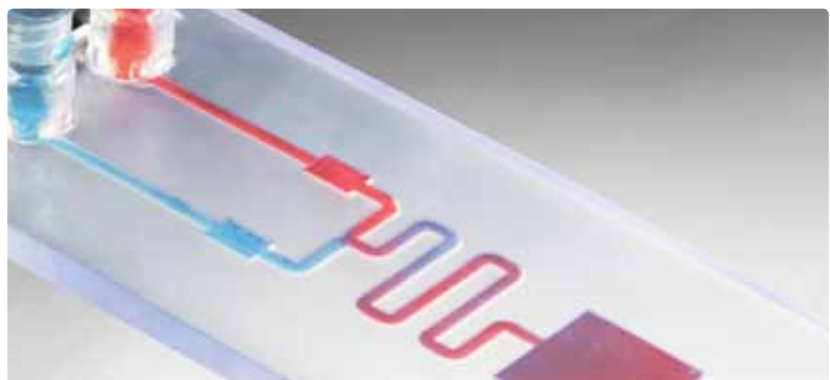
#### **TENUTA STAGNA**

La stampa FDM produce una giuntura meccanica tra le diverse sezioni. La stampa SLA, invece, crea un'unione chimica con l'interconnessione dei fotopolimeri delle diverse sezioni. Il risultato: pezzi completamente densi, con tenuta stagna ad acqua e aria e con resistenza uniforme a qualsiasi orientamento. Le parti dense offrono vari vantaggi funzionali. È possibile progettare microcanali che consentano lo scorrimento di liquidi. I pezzi possono essere filettati ed è possibile creare connessioni stagne con nastro teflon per la prototipazione pneumatica a bassa pressione. Le parti interamente dense trasmettono e rifrangono la luce. Utilizzando la resina standard trasparente si possono creare lenti o integrare trasparenza e quindi visibilità negli assiemei complessi.

**Aree applicative:** microfluidica, ricerca, prototipazione di lenti, pneumatica

#### **Blender millifluidico**

stampato con una Form 2. I fluidi vengono miscelati in canali interni. La superficie levigata permette di vedere chiaramente l'interno.

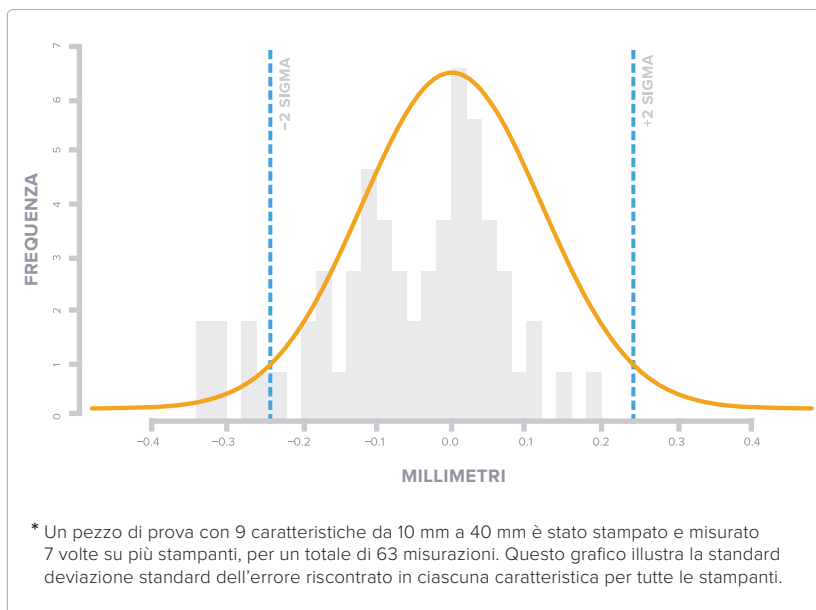




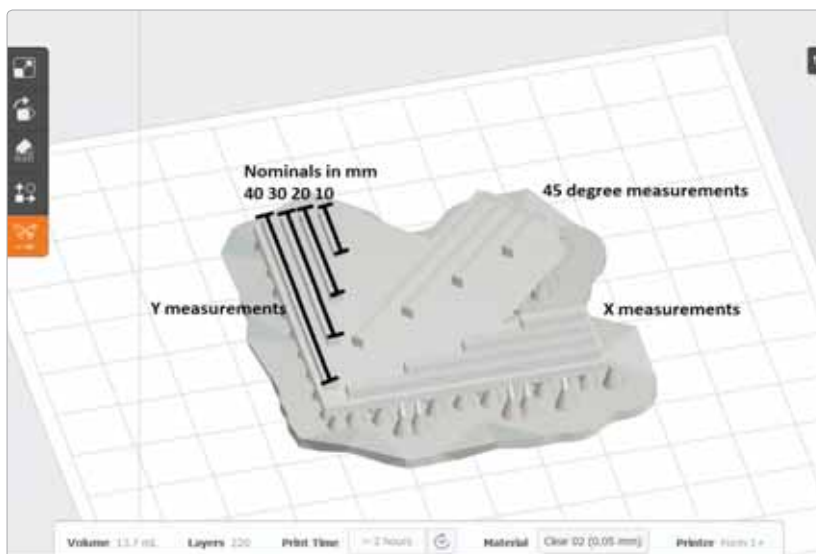
## ACCURATEZZA

Le stampanti Formlabs sono in grado di creare pezzi accurati con dimensioni ripetibili. Tale capacità è importante per i progettisti e gli ingegneri che devono creare assiemi o stampare parti per la microfusione. In test recenti, il 95% delle stampe rientravano in una tolleranza massima di 240  $\mu\text{m}$  (0,24 mm) rispetto alla dimensione prevista.

**Aree applicative:** assiemi meccanici, prototipazione, verifica di errori di progettazione



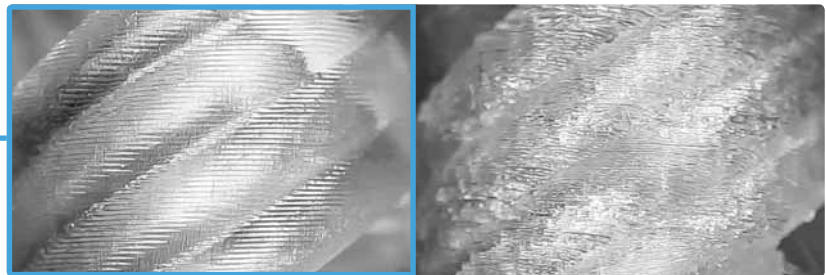
Utilizzando il file PreForm a destra, è stata realizzata una serie di stampe da cui sono state rilevate varie misurazioni. Tutte le stampe di prova sono state stampate con resina trasparente Formlabs a 50  $\mu\text{m}$  con supporti. Tutti i pezzi sono stati lavati in IPA per 15 minuti e quindi sottoposti a postcuring per 15 minuti.



## TEMPO E RISOLUZIONE

Le stampanti 3D offrono un elevato controllo sullo spessore delle sezioni e sul tempo di produzione. Con sezioni più spesse, ad esempio da 100  $\mu\text{m}$ , la stampa risulta più rapida e le sezioni sono più visibili, in particolare nel caso di lievi pendenze rispetto alla piattaforma di costruzione. Le sezioni più fini, con spessore di 25  $\mu\text{m}$ , producono superfici molto più lisce, adatte a stampi e per la riproduzione di dettagli particolareggiati, ma richiedono tempi di stampa più lunghi.

Le stampanti 3D funzionano tramite la sezione dei modelli digitali e la creazione di più sezioni (o strati) una sopra l'altra, fino a creare la forma fisica. Spesso come parametro di confronto tra stampanti 3D si utilizza lo spessore di tali sezioni, detto anche risoluzione degli strati. Tuttavia, un pezzo stampato con sezioni da 100 micron su una stampante FDM ha un aspetto diverso rispetto alla stampa a 100 micron con un stampante SLA, a causa del modo in cui vengono create le sezioni. Il processo di creazione delle sezioni ha un impatto notevole sulla qualità e sulle proprietà fisiche del pezzo finale.



**Finitura:** un pezzo creato con una Form 2 (sinistra) ha una superficie molto più liscia rispetto allo stesso pezzo stampato con una FDM desktop.



## L'ecosistema Formlabs

Crediamo che la stampa 3D deve integrarsi nei normali ambienti di lavoro. Formlabs ha quindi creato un sistema completo end-to-end che permette agli utenti di stampare in 3D direttamente dalla propria scrivania.

### **ELABORAZIONE DEI FILE CON PREFORM**

La stampa 3D con Form 2 inizia con PreForm, un software per la preparazione di file STL o OBJ per la stampa. PreForm offre diverse funzioni, due delle quali sono indispensabili per la stampa di alta qualità: orientamento e generazione di supporti. Entrambe sono automatizzate e permettono agli utenti di eseguire queste complesse attività in modo rapido e affidabile. Inoltre, PreForm ripara automaticamente i file in caso di problemi, per garantire la stampa corretta della geometria del modello. Una volta caricato il file nella stampante tramite connessione USB o Wifi, è possibile scollegare il computer e il sistema può quindi funzionare in modo autonomo, o durante la notte. PreForm è gratuito e può essere scaricato dal nostro sito web.

### **PROPRIETÀ DEI MATERIALI**

Una volta preparato un file per la stampa 3D, occorre selezionare uno specifico tipo di resina. Formlabs offre una selezione sempre più ampia di resine in fotopolimero acrilico suddivise in due categorie: Standard e Functional. Le resine Standard hanno una resistenza tensile paragonabile all'ABS monolitico in varie tonalità e trasparenze, utile per la prototipazione. Le resine di tipo Functional consentono invece ai progettisti di sfruttare le proprietà del materiale per applicazioni specializzate, ad esempio flessibilità o burnout pulito per la microfusione. Con più serbatoi a vasca che non lasciano passare la luce, i materiali

possono essere scambiati in pochi secondi e conservati vicino alla stampante.

#### **KIT DI FINITURA**

Completata la stampa, il pezzo è ancora ricoperto di resina liquida in eccesso. Ogni stampante Formlabs include un kit di finitura che semplifica la fase di pulizia. Il modello viene rimosso dalla piattaforma di stampa e lavato in alcool isopropilico per 20 minuti. Il pezzo asciugato può quindi essere facilmente rimosso con un tronchese ed è pronto per essere utilizzato.

#### **GARANZIA**

In un ambiente di produzione, i tempi di disponibilità delle macchine incidono sulla produttività. Formlabs offre con ogni stampante una garanzia di un anno e un servizio di assistenza clienti con risposta in giornata tramite e-mail. Gli utenti professionisti possono scegliere un piano di servizio aggiuntivo con formazione dedicata, supporto telefonico e trattamento prioritario.

<sup>1</sup>Rugosità relativa calcolata in base a valori di rugosità medi (Ra) di campioni piatti stampanti con orientamento a 0°, 45° e 90°, nella direzione della grana e nel senso opposto. Le misurazioni sono state rilevate in triplice copia da un profilometro Daktek 150 con impostazioni di scansione standard su un'area campione di 4000 µm.



