

Tecnologia **FDM** (Fused Deposition Modeling)
o **FFF** (Fabbricazione a Fusione di Filamento)

https://www.youtube.com/watch?v=SPtkOmP_HoA
<https://www.youtube.com/watch?v=WHO6G67GJbM>

È la tecnologia di stampa 3D maggiormente diffusa, dove la composizione dell'oggetto avviene tramite un ugello per deposizione ordinata di materiale polimerico fuso, solitamente fornito in bobine di "filo" di diametro adeguatamente calibrato (in varie misure).

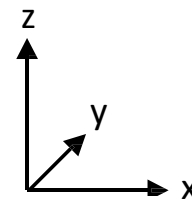


Tale tecnologia FDM fu sviluppata da *Scott Crump* alla fine degli anni ottanta (XX secolo) e fu commercializzata negli anni '90 dalla Stratasys (di cui *Crump* fu cofondatore), che detiene tale "denominazione commerciale" anche se il brevetto è scaduto nel 2009.

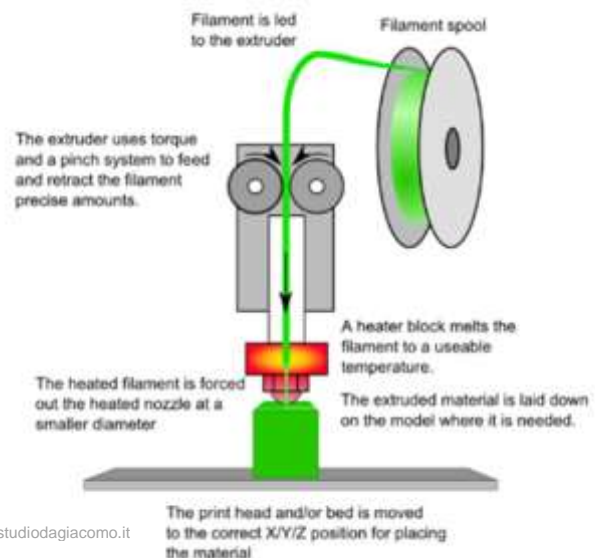
Per questo i successivi produttori di stampanti che utilizzano il medesimo principio di lavorazione hanno coniato un acronimo alternativo: FFF (Fabbricazione a Fusione di Filamento).

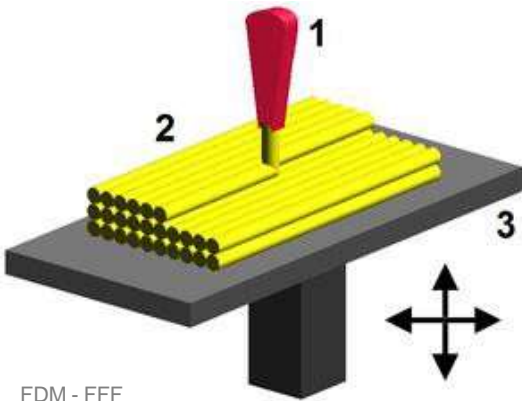
L'FDM (o FFF) lavora con principio "additivo" rilasciando il materiale fuso su strati.

L'ugello è riscaldato per poter sciogliere il materiale e può essere spostato su tre assi, quindi sia in direzione orizzontale (assi X e Y) che verticale (asse Z), da un meccanismo di controllo numerico, comandato direttamente da un software CAM (Computer-Aided Manufacturing)



Un filamento plastico (solido) viene srotolato dalla bobina nella quale è stato composto e condotto ad un ugello di estrusione dove si può avviare e fermare il flusso.

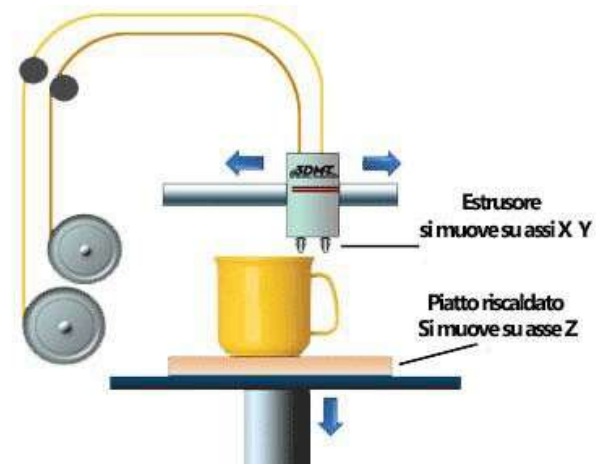
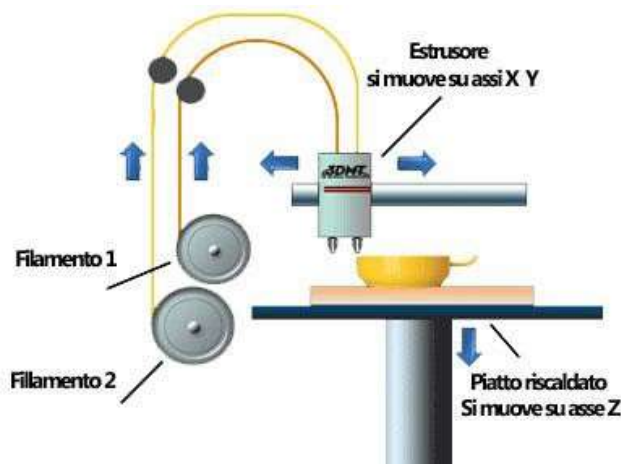




Il materiale fuso viene depositato a filamenti molto sottili, uno sull'altro, fino a formare il modello completo.

FDM - FFF

1. l'ugello fa fuoriuscire la plastica fusa
2. materiale depositato (in parte modellato)
3. tavolo mobile controllato



Nell'ambito delle tecnologie FDM – FFF non mancano le variabili; sul mercato vengono proposte sia stampanti a estrusore e filamento singolo o plurimi.



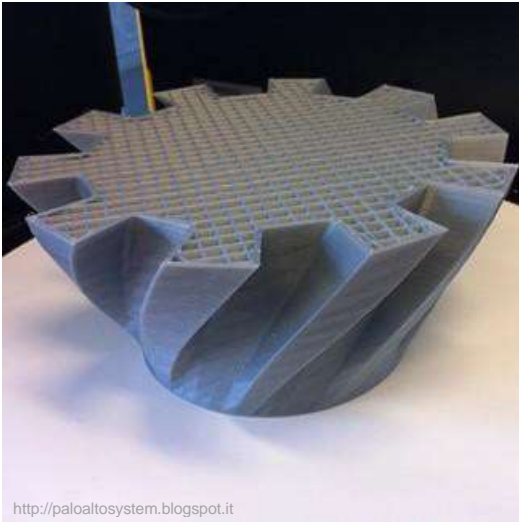
Pur non essendo i singoli filamenti miscelabili in stampa, si possono però ottenere oggetti composti da diversi colori quanti sono gli estrusori impiegati.



<https://www.youtube.com/watch?v=7GKKd5uV3lg>

La tecnica di differenziazione delle colorazioni detta MOSAIC consiste, anziché nell'utilizzo di più filamenti (con uno o più estrusori), nella colorazione di un unico filamento. Si può così ottenere un risultato migliore sia dal punto di vista della qualità di realizzazione (finitura) che visiva, priva di qualsiasi sbavatura cromatica (anche se piccola), come mostrato nella figura accanto.

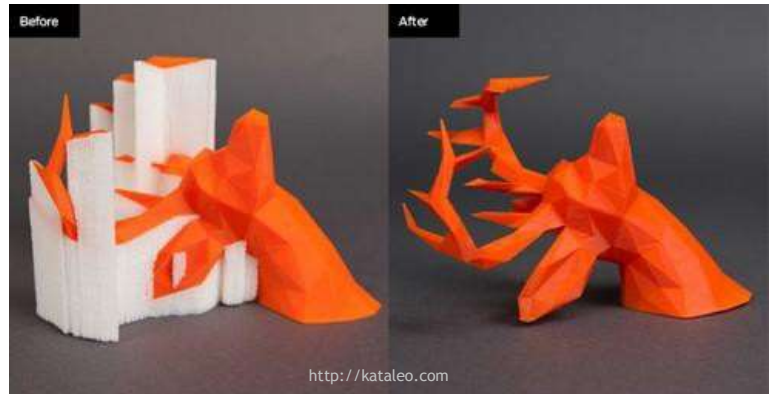
I softwares di gestione delle stampanti 3D sono in grado di generare automaticamente e autonomamente:



1. la sostituzione di parti piene con adeguate “*strutture interne*”

in modo da rendere l’oggetto finale più leggero, risparmiando tempo e materia prima

2. gli eventuali supporti necessari per le parti a sbalzo



Al termine della produzione si renderà quindi necessario asportare tutti i sostegni generati ma non previsti nel disegno di origine.

Le stampanti con singolo estrusore genereranno obbligatoriamente sostegni col medesimo materiale dell’oggetto finale, comportando a stampa completata la rimozione e le rifiniture manuali, potenzialmente imprecise e dannose per la qualità del risultato finale.

Le stampanti a duplice estrusore, invece, possono originare i supporti aggiuntivi con filamenti di materiale differenti dall’oggetto principale, quindi non fusi fra loro e pertanto più facilmente separabili, anche manualmente.

Alcuni materiali utilizzati per originare i “supporti” hanno anche caratteristiche di solubilità in acqua o altre sostanze liquide. In tal modo si ha il vantaggio di asportazione “chimica” (anziché manuale) dei supporti senza incorrere in rischi di deterioramento del risultato finale.

La relativa semplicità di tale tecnologia consente di proporre oggi sul mercato stampanti 3D a costi decisamente bassi (< € 1000), pertanto accessibili anche a piccole aziende, hobbisti e privati. Ciò contribuisce alla vasta diffusione di tale specifica tecnologia rispetto ad altre, in genere più costose.

Occorre precisare, comunque, che il costo delle stampanti 3D con tecnologia FDM non sono contenuti a prescindere. Esistono infatti alcuni modelli di stampanti professionali a tecnologia FDM che per velocità, affidabilità, versatilità, qualità di finitura del prodotto finale, dimensioni del volume di stampa ecc. sono proposte anche a prezzi molto importanti.

Nelle stampanti più economiche, in genere, si possono lavorare due tipi di materiali: ABS o PLA. Tali materiali non sono fra loro saldabili, pertanto non possono comporre pezzi fusi fra loro, ma possono venire incastrati.

Molte stampanti FDM – FFF hanno la capacità di lavorare anche altri materiali con caratteristiche differenti, come ad esempio ABS ISO, PC, Ultem, PPSF, Politermide, PA

ecc., ovvero materiali termoplastici che si fondono entro un definito valore massimo di temperatura, considerando però anche le caratteristiche di ritiro che hanno.

Una menzione a parte occorre farla per alcune stampanti 3D con tecnologia FFF, tipo WASP o Rostock, che offrono un approccio cinematico completamente differente da quello delle stampanti tradizionali sopra descritte che impiegano movimenti lineari.

Il piano di lavoro di queste stampanti è fisso, ciò rappresenta un grande vantaggio riducendo sensibilmente la necessità di effettuare le tarature di pianeità.

La testa di stampa invece si muove sui tre assi (X Y Z) azionata da tre leve snodate, che scorrono su guide verticali. L'azione combinata delle tre leve permette di muovere la testina di stampa in qualsiasi posizione nello spazio all'interno dell'area di lavoro.

I principali vantaggi di questa tecnologia sono dovuti alla radicale semplificazione della meccanica (circa il 45% di parti in meno rispetto ad una stampante tradizionale), alla possibilità di ottenere una struttura più rigida a parità di peso e alla maggiore velocità di spostamento del gruppo stampa (più leggero rispetto a quello di una stampante convenzionale).

Facili da costruire, adattabili a svariate esigenze e materiali di stampa (ABS, PLA, PA, elastomeri morbidi, ceramica, silicone, RTV), sono congeniali per realizzare oggetti delicati di grande volume.

<https://www.youtube.com/watch?v=werM34CjO3c>

<https://www.youtube.com/watch?v=11PVy4AUbeQ>

