

“Panoramica sulle Tecnologie Additive”

Prof. Luca Iuliano

Politecnico di Torino

Dipartimento di Ingegneria Gestionale e della Produzione (DIGEP)



**POLITECNICO
DI TORINO**

Team



POLITECNICO DI TORINO

Politecnico di Torino
Department of Management and Production Engineering



Luca Iuliano
Full Professor



Eleonora Atzeni
Assistant Professor



Paolo Minetola
Assistant Professor



Alessandro Salmi
Assistant Professor



Manuela Galati
Research fellow



20 ING
VENT'ANNI DI INGEGNERIA

Modena & Reggio Emilia University
Department of Mechanical and Civil Engineering



Andrea Gatto
Full Professor



Elena Bassoli
Assistant Professor



Lucia Denti
Postdoctoral fellow

*Research assistants
Ph.D. students
Master's candidates*

Collaborations for AM @ PoliTO



Prof. Luca Iuliano
Full Professor

CAD/CAE/CAM
and 3D scanning systems



Advanced
CNC machining and
additive manufacturing



Prof. Paolo Fino
Full
Professor

Material Science
and Technology



Applied Science and Technology Department

Politecnico di Torino



AMTech
Research Group

Politecnico di Torino

Department of Management and Production Engineering



Prof. Fabrizio Pirri
IIT Center Coordinator



POLITECNICO DI TORINO

Smart Factory Cluster

Projet 4 "High Performance Manufacturing"

WP6

**High performance solutions for additive manufacturing and
for micro/nano systems, fabrication of costumized lines for
mems devices testing**



L. Iuliano: Politecnico di Torino DIGEP
P. Fino, F. Pirri: Politecnico di Torino DISAT

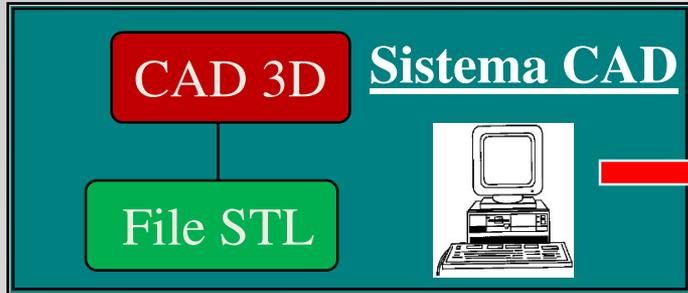
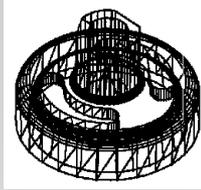
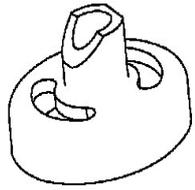


SPEA S.p.A. Volpiano (To)

Fabbricazione Additiva

La Fabbricazione Additiva (FA) è una tecnologia innovativa che rende possibile la produzione, in poche ore e senza l'uso di utensili, di oggetti di geometria comunque complessa, direttamente dal modello matematico dell'oggetto realizzato su di un sistema CAD 3D.

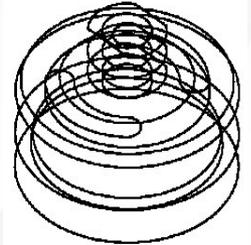
IL CICLO DELLA FA



Orientamento
Generazione supporti

Software
Macchina FA

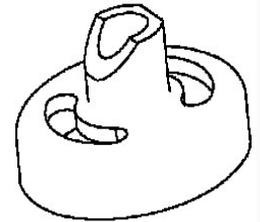
Esecuzione Slicing



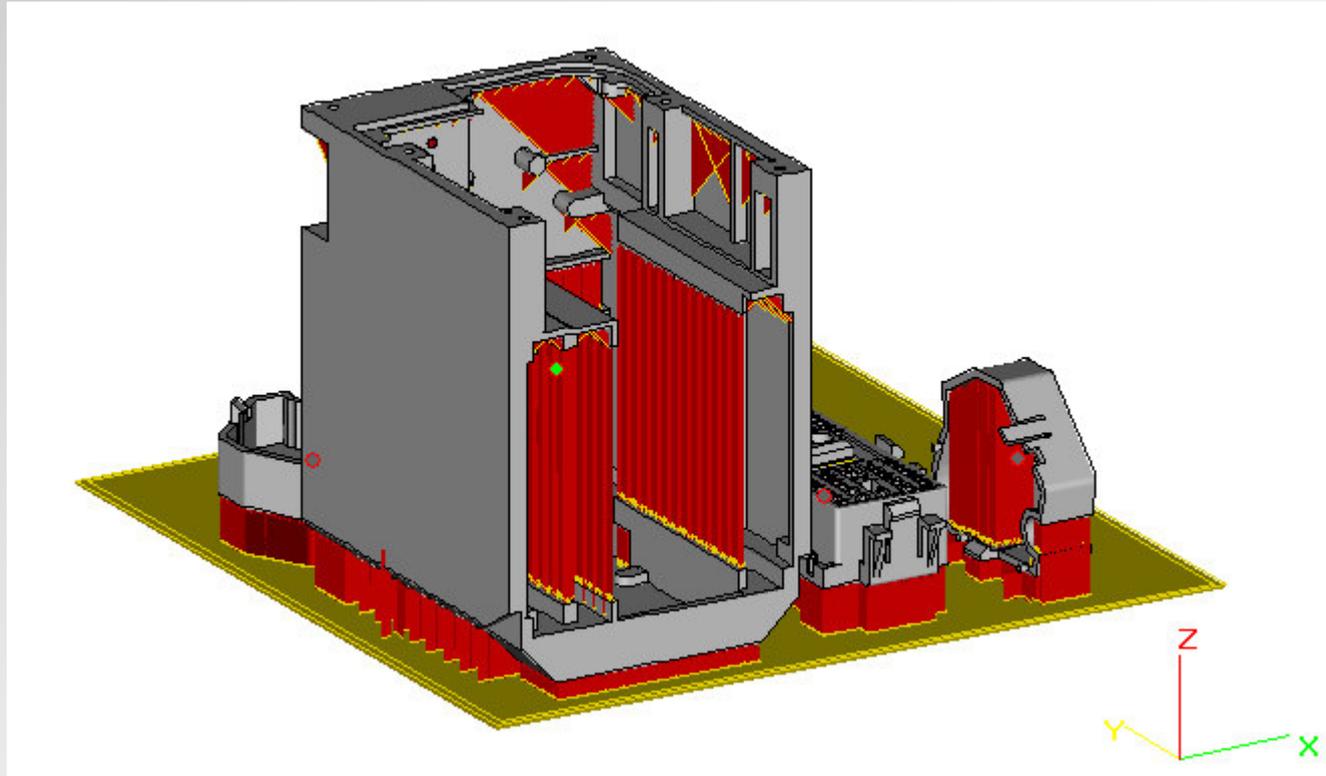
Costruzione sezioni Macchina FA

Rimozione supporti
Pulizia
Finitura

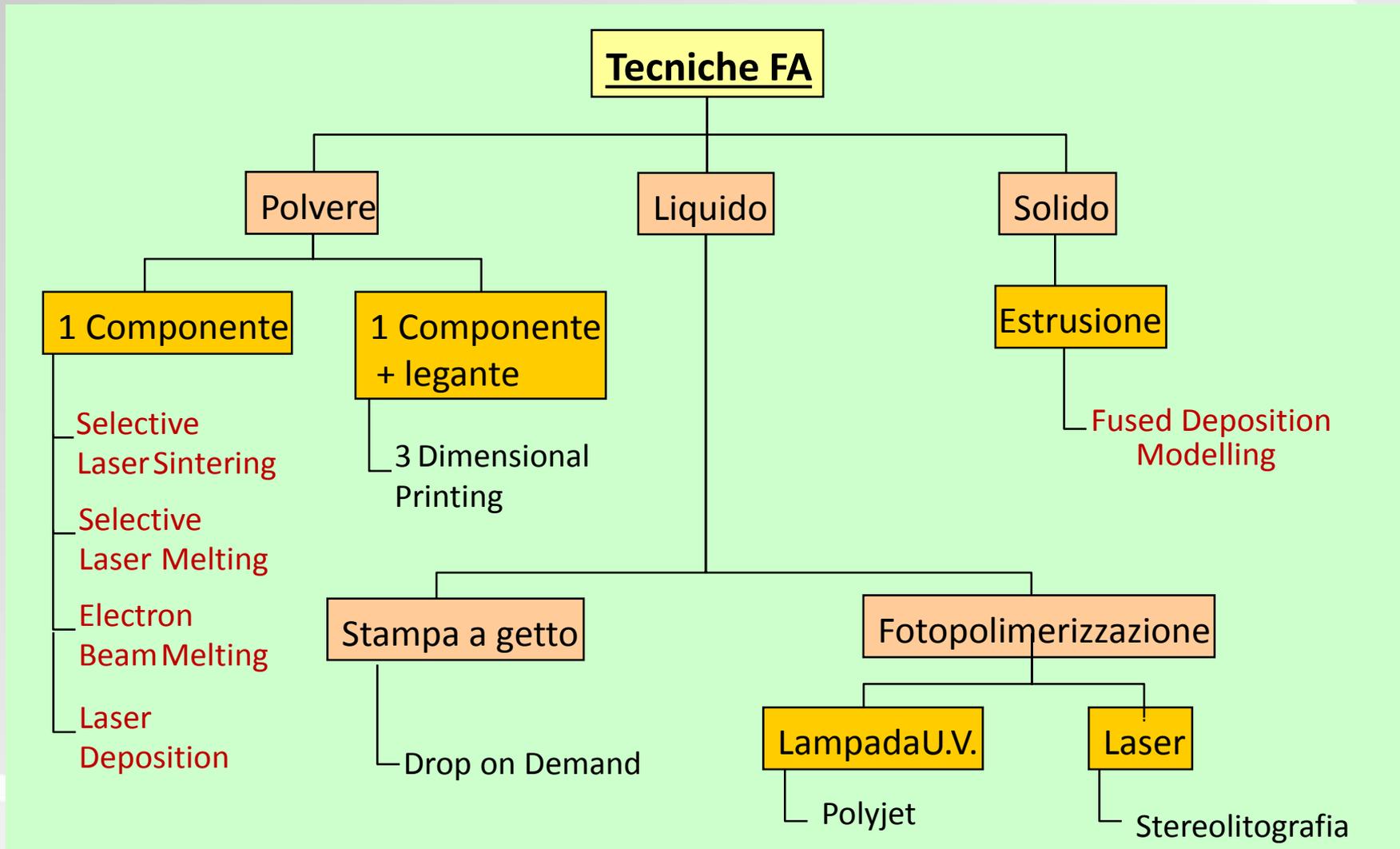
Operazioni
manuali



Tecnica che necessita di supporti

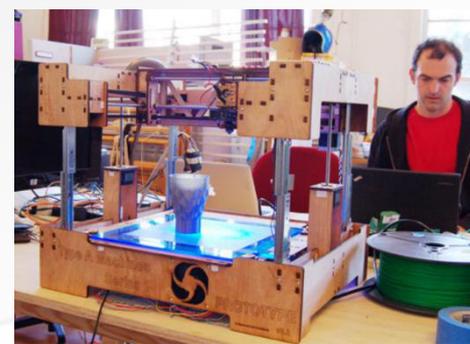
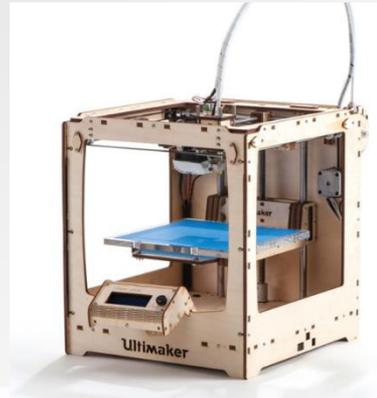
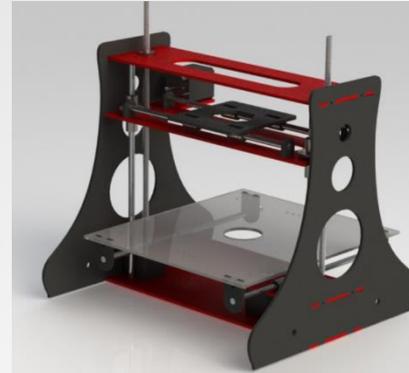
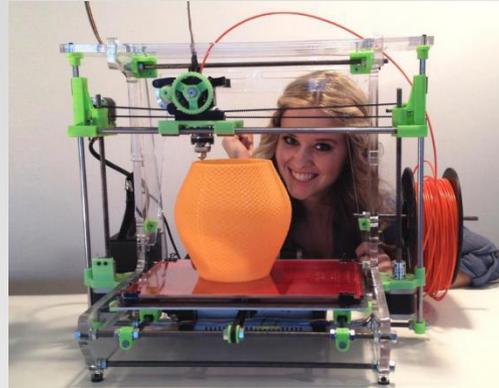
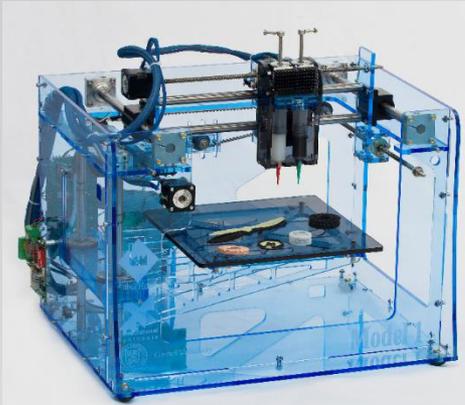


CLASSIFICAZIONE DELLE TECNICHE



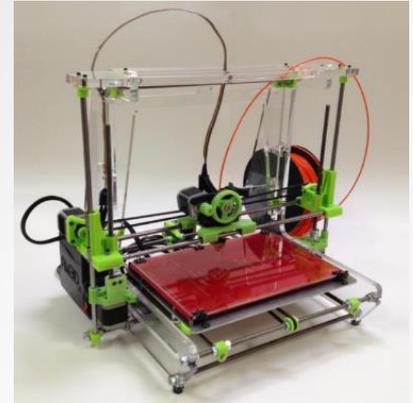
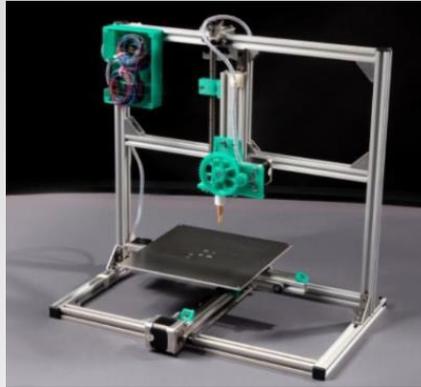
LA FANTASIA E LE ILLUSIONI

«Trappole Low-Cost» con prestazioni mediocri in termini di tolleranze, rugosità e prestazioni meccaniche;



Investimento anche inferiore a € 1000,00 con l'illusione di produrre elementi funzionali;

LA FANTASIA E LE ILLUSIONI



In caso di uso domestico:

- *che realizza il CAD 3D ?;*
- *Sicurezza di utilizzo ?*
- *Materiale sicuro a contatto con minori ?*

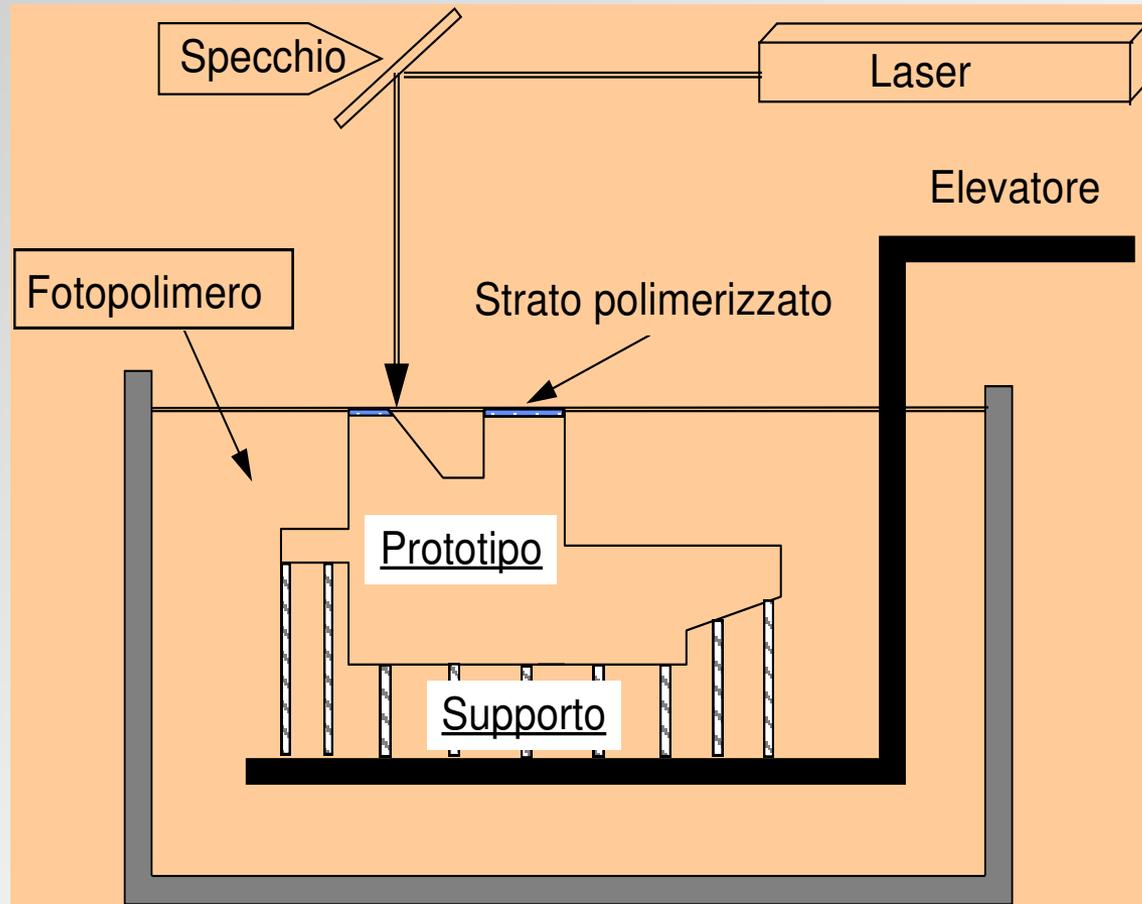
LA REALTA'

Sistemi industriali con volumi di lavoro fino al metro cubo per i polimeri, in grado di funzionare in modalità senza presidio e di assicurare adeguate prestazioni in termini di tolleranze dimensionali, rugosità superficiali e caratteristiche meccaniche;

Materiali definitivi

Listini adeguati alle prestazioni

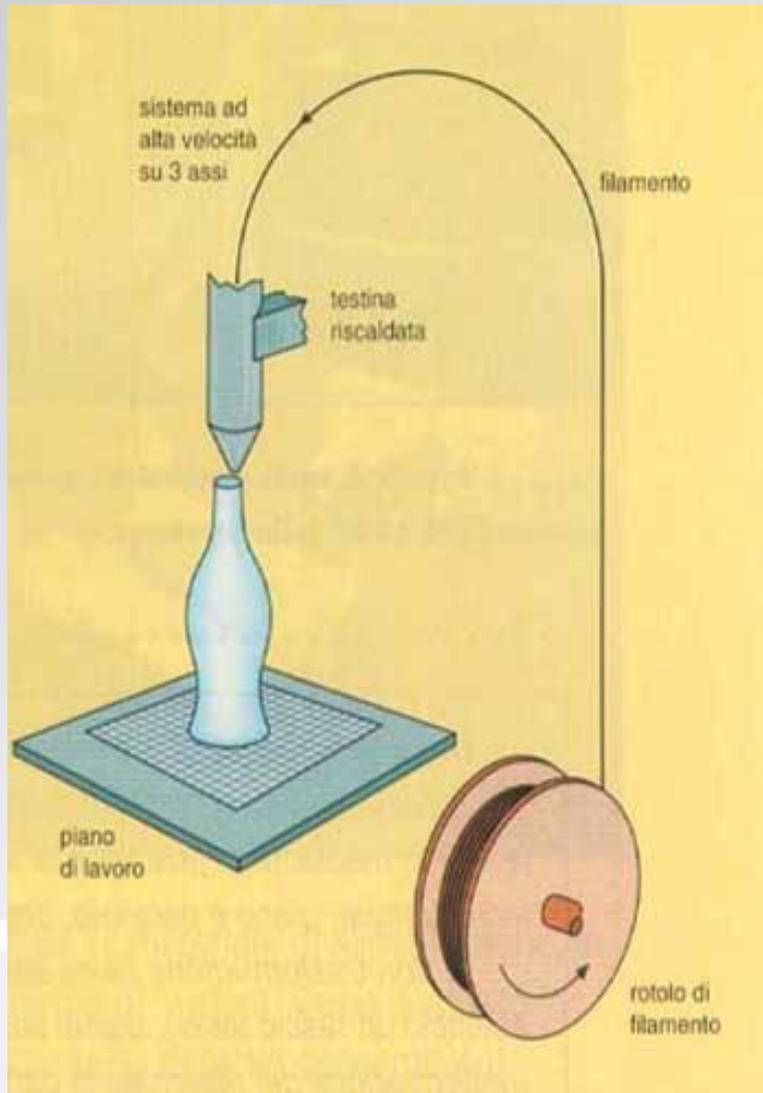
STEREOLITOGRAFIA



Produttore:
3D Systems (USA)

Materiale:
Fotopolimero (resina epossidica)

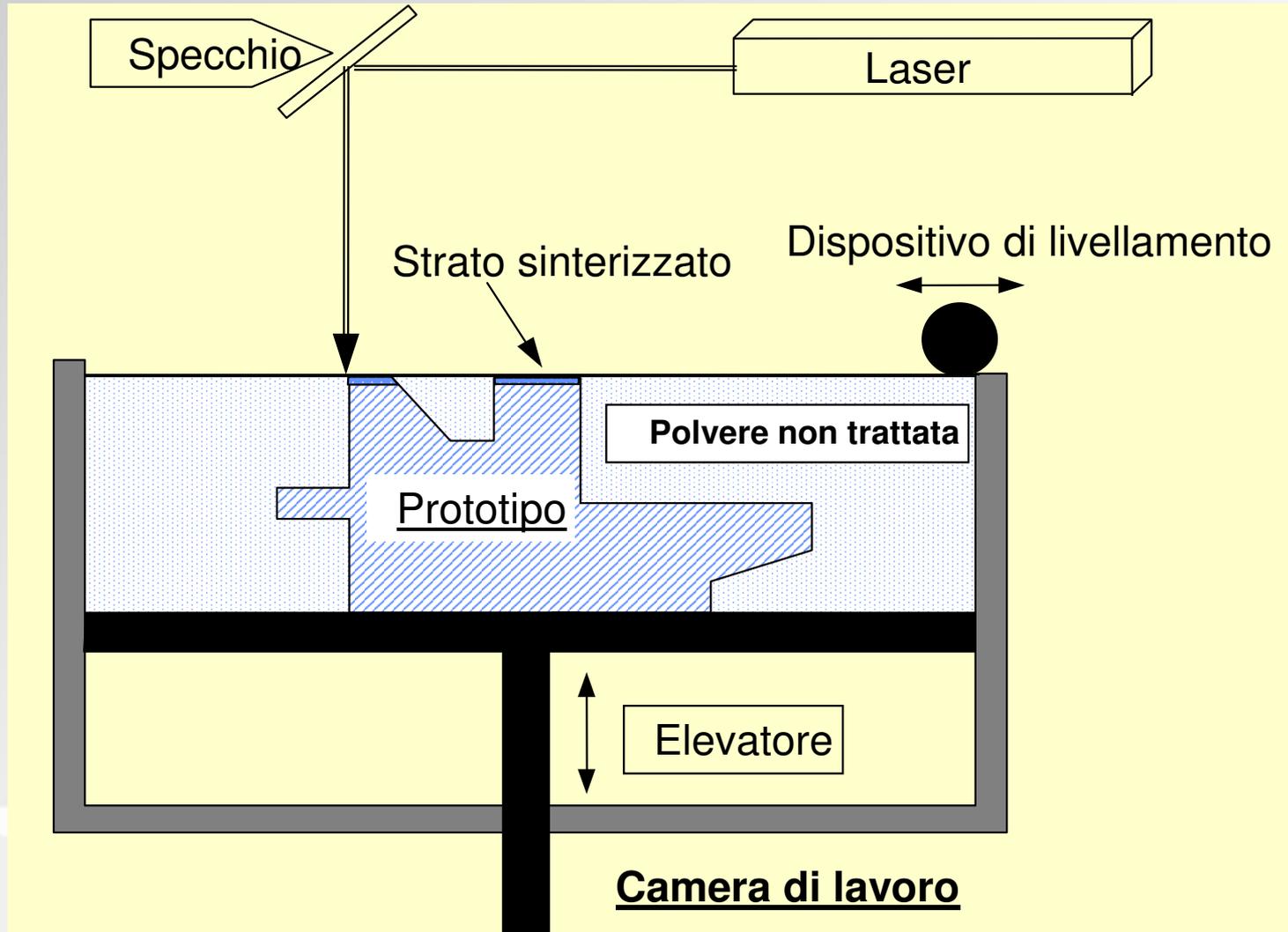
FUSED DEPOSITION MODELLING



Produttore:
Stratasys (USA)

Materiali:
**Polimeri
termoplastici**

SELECTIVE LASER SINTERING / MELTING



SELECTIVE LASER SINTERING/MELTING

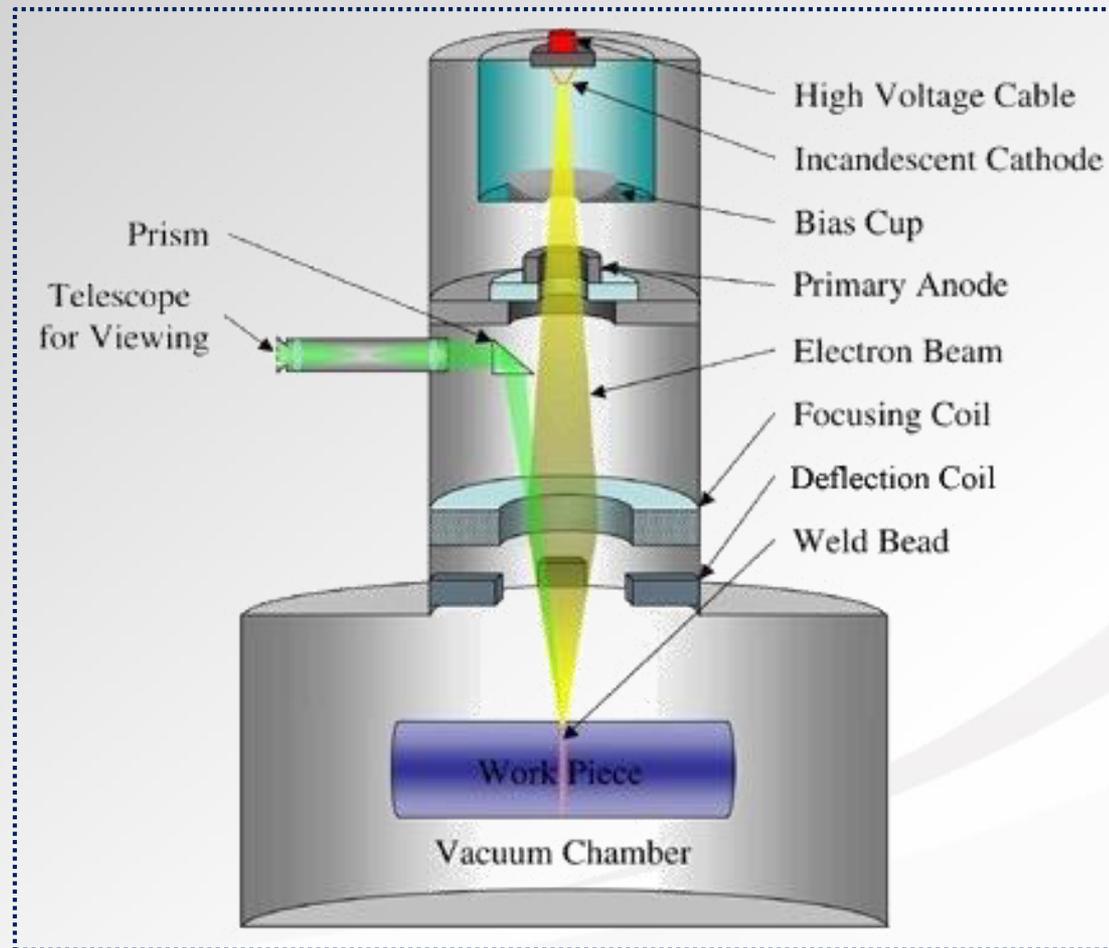
Produttori:

- 3D Systems (USA) P, M
- EOS (Germania) P, M
- Concept Laser (Germania) M
- Trumpf Sisma (Germania Italia) M
- Renishaw (UK) M

Materiali:

- polimeri termoplastici (P)
- metalli (M)

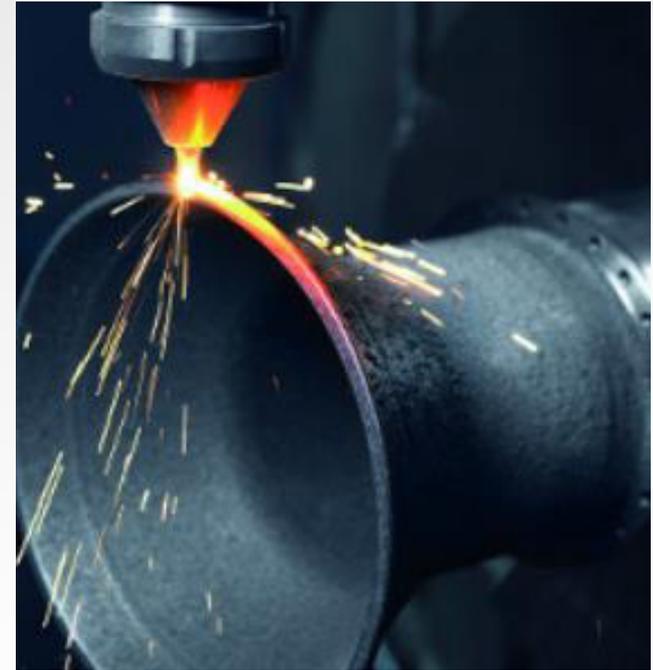
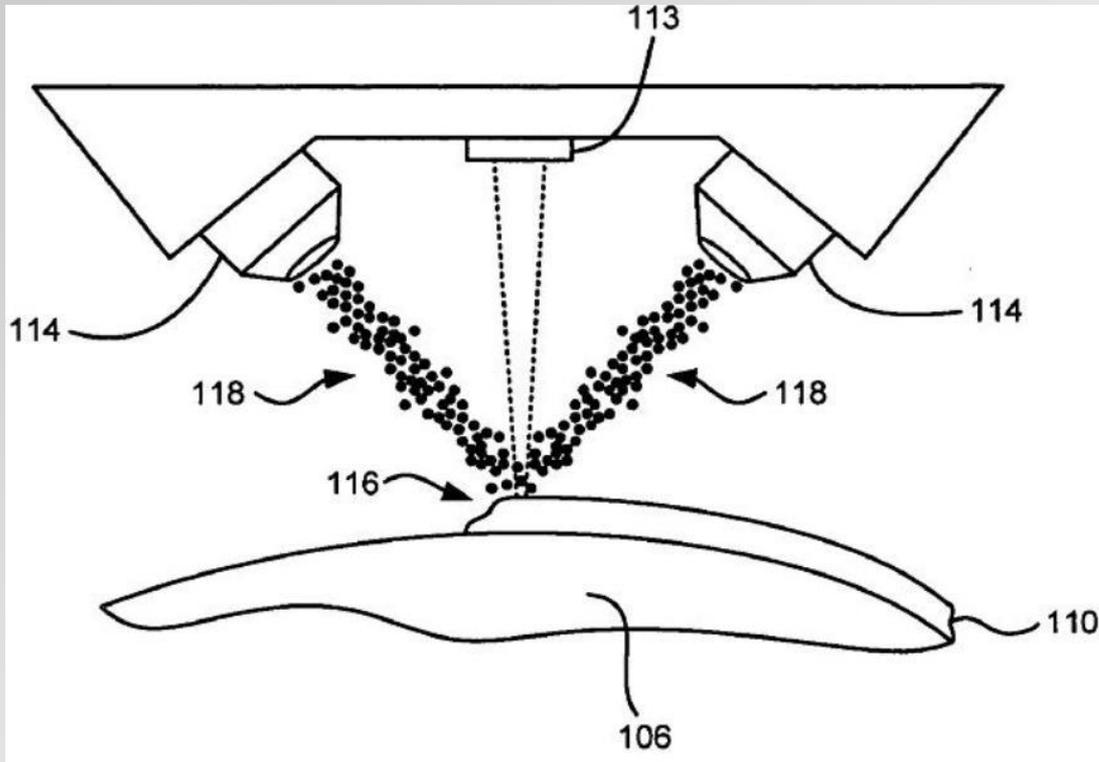
ELECTRON BEAM MELTING



Produttore:
Arcam (Svezia)

Materiali: metalli

Laser Deposition



Produttore:
DGM Mori Seiki (Giappone)
?? (Italia)

Materiali: metalli

Applicazioni

1. Elementi progettati per essere realizzati con le tecnologie convenzionali:
 - prototipi;
 - ricambi;
2. Elementi che necessitano una **riprogettazione dedicata** per la fabbricazione additiva:
 - Pezzi definitivi;
 - Stampi con canali conformali

Assenza di strumenti di progettazione CAD/CAE 3D dedicati

La progettazione per la fabbricazione additiva (DFAM)

- I principi della **progettazione per la fabbricazione additiva** (Design For Additive Manufacturing – DFAM) e le modifiche rispetto ai processi di produzione tradizionali sono già stati delineati da diversi ricercatori (Hague *et al.*, 2003; Becker *et al.*, 2005).
- Gibson *et al.* (2010) hanno definito lo **scopo** del DFAM come “la massimizzazione delle prestazioni de prodotto attraverso una sintesi delle forme, dimensioni, strutture gerarchiche e composizione del materiale soggetta al potenziale delle tecnologie additive”.
- Per perseguire tali obiettivi i **progettisti** devono considerare che:
 - la FA consente di avere sottosquadri, spessore di parete variabile e canali profondi e di geometria complessa;
 - attraverso la FA è possibile produrre componenti con complessità geometrica illimitata, che ammette forme contorte e svergolate, fori ciechi e filettature/viti con un elevato rapporto resistenza/peso;
 - La FA consente la riduzione del numero di parti: è possibile produrre direttamente un assemblato come unico componente integrando giunti e cerniere.

FABBRICAZIONE ADDITIVA (FA) LA NUOVA RIVOLUZIONE INDUSTRIAL: POLIMERI

**iPhone
Case**



Prosthesis



**Shoes
Football**



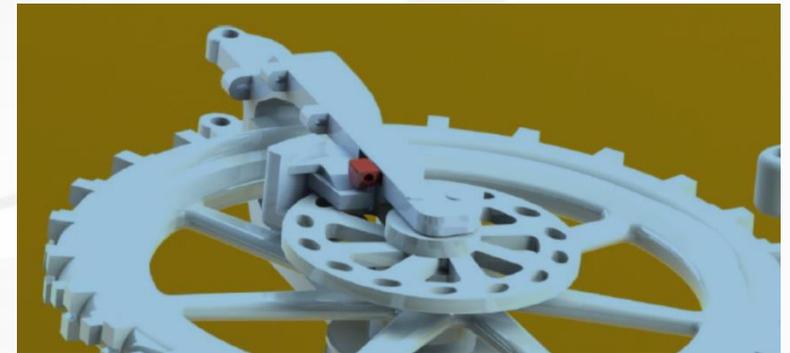
Cortex



Bike

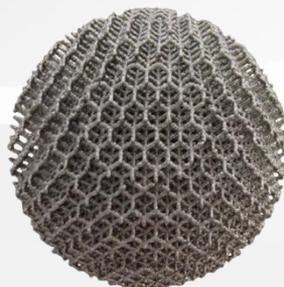
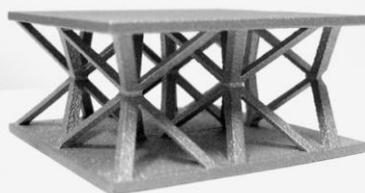
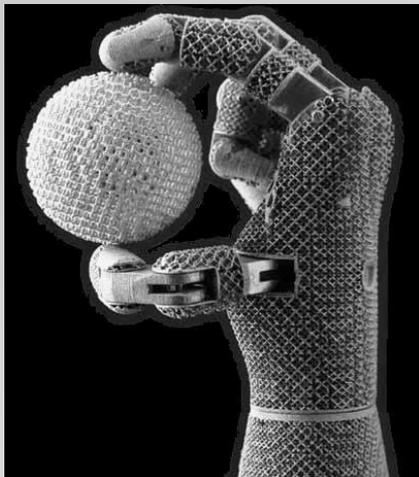
Materiali e strutture personalizzate

Progetto realizzato nell'ambito dell'insegnamento di Produzione Assistita da Calcolatore II° Laurea Magistrale in Ingegneria Meccanica



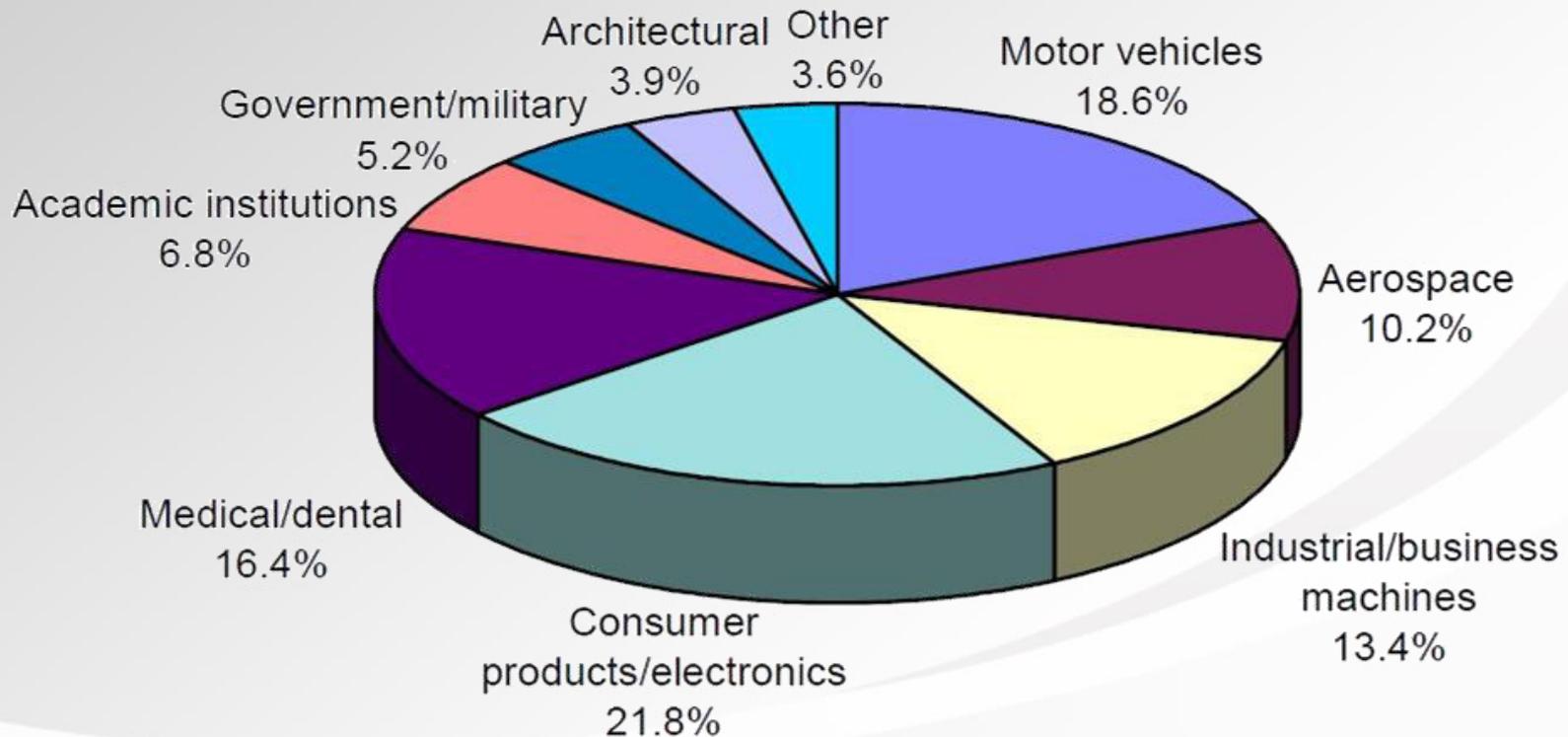
FABBRICAZIONE ADDITIVA (FA)

LA NUOVA RIVOLUZIONE INDUSTRIAL: METALLI



STATO DELL'ARTE

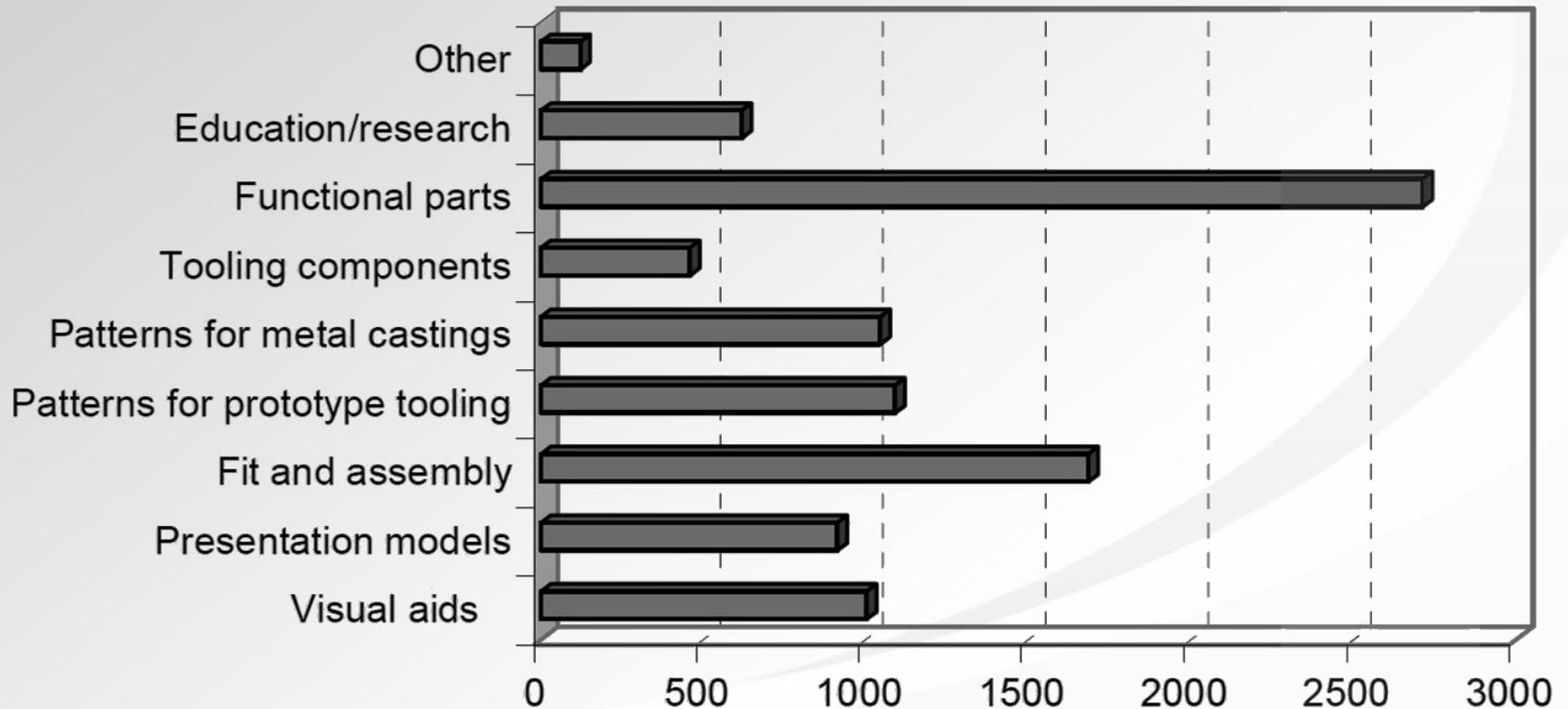
SETTORI DI IMPIEGO



Source: Terry Wohlers Report

STATO DELL'ARTE

APPLICAZIONI DELLA FA



Source: Terry Wohlers Report

STATO DELL'ARTE

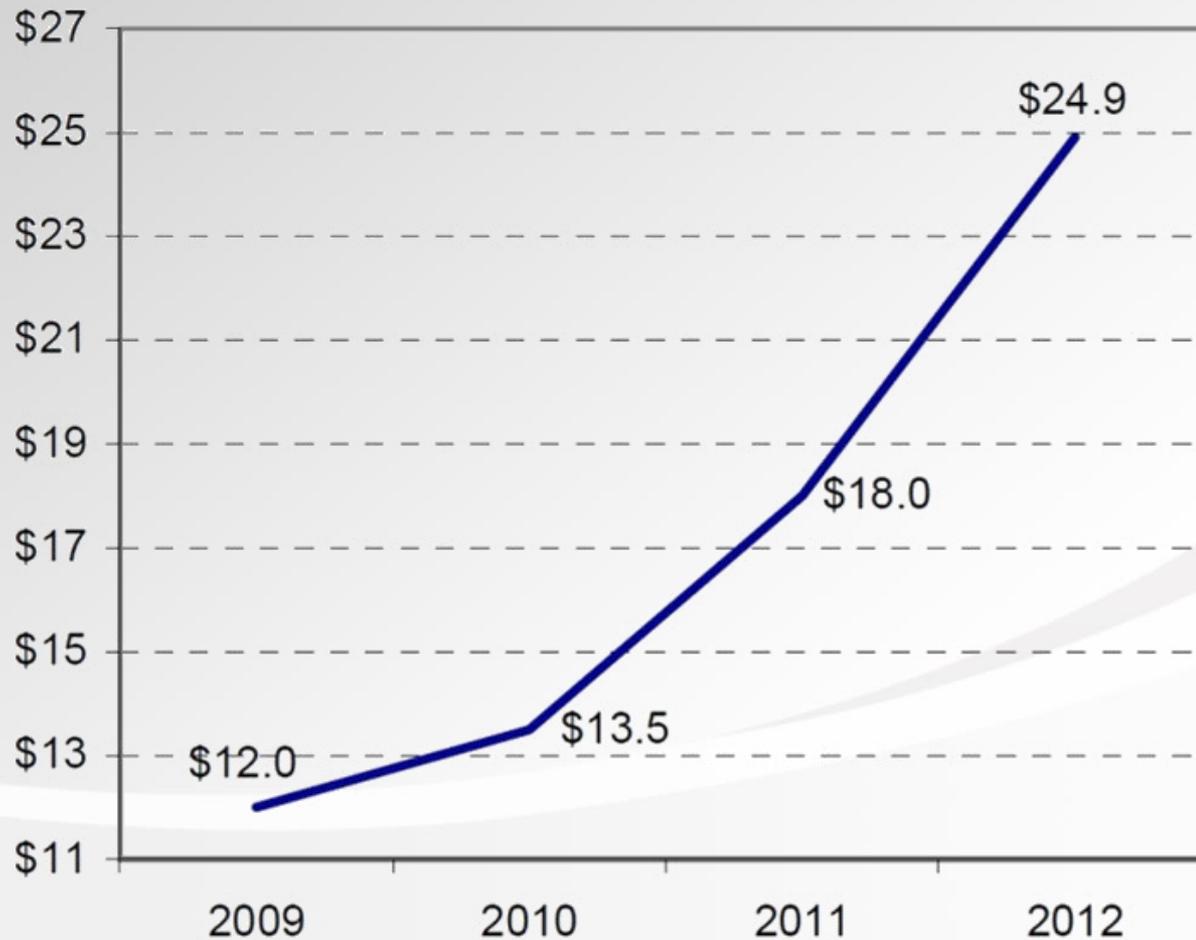
OPPORTUNITA' DI MERCATO E PREVISIONI



Source: Terry Wohlers Report

STATO DELL'ARTE

FATTURATO ASSOCIATO AL «METALLO» IN MILIONI DI \$



Source: Terry Wohlers Report

Conclusioni

- La fabbricazione additiva riduce **i tempi e i costi** di sviluppo prodotto dalla fase di progettazione a quella di produzione, perché non occorrono investimenti per la produzione delle attrezzature.
- Tuttavia il vantaggio va oltre il solo risparmio per le attrezzature grazie alla libertà delle forme e alla possibilità di **iniziare la produzione immediatamente** dopo la progettazione.
- L'analisi dei costi evidenzia come l'incidenza principale sul costo del pezzo nella fabbricazione additiva sia imputabile alla macchina;
- Non appena le tecnologie additive si diffonderanno ulteriormente e diventeranno processi produttivi comuni, sarà logico supporre una **diminuzione del costo dei macchinari** e di conseguenza, nel prossimo futuro, il punto di pareggio si sposterà verso volumi produttivi maggiori di quelli attuali

Conclusioni

- La convenienza nell'adozione della fabbricazione additiva è evidente se la **libertà delle forme** viene capitalizzata attraverso un'opportuna **riprogettazione**, in maniera tale da sfruttare a pieno le potenzialità della tecnologia additiva.
- La sinergia con l'analisi CAE consente di riprogettare un componente **ottimizzando il rapporto resistenza/peso** con l'ottica di diminuire il peso e la quantità di materiale utilizzato, rispettando nel contempo i requisiti funzionali.
- Tecnologia **"GREEN"** da integrare con le tecnologie convenzionali;
- Necessità di una **"nuova logistica"** interna ed esterna;
- Necessità di **"formazione specialistica"** del personale.