

DIAM

IL nuovo centro ricerche
SU
Metal AM
presso la Sezione INFN di Padova
ing. Adriano Pepato

diam.pd.infn.it

La Sezione INFN di Padova sta acquisendo due macchine per la stampa additiva metallo:

- MAMPM_100: specifiche tecniche riportate in Tabella 1;
- MAMPM_250: specifiche tecniche riportate in Tabella 2.

La tecnologia additiva va ad integrare le attrezzature disponibili nella nostra OM oltre alle attrezzature disponibili presso i vicini LNL.

Il Laboratorio AM di INFN PD si propone anche come Servizio alle proposte di progetto dei Laboratori e Sezioni INFN.

E' nostro interesse poter far parte di una rete di iniziative con realta' regionali, interregionali ed internazionali, per lo scambio e condivisione delle proposte di ricerca, formative, di condivisione delle attrezzature (laddove possibile), oltre che dei risultati.

Fondamentale la collaborazione con DII (Dipartimento di Ingegneria industriale), TeSi, PoliTo, PRO-M, CERN Eng Dpt, LPW Technology Ltd, per condividere le conoscenze e le attrezzature (SEM, spectrophotometry, laser diffraction, flow analyses, full mechanics compression/traction ASTM testing, EDS, DTA/TG analisi, trattamenti termici e superficiali).

Caratteristiche tecniche	Definizione requisito
Laser allo stato solido in fibra	Potenza minima della sorgente di 200 W
Ottica di focalizzazione	Configurazione ottica a campo piatto di tipo f-theta
Diametro del campo di lavoro in pianta (minimo)	100 [mm]
Altezza utile netta del campo di lavoro (minimo)	90 [mm]
Diametro del fascio laser	Massimo 40 μ m
Lunghezza d'onda della radiazione	900-1200 nm
Ripetitività della posizione dello scanner	< 22 μ rad
Drift dello scanner a lungo termine, oltre le 8 h (T=cost)	< 20 μ rad
Ripetibilità della posizione del sistema elevatore	<=0,002 mm
Percentuale ossigeno nella camera di processo durante l'esercizio	<0,1-1%
Altezza di costruzione utile netta	Maggiore o uguale a 90 mm
Velocità di scansione del laser	Maggiore di 5 m/s
Spessore dello strato minimo	Minore di 30 μ m

Caratteristiche tecniche	Definizione requisito
Laser allo stato solido in fibra	Potenza minima della sorgente di 350 W
Ottica di focalizzazione	Configurazione ottica a campo piatto di tipo f-theta
Dimensioni del campo di lavoro in pianta (minimo)	X=250 [mm]; Y= x 250 [mm]
Altezza utile netta del campo di lavoro (minimo)	Z= 250 [mm]
Diametro del fascio laser	Massimo 100 μ m
Lunghezza d'onda della radiazione	960-980 nm
Ripetitività della posizione dello scanner	< 11 μ rad
Drift dello scanner a lungo termine, oltre le 8 h (T=cost)	< 20 μ rad
Ripetibilità della posizione del sistema elevatore	<=0,005 mm
Percentuale ossigeno nella camera di processo durante l'esercizio	<0,1%
Altezza di costruzione	Maggiore o uguale a 250 mm
Velocità di scansione del laser	Maggiore di 5 m/s
Spessore dello strato minimo	Minore di 30 μ m
Lavorazione diversi materiali (vedere parameter datasheet)	Certificazione delle caratteristiche meccaniche del prodotto finito

Il principale impegno del DIAM è sicuramente lo sviluppo e la diffusione della tecnologia additiva secondo:

- lo sviluppo di nuovi materiali
 - l'attività nell'ambito dell'HEP (parti di rivelatori e macchine acceleratrici forniscono molte opportunità).
- l'individuazione di nuovi settori di applicazione
 - la collaborazione con le aziende per verificarne le possibilità di implementazione nel ciclo produttivo.

Gli strumenti di finanziamento della ricerca:

- nell'ambito HEP (finanziamenti interni per R&D)
- nell'ambito industriale:
 - partecipazione ai Bandi POR-FSE (finanziamenti assegni di ricerca)
 - partecipazione ai Bandi RIR (finanziamento di attrezzature e condivisione progetti con ampio novero di aziende).

- L'adozione della tecnologia di manifattura additiva ha portato ad un rapidissimo sviluppo della ricerca scientifica e tecnologica su nuovi materiali, sia compositi che micro-strutturati.
- La disponibilità di materia prima nella forma di polveri atomizzate ha limitato la gamma di metalli processabili: disponibilità ancora esigua (e.g.: Niobio per cavità super-conduttive R. Gerard CERN).
- La ricerca industriale ed accademica sta sviluppando sia nuove tecniche di produzione delle polveri metalliche sia nuove leghe studiate specificatamente per SLM AM.
- Forte interesse per l'adozione di questa tecnologia nell'ambito della HEP, dello Space experiments e della fusione nucleare: la quasi totalità degli enti di ricerca sta acquisendo attrezzature e promuovendo attività su implementazione di nuovi materiali (CERN, CEA, ASI, CIEMAT, ..).

Metal Materials

In Use			Under development	
HastelloyX	In718	In625	In713	17-4
Ti64	TiCP	CoCr	Al 7050	Copper
PH1 (15-5)	316L		Niobium	Tungsten
Maraging Steel (MS1)			CM247LC	
AlSi10Mg			High Temp Copper Alloys	

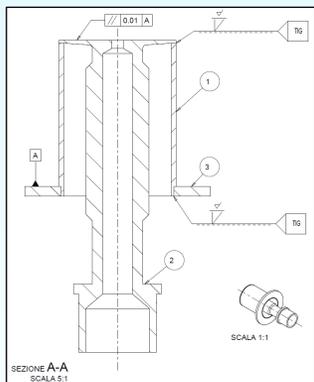
Molto promettente lo sviluppo di:

- materiali refrattari (Ta, W-Ni, Nb).
- sviluppo di leghe direttamente in macchina
- molto interesse su CuC2 e leghe di Cu (ITER, NASA, ASI).

Catodi per sorgenti di ionizzazione per la sorgente al plasma del Progetto SPES LNL.

- Il catodo viene riscaldato per effetto Joule fino a 2000 °C per massimizzare l'intensità del fascio di elettroni emessi, necessari alla ionizzazione dei materiali illuminati.
- L'omogeneità della temperatura e la stabilità dimensionale sono fondamentali per l'uniformità del fascio.
- Attualmente il catodo viene prodotto saldando tre componenti (electron-beam welding, laser welding, etc).
- Tali processi pregiudicano l'allineamento delle parti, l'ispessimento dei cordoni, la purezza del materiale, riducendo sensibilmente le prestazioni della linea di fascio ionizzante.

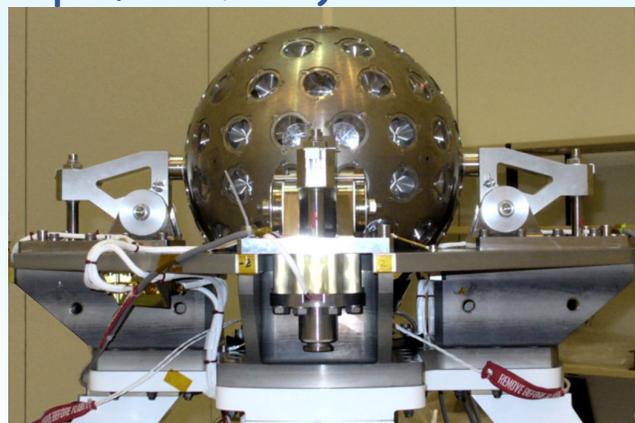
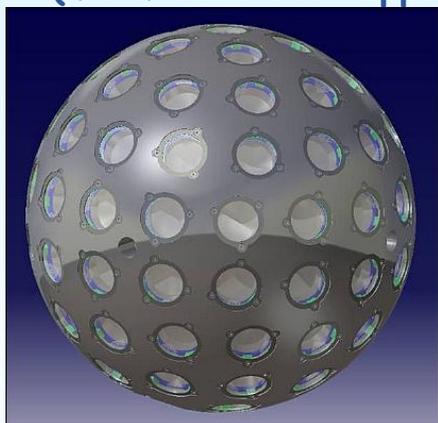
I risultati dell'R&D con tecnologie disponibili non sono soddisfacenti.



Materiale: Tantalio
Temperatura di esercizio: 2000 °C
Stabilità della temperatura
Stabilità termomeccanica
Purezza del materiale (contaminanti)
Complessità geometrica.
Lavorazioni meccaniche.

Nuova generazione di satelliti LARES (Laser Relativity experiments) per la misura dell'effetto Lense_Thirring con errore <1%.

- Il progetto scientifico è quello di verificare la predizione della Teoria della Relatività di Einstein in condizioni di minime perturbazioni gravitazionali.
- Si deve realizzare una sfera omogenea massiva con 240 cavità di alloggiamento dei sensori CCR (Cube Corner Reflector).
- Il primo LARES e' stato realizzato tramite sinterizzazione in fase liquida di una lega di tungsteno (minimizzazione rapporto superficie/massa).

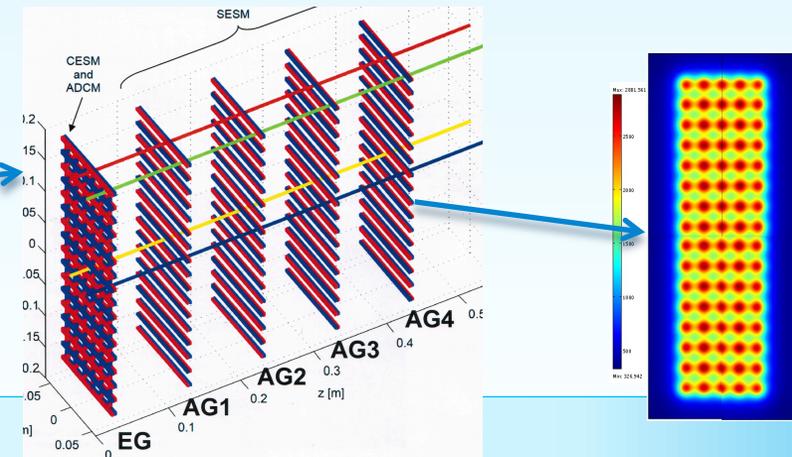
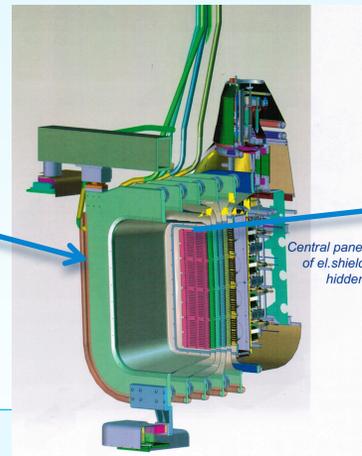
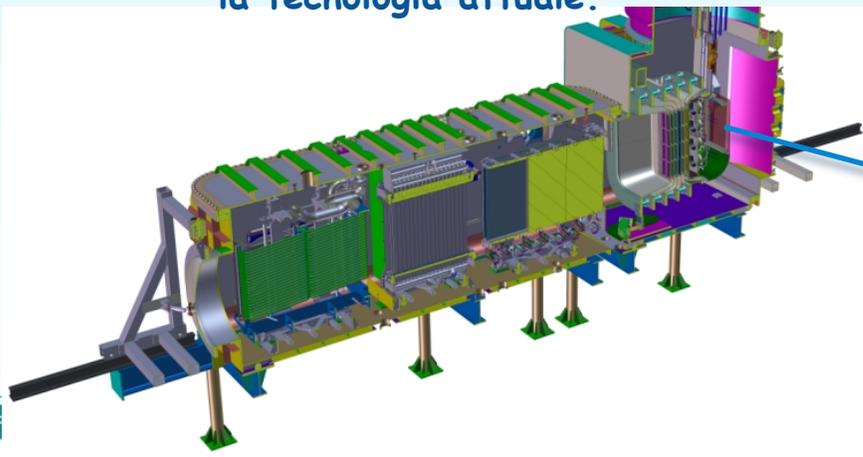


- Approccio additivo ridurrebbe la quantità di materiale da rimuovere per realizzare sia la sfera che le cavità.
- Nuovi layout con struttura complessa del nucleo della sfera mantenendo simmetria sferica bilanciata ottimizzando D_e /Payload e stabilità termomeccanica.
- Leghe di tungsteno quasi puro già disponibili in SLM: ideali per valutare combinazioni di densità.
- possibilità di implementare nuove leghe di tungsteno e tantalio tungsteno ad alta densità.
- la scelta del materiale dovrebbe essere definita a breve dal PI (Principal Investigator)
- la soluzione AM costituisce comunque una proposta di R&D per fasi successive al lancio di Satelles che sarà realizzato con tecnologie sottrattiva (lancio previsto nel 2018).



Sviluppo del modello delle griglie di accelerazione per i fasci di atomi di deuterio che forniscono energia al plasma di ITER: NBI (Neutral Beam Injector).

- Le griglie di accelerazione del NBI_ITER sono la parte più challenging dell'esperimento MITICA.
- La tecnologia AM risulta estremamente promettente per la produzione di parti chiave del reattore ITER perché permetterebbe di ridurre drasticamente il numero di giunzioni tra elementi.
- La tecnologia AM è già stata studiata per produrre i canali di raffreddamento in Cu del fasciame di DEMO (high heat flux components; S. Zinkle, Univ. Tennessee);
- Elementi chiave:
 - produzione canali chiusi con geometria complessa (flat channels) con inserzione di strutture reticolari per massimizzare lo scambio termico e la rigidità del canale (processo di elettrodeposizione galvanica per chiusura canali e giunzione);
 - realizzazione di magneti permanenti in Neodimio (Nd-Fe-B) con stabilità in temperatura superiori a quanto ottenibili con la tecnologia attuale.



ing. Adriano Pepato INFN PD

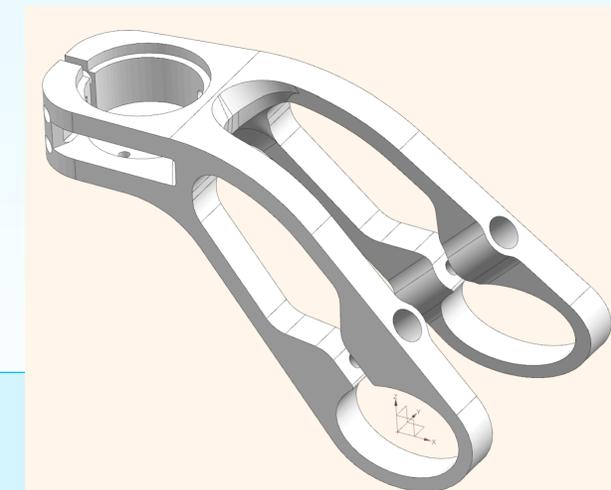
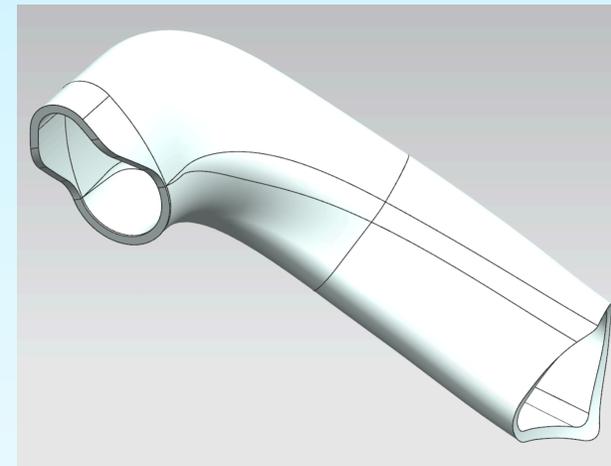
L'INFN PD ha partecipato al finanziamento POR-FSE per l'anno 2017-2018
 "Applicazioni innovative di Additive Manufacturing nei settori calzaturiero e biomedicale in Veneto"

Le aziende partners erano:

- Tacchificio Riviera Srl e Del Brenta Srl: "miglioramento nel processo della produzione di stampi per la produzione indiretta di tacchi etc.";
- Rehateam Srl: "miglioramento nel processo di produzione di componenti per carrozzine per disabili tramite riduzione del peso e dei componenti";
- Politecnico Calzaturiero SCARL: "supporto all'attività di servizio per le aziende del settore calzaturiero e della moda, integrando le potenzialità disponibili per la stampa additiva di resine e plastiche"

Purtroppo per motivi formali (non a nostra conoscenza inizialmente), il progetto non è stato ammesso alla fase di valutazione.

Da parte nostra rimane comunque l'impegno ad affiancare le aziende coinvolte almeno nella parte di progettazione e concezione dei componenti e materiali.



L'INFN PD è partner della RIR M3 net (presentazione prof. P. Bariani).

La RIR ha visto l'adesione di circa una quarantina di aziende medio piccole del territorio ed uno degli elementi di aggregazione nell'ambito dello Smart Manufacturing è la stampa additiva metallo.

il DIAM metterà a disposizione le sue competenze ed attrezzature per lo sviluppo dei progetti e delle collaborazioni all'interno della RIR.

Da parte nostra rimane comunque l'impegno ad affiancare le aziende coinvolte almeno nella parte di progettazione e concezione dei componenti e materiali.

Elemento fondamentale per la crescita e lo sviluppo della tecnologia AM è:

- caratterizzazione di nuovi materiali (HEP, aerospace, etc.);
- individuazione di nuovi settori di applicazione della tecnologia AM;
- formazione di personale nell'ambito specifico della tecnologia AM, completandone le competenze su tutti gli strumenti fondamentali per l'ottimizzazione del processo e del prodotto, ovvero
 - CAD meccanico
 - simulazione FEM
 - post processing
 - trattamenti termici e superficiali
 - test di qualificazione dei materiali e dei processi, controlli non distruttivi, etc.
 - lavorazioni meccaniche CAM
 - metrologia
 - conoscenza approfondita delle macchine e dei software AM.
- molto challenging la diffusione e lo sviluppo di software quali NX Siemens che integrano pacchetti AM tra i moduli disponibili, fornendo una piattaforma di lavoro completa.

GRAZIE PER LA VOSTRA ATTENZIONE