



Politecnico  
di Torino



LAB@Polito  
MATERIALS & JOINTS

**4 maggio 2021** ore 11.00/12.30  
Piattaforma Zoom (link fornito dopo iscrizione)

EVENTO DI PRESENTAZIONE

**dell'infrastruttura DJ-Lab@Polito**

**“Giunzioni e materiali innovativi  
al servizio delle aziende”**



Alessandro Bertarelli - 4 maggio 2021



REGIONE  
PIEMONTE

per una crescita intelligente,  
sostenibile ed inclusiva  
[www.regione.piemonte.it/europa2020](http://www.regione.piemonte.it/europa2020)  
INIZIATIVA CO-FINANZIATA CON FESR



Politecnico  
di Torino



LAB@Polito  
MATERIALS & JOINTS

EVENTO DI PRESENTAZIONE

**dell'infrastruttura DJ-Lab@Polito**

**“Giunzioni e materiali innovativi  
al servizio delle aziende”**

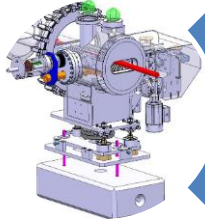
Alessandro Bertarelli, CERN, Ginevra

Lorenzo Peroni, Politecnico di Torino



REGIONE  
PIEMONTE

per una crescita intelligente,  
sostenibile ed inclusiva  
[www.regione.piemonte.it/europa2020](http://www.regione.piemonte.it/europa2020)  
INIZIATIVA CO-FINANZIATA CON FESR



Design, Simulazioni,  
Misure Meccaniche

- Il più importante **Ufficio Tecnico del CERN**. Supporto in design meccanico a progetti di acceleratori e detettori. ~50 progettisti. CAD Catia V5
- **Unità di Ingegneria**: analisi e simulazioni avanzate termo-meccaniche, dinamiche, strutturali
- **Laboratorio di Misure Meccaniche**: test meccanici, misure vibratorie e di pressione, caratterizzazione termo-fisiche da -200°C a 2000°C



Materiali, Analisi,  
Metrologia

- **Analisi di materiali e metallurgia**: microscopia ottica e elettronica (SEM, FIB), XRD, caratterizzazione di film sottili, analisi micro-meccanica, meccanica della frattura
- **Controlli ND**: ultrasuoni, radiografia, microtomografia computerizzata
- 350 m2 di **Laboratori metrologici**: macchine di misura 3D (CMM)



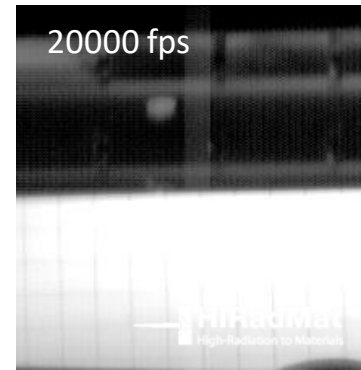
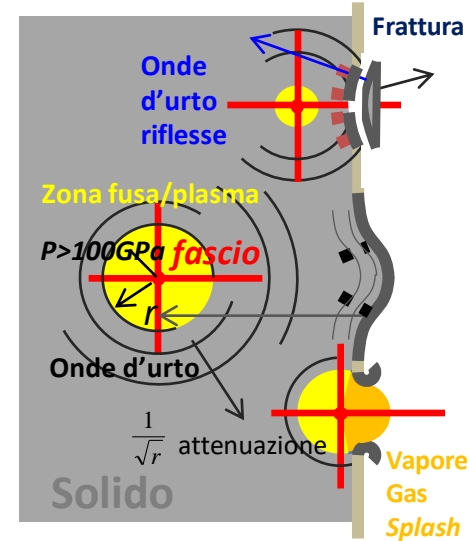
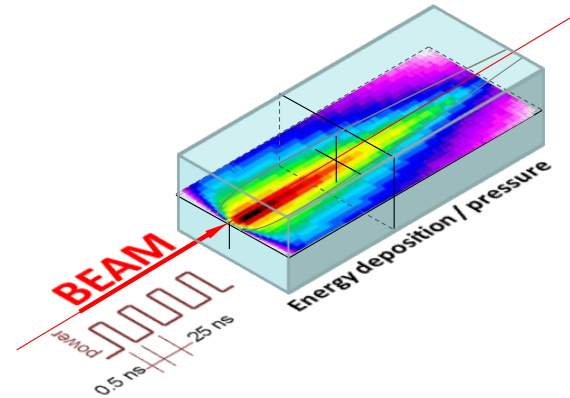
Fabbricazione,  
Preparazione,  
Subcontracting

- ~4000 m2 di **Officine Meccaniche interne**, ~50 tecnici: macchine utensili CNC, formatura, saldatura (TIG, fascio di elettroni, laser), saldobrasatura sotto vuoto, stampa 3D metallica. Integrazione CAD-CAM
- Servizio di gestione contratti per **fabbricazione in appalto** con **network di fornitori europeo**

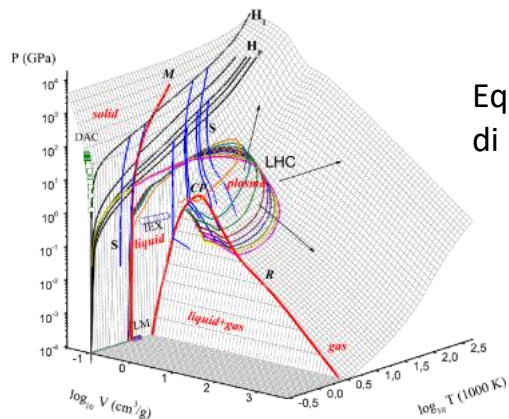




- Collaborazione **CERN – Politecnico di Torino** iniziata nel 2004
- Sviluppo di **materiali avanzati** sottoposti all'**impatto di fasci di particelle ad alta energia**
- **Simulazioni di fenomeni multifisici**
- Progettazione e partecipazione ad **esperimenti con fasci di protoni**
- **Test meccanici ad alta velocità di deformazione e elevata temperatura**
- Partecipazione a **progetti europei** (7° e 8° Programma Quadro)
- Scambio di **studenti con tesi di dottorato**

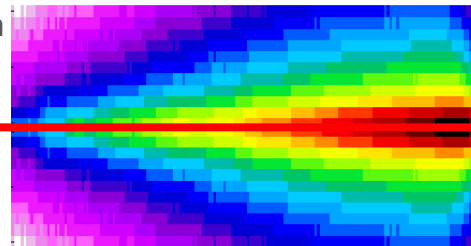


# Simulazione di problemi multifisici

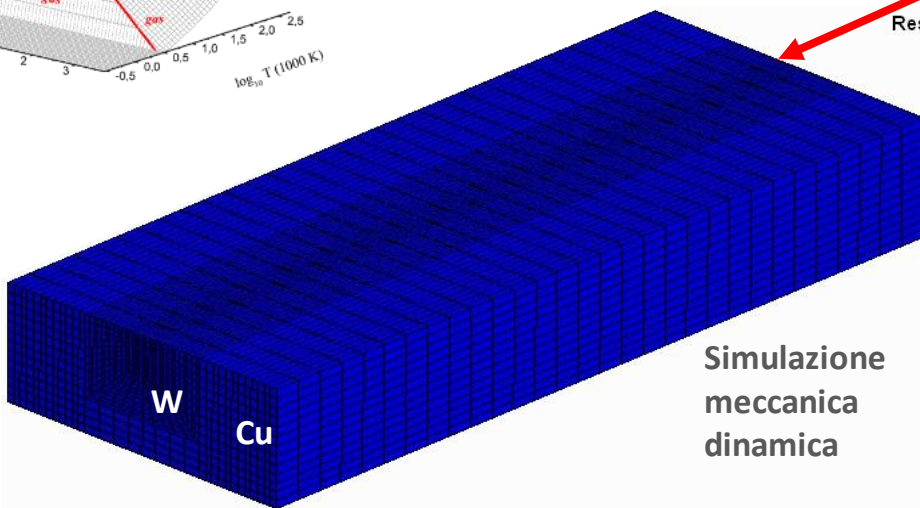


Equazione di Stato

Deposizione di Energia

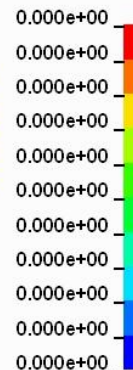


*Fascio di particelle*



Simulazione meccanica dinamica

Resultant Velocity



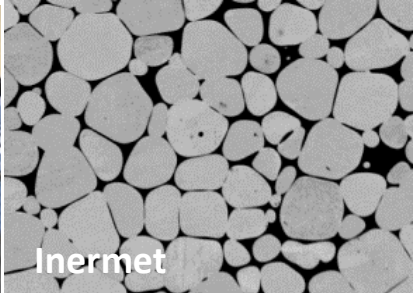
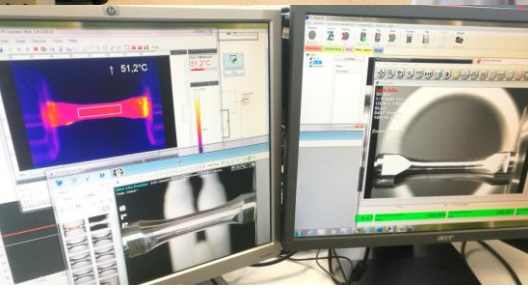
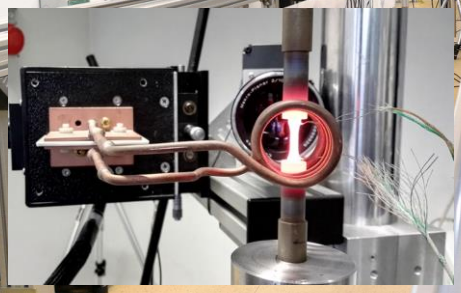
Sviluppo di metodologie di calcolo accoppiato (fisico-meccanico) per la simulazione di deposizioni di energia elevate in tempi ridotti (200 ns)



# Caratterizzazione termo-meccanica dei materiali

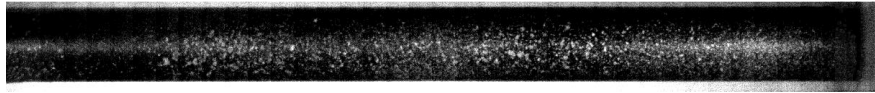


Il CERN si è avvalso del DYNLab di DIMEAS per effettuare test di trazione, compressione e flessione, ad alta velocità e alta temperatura su un ampio spettro di materiali avanzati

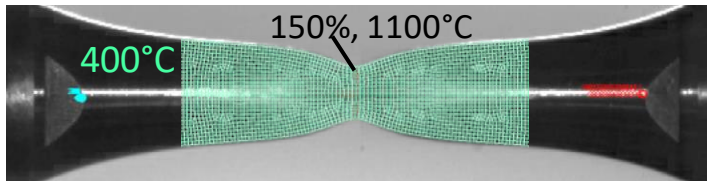




Sviluppo di metodologie di test su materiali grafittici

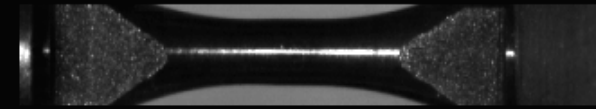


Analisi delle prove con avanzate tecniche di calcolo



Trazione miniaturizzata

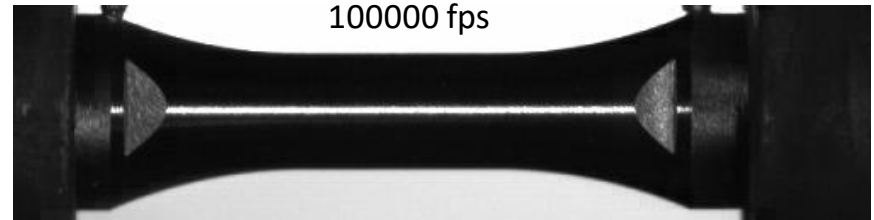
300000 fps  
1/2713000 sec  
320 x 56  
frame : 16  
+0.053333 ms  
Date : 2015/5/28  
Time : 16:06



300000 fps

Trazione su materiali alta resistenza

100000 fps

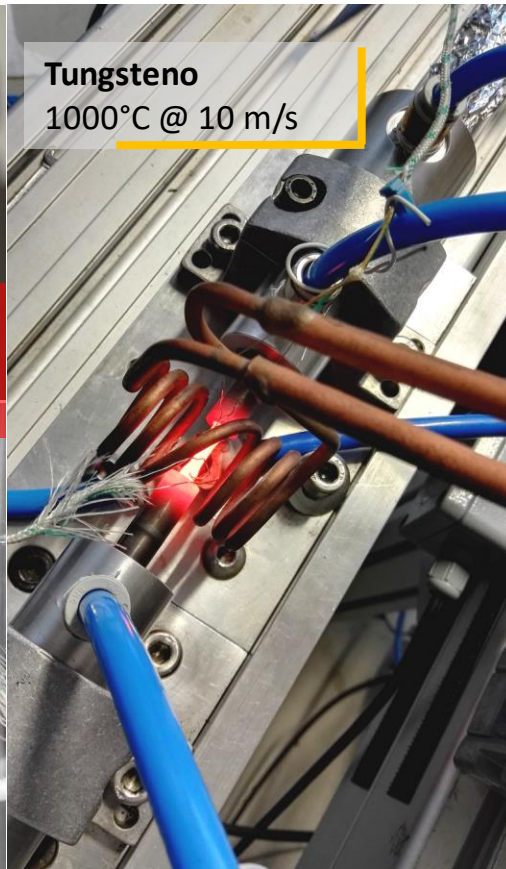




# Prove ad alta temperatura



**Tungsteno**  
800°C @ 5 mm/s

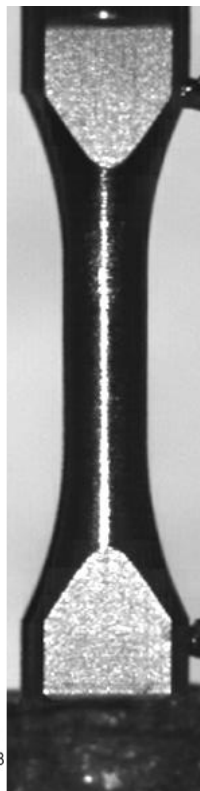
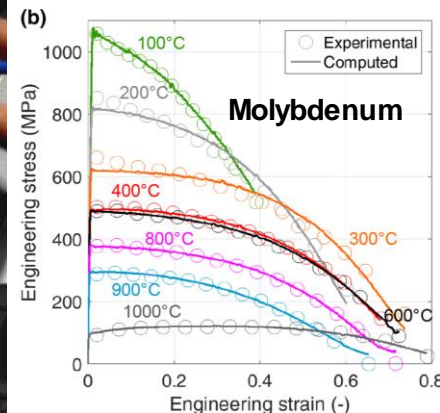
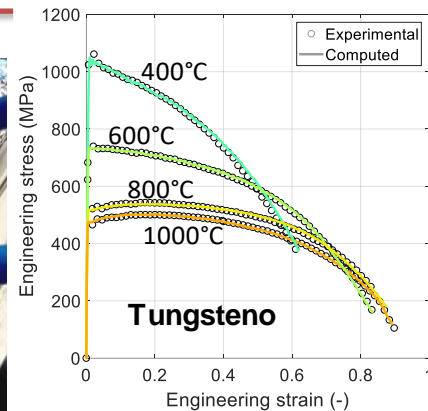


**Tungsteno**  
1000°C @ 10 m/s

Sistemi di riscaldamento ad induzione, termocoppie e pirometri di controllo



**Molibdenu**  
1000°C @ 5 mm/s



**Iridio**  
1250°C @ 10 m/s  
100000 fps (400µs)



Politecnico  
di Torino



LAB@Polito  
MATERIALS & JOINTS

GRAZIE PER L'ATTENZIONE

[alessandro.bertarelli@cern.ch](mailto:alessandro.bertarelli@cern.ch)

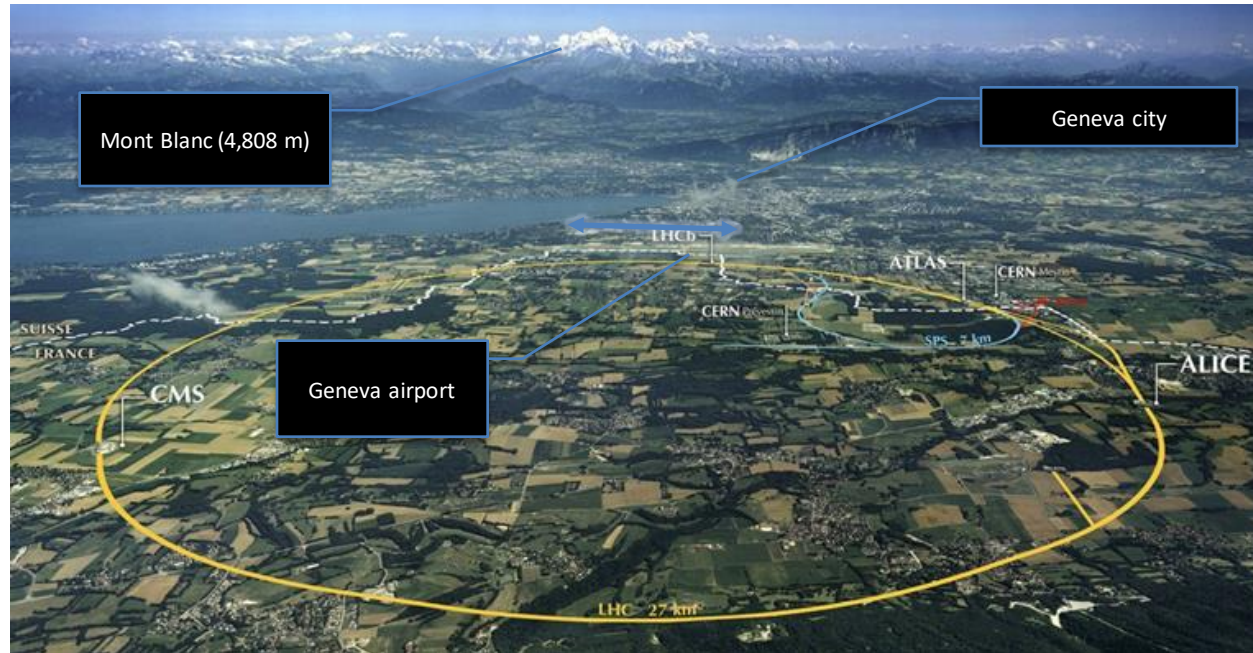


REGIONE  
PIEMONTE

per una crescita intelligente,  
sostenibile ed inclusiva  
[www.regione.piemonte.it/europa2020](http://www.regione.piemonte.it/europa2020)  
INIZIATIVA CO-FINANZIATA CON FESR



- European Organization for Nuclear research. Largest high-energy physics laboratory
- The deepest structure and physics of matter are studied with the aid of **high-energy particle beams**
- **Large Hadron Collider (LHC)** is the biggest and most powerful particle accelerator in the world (27km)



- High luminosity LHC upgrade (HL-LHC) will further increase the total **energy** of the circulating beams



# Sviluppo di materiali ad alte prestazioni

- I componenti che interagiscono con fasci di particelle ad alta energia sono soggetti a condizioni di carico estreme (**temperature e velocità di deformazione**).
- Questo contesto spinge la ricerca verso **materiali innovativi**, quali leghe refrattarie, compositi e ceramici, con **elevate proprietà termiche, elettriche e meccaniche**.
- Il **Molibdeno – Grafite (MoGr)** è stato sviluppato dal **CERN** con la PMI **Brevetti Bizz** (Verona), caratterizzato al **DIMEAS**, ed è attualmente utilizzato per macchinari installati nell'LHC (**Collimatori**)
- Prodotto per **spark plasma sintering (SPS)** a  $\sim 2600^\circ\text{C}$ , a partire da polveri di grafite, Molibdeno, Titanio e fibre di carbonio
- **Conducibilità termica 2 volte il rame, CTE ridotto, elettricamente conduttivo**



Sintering pressure direction

