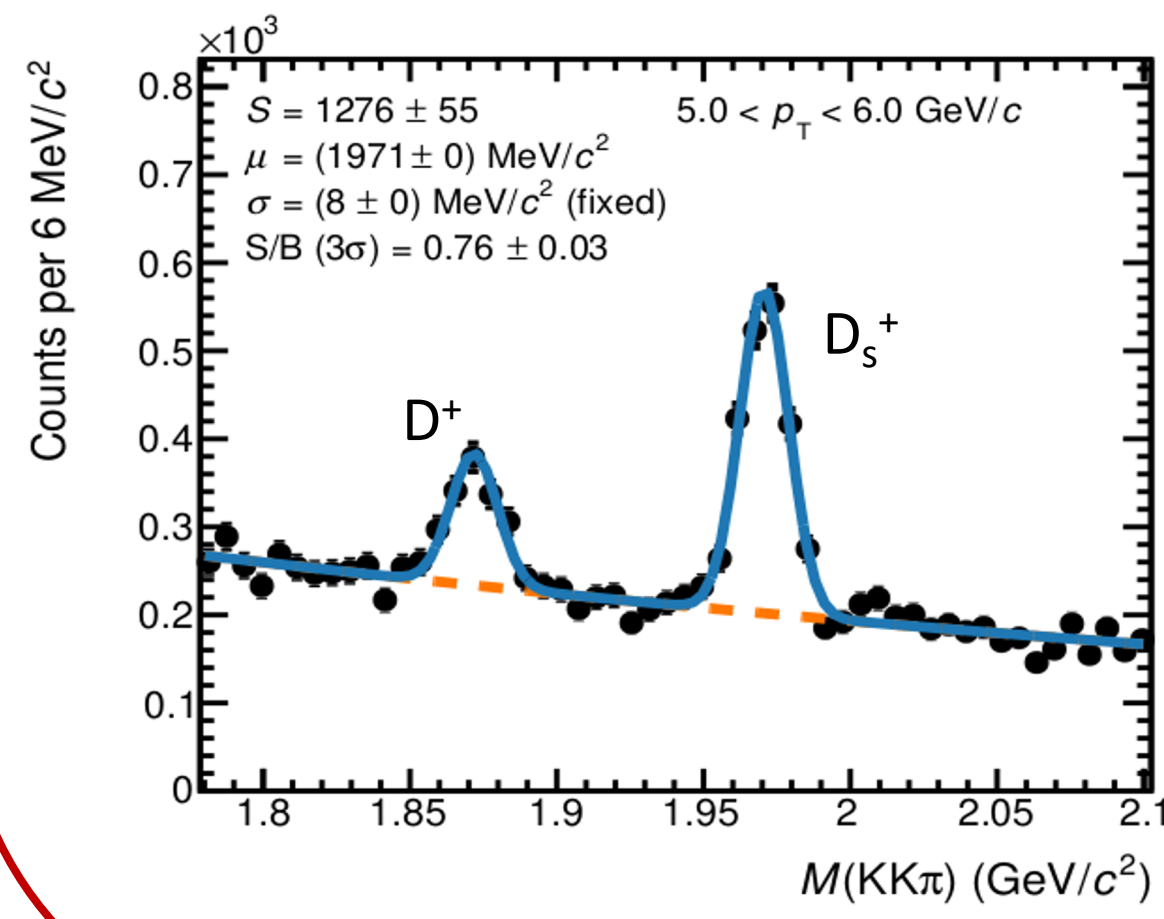


# Fisica degli ioni pesanti ad alte energie al CERN

## Fisica degli adroni con charm e beauty in ALICE

In collisioni ultrarelativistiche di ioni pesanti ad LHC la materia nucleare è attesa transire a uno stato della materia in cui i *quark* e i *gluoni* non sono confinati all'interno di adroni: un **plasma di quark e gluoni (QGP)**

ALICE è l'esperimento a LHC dedicato alla fisica con ioni pesanti. Grazie al recente upgrade dell'apparato si potranno fare misure più precise rispetto al passato e indagare nuove osservabili.



### Come studiare il QGP? Proposte di Tesi:

- Misure di produzione di mesoni e barioni contenenti quark charm ( $D^+$ ,  $D_s^+$  e  $\Lambda_c^+$ ) con algoritmi di machine-learning in collisioni pp e Pb-Pb
- Misure di distribuzioni angolari di adroni con charm in collisioni Pb-Pb, isolando quelli prodotti in decadimenti di adroni con beauty
- Sviluppo software per la ricostruzione e selezione di adroni

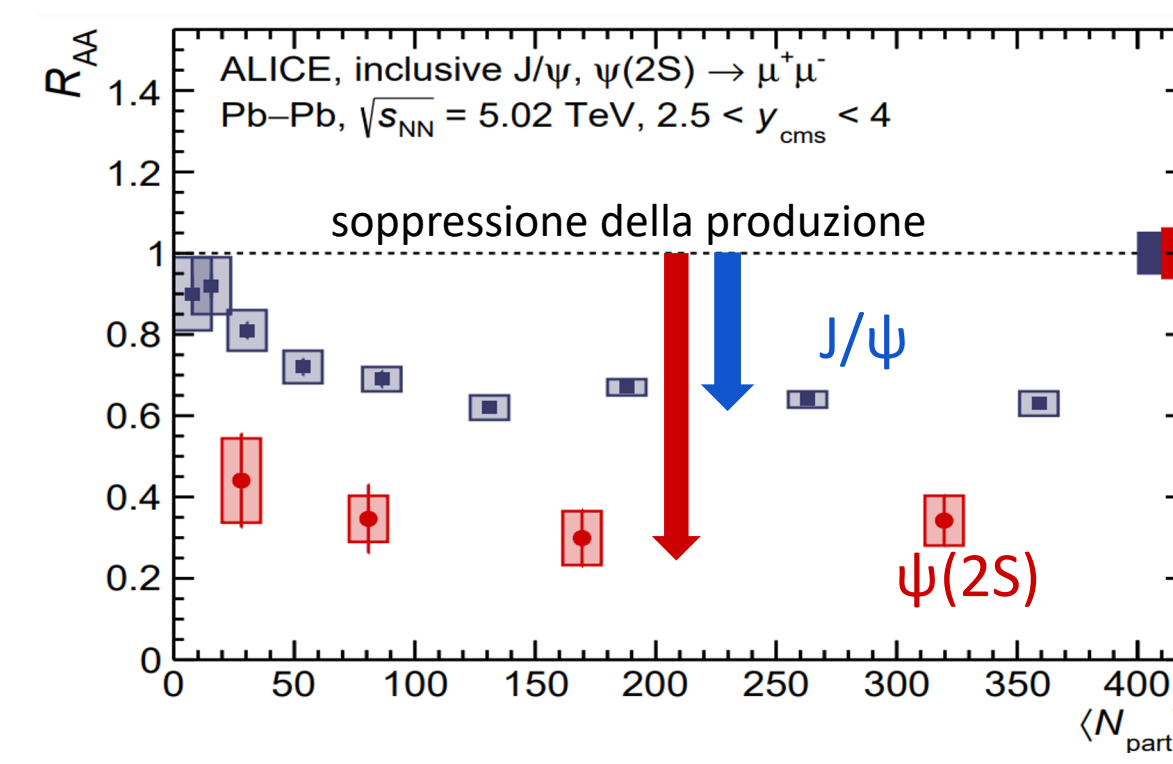
Se sei interessato contattaci!  
francesco.prino@to.infn.it,  
stefano.trogolo@unito.it,  
stefano.politano@cern.ch  
stefania.beole@unito.it

## Fisica del quarkonio in ALICE

Il quarkonio (stato legato di quark-antiquark pesanti, charm/bottom) e' una delle principali "sonde" usate per studiare il plasma di quarks e gluoni → la sua produzione è modificata dalla presenza del QGP

### Nel Run 3 di ALICE

- c'è per ora una statistica 2 volte maggiore di quella raccolta nel Run 2
- c'è un ulteriore tracciatore di precisione (Muon Forward Tracker)

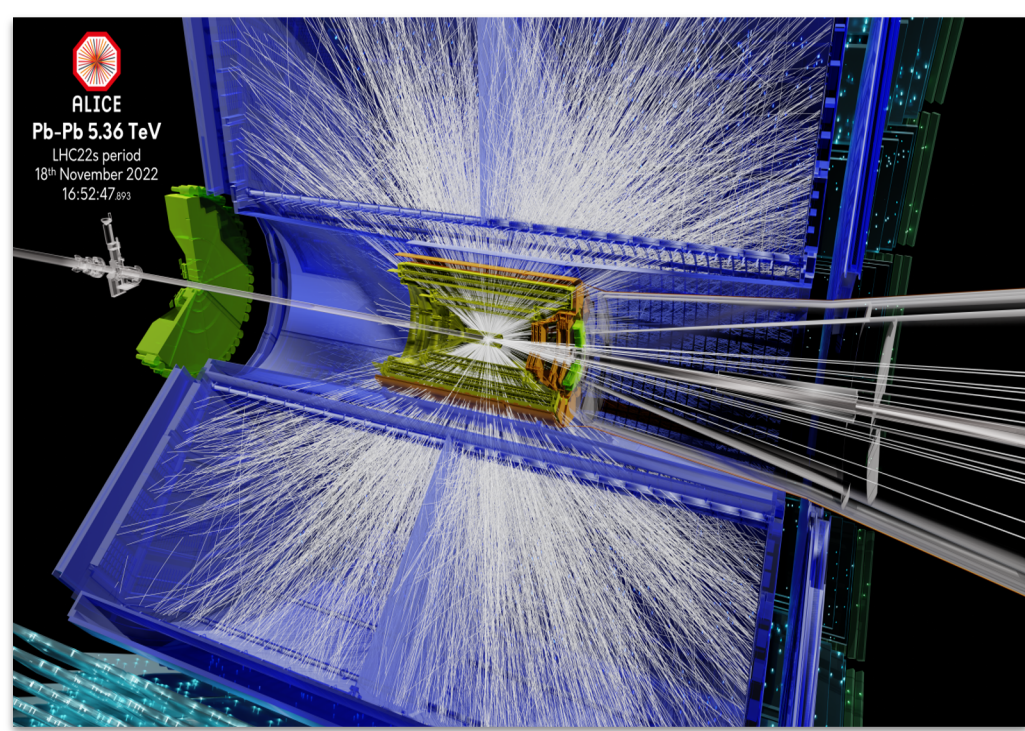


Possibilita' di nuove analisi dati (per tesi magistrali e triennali) da svolgersi nell'ambito dei Physics Working Groups di ALICE, partecipando a meeting di collaborazione (virtuali e al CERN):

- separazione quarkonio prompt e non-prompt (decadimenti di mesoni B) fino a basso  $p_T$
- misura di precisione della  $\psi(2S)$ , lo stato del charmonio piu' debolmente legato
- studio degli stati di bottomonio  $Y(2S)$  e  $Y(3S)$
- analisi combinate di  $J/\psi$  e mesoni D

Se sei interessato contattaci!  
Roberta Arnaldi (arnaldi@to.infn.it),  
Luca Micheletti (micheletti@to.infn.it),  
Enrico Scomparin (scomparin@to.infn.it).

## Studi di performance per l'esperimento ALICE



### Proposte di Tesi triennali e magistrali:

- Misure di efficienza di ricostruzione con analisi basate sul metodo tag-and-probe
- Misure di performance di identificazione di particelle cariche con detector di tracciamento con **tecniche di machine-learning**
- Ottimizzazione dei parametri della ricostruzione

Durante il Run 3 di LHC, ALICE raccoglierà un campione di dati ~ 100 volte più grande rispetto ad LHC Run 1 e Run 2:

- ~ 10 PB di collisioni pp, ~ 60 PB di collisioni Pb-Pb per anno
- Detector upgrades (ITS, TPC) e nuovo sistema di readout

Nel gruppo di ALICE Torino ci occupiamo di analizzare e ricostruire in modo efficiente i dati raccolti durante LHC Run 3

Se sei interessato contattaci!  
massimo.masera@unito.it  
luca.barioglio@to.infn.it,  
luca.micheletti@cern.ch

## Light Flavour: studio di particelle composte da quark leggeri in ALICE

Oltre il 99% delle particelle prodotte in una collisione sono costituite da quark leggeri (Light Flavoured quarks: u, d, s). Il loro studio è importante per capire i meccanismi di formazione della materia in condizioni simili a quelle dell'universo primordiale (~10  $\mu$ s dopo il Big Bang)

### Proposte di tesi:

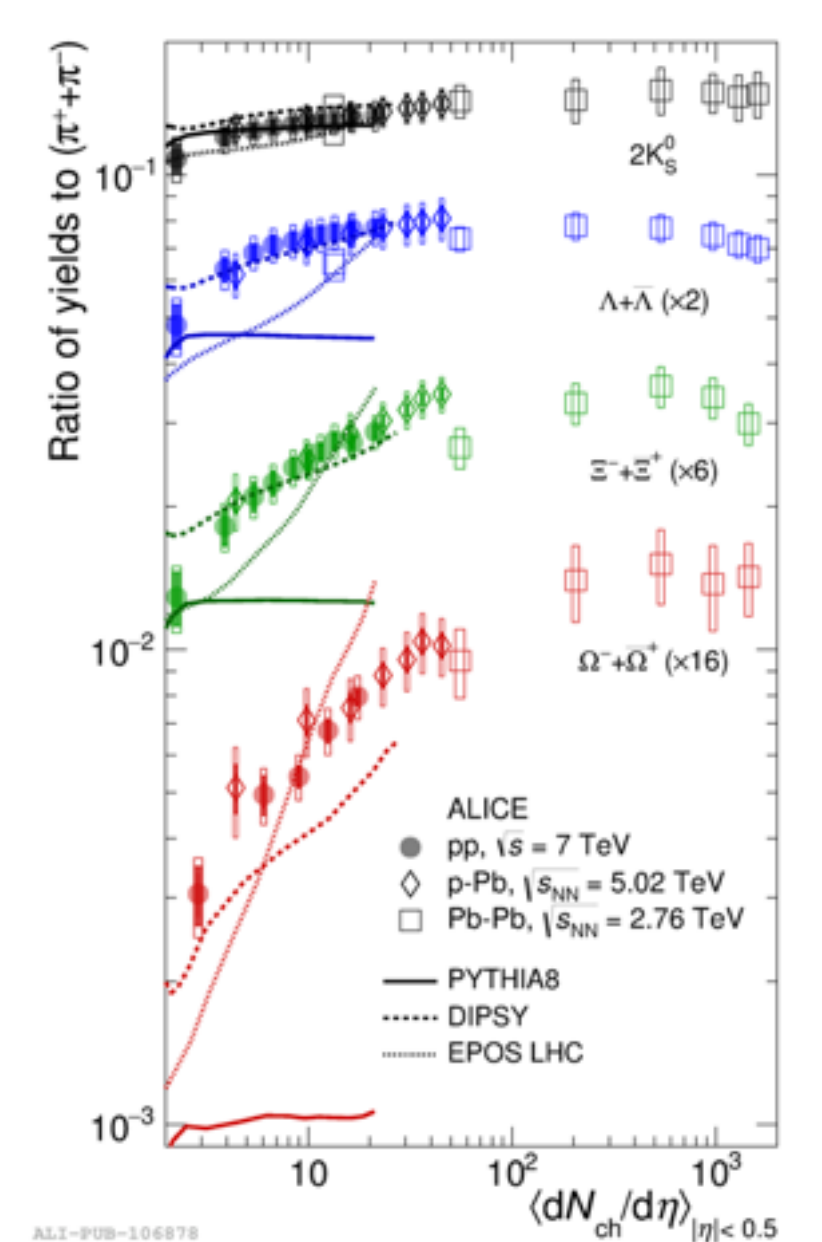
- Studio di adroni con contenuto di stranezza ( $\Lambda$ ,  $\Xi$ ,  $\Omega$ )
- Nuclei e anti-nuclei leggeri
- ipernuclei, ovvero nuclei in cui un neutrone è sostituito da una e stati esotici

Il gruppo si occupa anche dello sviluppo di software di ricostruzione

### I principali strumenti di una analisi fisica sono:

- Uso della statistica per l'analisi dei dati
- Sviluppo software (C++, python)
- Uso di algoritmi di Machine Learning

Se sei interessato contattaci!  
massimo.masera@unito.it  
stefania.bufalino@cern.ch  
livio.bianchi@unito.it  
luca.barioglio@to.infn.it



Nature Physics 13 (2017) 535-539

## ALICE Muon Identifier

Questo sub-detector identifica i muoni prodotti nelle collisioni tra protoni e/o nuclei I rivelatori sono del tipo a gas (RPC, Resistive Plate Chambers) e sono stati progettati e realizzati dal team di Torino.

L'attività di ricerca è sia di natura hardware che software e si articola su tre ambiti:

- Test di rivelatori RPC nei laboratori INFN-Torino
- Analisi di performance dei rivelatori RPC installati a LHC
- Studio di miscele gassose eco-compatibili per rivelatori RPC

Possibilità di tesi triennali e magistrali sui temi elencati.

Se sei interessato contattaci!  
alessandro.ferretti@unito.it,  
martino.gagliardi@unito.it

## Zero Degree Calorimeter (ZDC)

Calorimetri adronici che misurano l'energia trasportata in avanti, utilizzata per caratterizzare le collisioni nucleo-nucleo e protone-nucleo.

### Tesi disponibili

- ✓ Test in laboratorio a Torino per la misura del guadagno fotomoltiplicatori (Triennale)
- ✓ Analisi di performance del rivelatore in run3 (Triennale)
- ✓ Analisi dei dati PbPb 2023 per la misura della centralità e caratterizzazione degli eventi (Triennale, Magistrale)
- ✓ Analisi della scansione van der Meer per la misura della sezione d'urto totale Pb-Pb

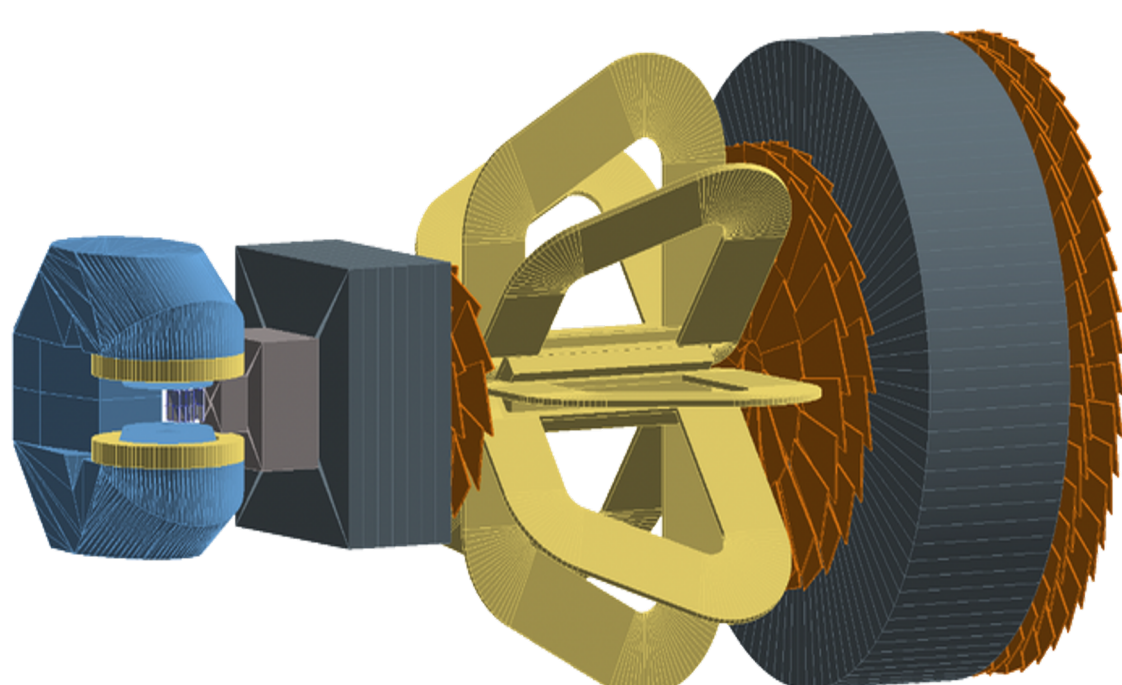
Se sei interessato contattaci  
pietro.cortese@to.infn.it  
nora.demarco@to.infn.it  
chiara.oppedisano@to.infn.it

## L'esperimento NA60+ al CERN SPS

### COSA STUDIAMO?

NA60+ e' un esperimento in fase di progettazione dedicato allo studio del Quark Gluon Plasma ad alta densita' barionica

→ studio della produzione di dileptoni e quarks pesanti, in collisioni nucleo-nucleo all'SPS, con uno scan in energia da 20 a 158 AGeV



<https://na60plus.ca.infn.it/>

Contattateci!  
arnaldi@to.infn.it, livio.bianchi@unito.it, prino@to.infn.it, scomparin@to.infn.it

### Possibilita' di tesi triennali e magistrali:

- R&D di detectors al silicio, con tests in laboratorio e al CERN
- Studi di performance per diversi segnali (open heavy flavour, quarkonia...)
- Sviluppo del software di ricostruzione delle tracce di particelle

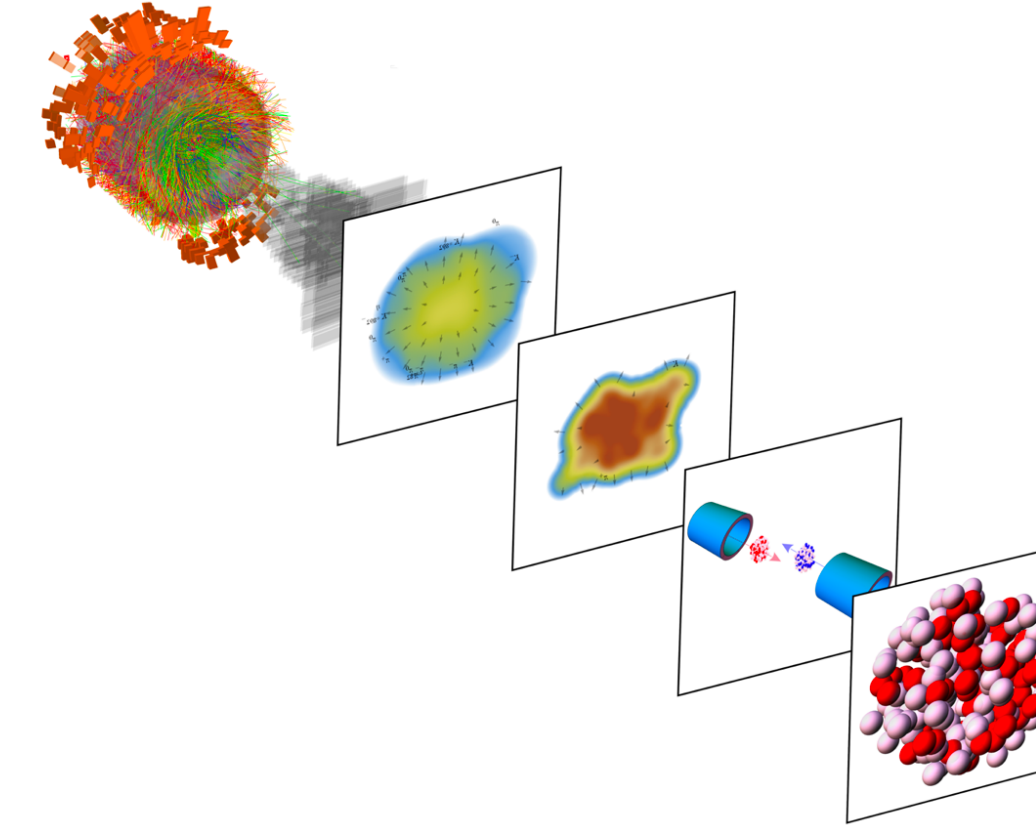
## Misure di luminosità in ALICE a LHC

Se sei interessato contatta: martino.gagliardi@unito.it

La luminosità di LHC viene misurata in esperimenti dedicati (van der Meer scans)

Tesi sia triennali che magistrali: analisi di van der Meer scans effettuati a LHC con fasci di protoni e di nuclei piombo

## Global Event Properties



Studio della produzione di particelle cariche in funzione della topologia dell'evento in collisioni protone-protone a 13.6 TeV

Analisi dati di collisioni piombo-piombo per studiare la distribuzione di neutroni e protoni all'interno del piombo ("neutron skin effect")

Se sei interessato contatta: chiara.oppedisano@to.infn.it

## ALICE Inner Tracking System: ITS 2

E' il più grande sistema di tracciamento basato esclusivamente su rivelatori a pixel attualmente in funzione (10 m<sup>2</sup> per un totale di 12.5 Gpixel)

### Tesi disponibili

- Studio della performance di un sistema di tracciamento a pixel: efficienza di rivelazione, risoluzione spaziale in collisioni pp
- Sviluppo di algoritmi di Machine Learning per l'identificazione di adroni leggeri in ITS con l'esperimento ALICE

## ALICE Upgrades

### ITS3

Tracciatore interno costituito **unicamente di silicio** di spessore inferiore a 50 $\mu$ m risulta **estremamente flessibile**

### Tesi disponibili (magistrali e triennali):

Simulazione e caratterizzazione di strutture di test di piccola e grande area per la verifica della risoluzione spaziale e temporale di sensori MAPS realizzati con tecnologia CMOS a 65nm

### Tesi disponibili (magistrali e triennali):

### Time Of Flight - ALICE 3

Simulazioni TCAD e Monte Carlo e partecipazione a test beam al CERN PS e SPS

Simulazione e definizione del sistema di elettronica di front-end da utilizzare per il TOF

Se sei interessato contatta:  
stefania.beole@unito.it, massimo.masera@unito.it, stefania.bufalino@cern.ch

