



# Richieste calcolo per Muon Collider

Lorenzo Sestini

Meeting con i referee della sigla RD\_MuCol, 16-09-2020

## Premesse e situazione internazionale

- **La European Strategy ha raccomandato le attività di ricerca e sviluppo sul Muon Collider.** Il merito di questo risultato va anche agli sforzi fatti dall'INFN negli ultimi anni.
- Si sta formando una collaborazione internazionale guidata dal CERN.
- L'idea alla base della collaborazione è di pubblicare un CDR entro 4 anni.
- L'avvio del processo di Snowmass negli USA ha permesso agli americani di rientrare in gioco. Si può prevedere che a breve investiranno significative risorse per gli studi sul Muon Collider. In particolare Fermilab, Brookhaven, l'Università di Chicago ma anche TRIUMF in Canada hanno espresso il loro interesse.
- Diverse Letter of Interest firmate da ricercatori/associati INFN sono state inviate a Snowmass. L'obiettivo è la realizzazione di alcuni White Paper per Luglio 2021.

# Stato attuale

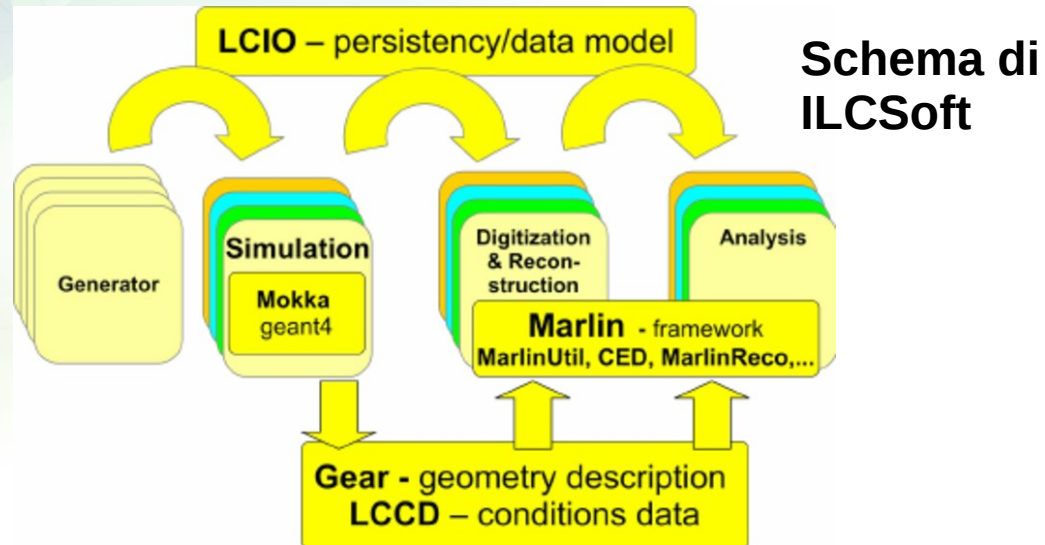
- Gli studi sulla simulazione del Muon Collider hanno permesso la realizzazione dei seguenti lavori:  
Preliminary Report on the Study of Beam-Induced Background Effects at a Muon Collider  
Detector and Physics Performance at a Muon Collider
- Nell'ultimo periodo sono stati fatti diversi talk a workshop e conferenze, I più recenti ad ICHEP2020:  
Higgs physics possibilities at a Muon Collider  
Detector Performance Study at Muon Collider  
A flexible tool for Beam Induced Background Simulations at a Muon Collider
- E' stata svolta una tesi di laurea magistrale a Padova (discussione a Settembre). Sempre a Padova ha appena iniziato il lavoro un nuovo laureando triennale.
- **E' importante notare che questi risultati sono stati ottenuti senza l'utilizzo di risorse INFN dedicate, ma sfruttando in modo opportunistico quelle già esistenti.** Principalmente Cloud-Veneto e macchine dismesse a Trieste. Un contributo a Cloud-Veneto è stato dato tramite i fondi di un progetto di Ateneo a Padova.
- La diagnostica di Cloud-Veneto è ancora in fase di validazione e le informazioni sono disponibili solo a partire da Luglio. Non abbiamo quindi delle informazioni precise sul CPU time usato fino ad adesso. Per lo storage abbiamo allocati **20 TB** su Cloud-Veneto per il progetto Muon Collider.

# Stato attuale

- Fermilab ci ha richiesto un tutorial sulla Full Simulation, che si è svolto il 16 luglio 2020, con la partecipazione di ~20 persone:  
<https://indico.cern.ch/event/938616/>
- Un nuovo tutorial per Snowmass verrà svolto il 30 settembre 2020:  
<https://indico.fnal.gov/category/1145/>
- La sigla RD\_MuCol, appena nata, conta 17.04 FTE nel 2021, segnale del grande interesse della comunità INFN a partecipare al progetto.
- Ad RD\_MuCol si aggiungono altre sigle sinergiche, come ad esempio AIDAInnova (se approvato).
- Per questo possiamo prevedere un incremento delle attività.

# Framework di simulazione

- Il framework utilizzato è **ILCSOFT**, che è quello già utilizzato e mantenuto dalla collaborazione CLIC.
- Assieme a Gaudi sarà la base per Key4HEP, un nuovo framework comune per I Future Collider.



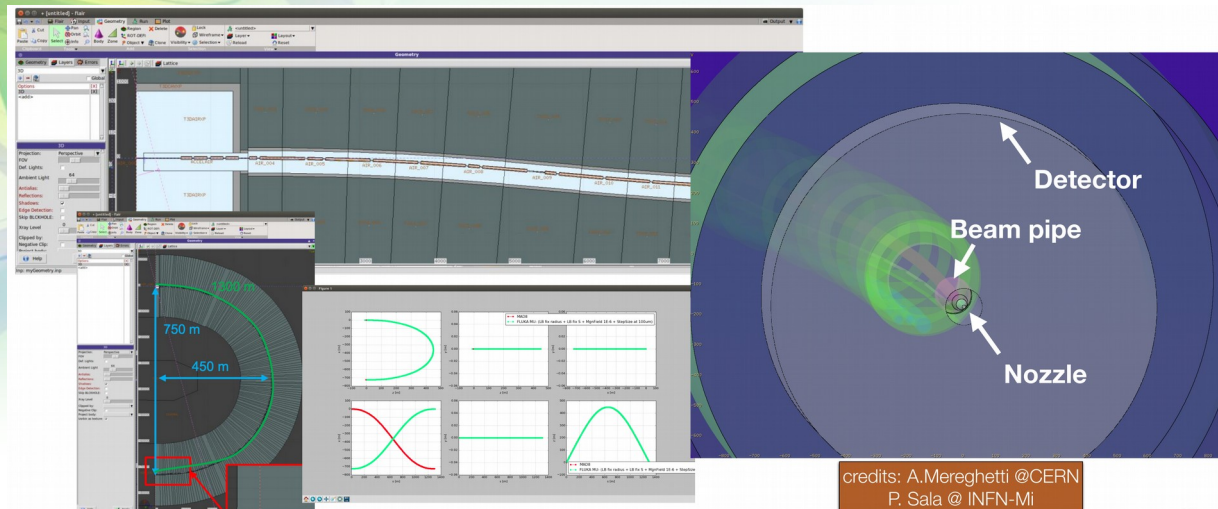
- Abbiamo adattato diversi processori per la simulazione del Muon Collider e ne stiamo sviluppando alcuni completamente nuovi.

# Motivazioni per gli studi di simulazione

- Il Muon Collider presenta un **beam-induced background** (BIB) di notevole entità, generato dal decadimento in volo dei muoni e dalle interazioni dei prodotti di decadimento con la macchina.
- **Questo fondo è completamente diverso da quelli conosciuti (ai collider adronici ed  $e^+e^-$ ):** può arrivare da diversi metri di distanza dal punto di interazione, è asincrono rispetto al bunch crossing. Le interazioni secondarie e terziarie con la macchina ed il detector possono generare un'elevato numero di fotoni, neutroni, elettroni e adroni carichi.
- Data la sua unicità le strategie di mitigazione devono essere studiate tramite **full simulation:**
  - Sviluppo del detector
  - Disegno della Machine Detector Interface
  - Benchmark di Fisica
- In particolare la simulazione su Geant4 necessita di molta CPU time, a causa dell'elevata molteplicità delle particelle del BIB (per collisioni ad 1.5 TeV ~50M di particelle per bunch crossing).
- Studi recenti che abbiamo svolto hanno mostrato come i neutroni lenti contribuiscano in maniera marginale alle performance di fisica (poiché la maggior parte di loro arriva fuori tempo). **Possono quindi essere parzialmente rimossi da Geant4 guadagnando un fattore ~2 di CPU time (non considerato nelle richieste di Giugno).**

## Utilizzo delle risorse di calcolo

- Oltre alla full simulation le risorse di calcolo possono essere utilizzate:
  - Generazione del fondo partendo dal disegno della macchina e dell'MDI con Fluka.



F. Collamati - A flexible tool for Beam Induced Background Simulations at a Muon Collider - ICHEP 2020

15

Il tool è in fase avanzata di sviluppo

- Generazione di canali di fisica con WHIZARD, MadGraph ecc. : ad esempio processi  $2 \rightarrow 8$  (come il fondo a 6 b-quark + neutrini) necessitano di risorse importanti.

- Le richieste sono state fatte considerando le performance ottenute con l'attuale framework di simulazione.
- **Nel corso del 2021 si procederà allo sviluppo di nuovi algoritmi di ricostruzione.** Sono previsti assegnisti su questa attività (ad es. su fondi AIDAInnova se verrà approvata).
- **Le richieste fatte si devono intendere a regime, ovvero le risorse che idealmente vorremmo avere alla fine del 2021.**
- **Siamo consapevoli che le risorse richieste sono elevate, per questo proponiamo una strategia su come recuperarle.**
- Le simulazioni sono pesanti sia in termini di storage che di CPU time: necessità di adottare un **sistema di calcolo distribuito sulla GRID.**
- Accesso a file di simulazione comuni, sia per INFN che per collaboratori esterni (es. USA)
- VO è già stata aperta, Storage Element in preparazione al CNAF. Il framework ILCSoft dispone già di un suo sistema di sottomissione dei job sulla GRID.



# Riassunto Richieste 2021: CPU

- Benchmark: CPU Intel Xeon ES-2670 → 200 HS06 per 10 Multi-Thread
- **Simulazione detector (Geant4):** 1 bunch crossing (segnale+BIB) richiede 10 processi in parallelo per 7 giorni
- **Digitizzazione+Ricostruzione:** 3 giorni per processare 10 bunch crossing di segnale+BIB
- **Goal:**
  - 10k bunch crossing di BIB simulati (per essere usati a rotazione nella ricostruzione)
  - 100k bunch crossing di segnale + BIB ricostruiti (2-3 canali di Fisica)
- $10k \text{ bunch crossing} * 200 \text{ HS06} * 7/365 = 38k \text{ HS06}$  per la simulazione
- $100k \text{ bunch crossing} * 200 \text{ HS06} * 0.3/365 = 16k \text{ HS06}$  per la digitizzazione+ricostruzione
- **Applicando il fattore 2 menzionato prima possiamo scalare la richiesta di 38k HS06 a 19k HS06**
- **La richiesta totale diventa quindi  $19k+16k = 35k \text{ HS06}$**
- Alcune risorse dovranno essere destinate agli studi di MDI e alla produzione del BIB, possiamo sopporre ~ 2k HS06.

- **Simulazione:** 1 bunch crossing simulato di BIB occupa ~10 GB
- **Digitizzazione+Ricostruzione:** 1 bunch crossing ricostruito di segnale+BIB occupa ~5 GB (segnali nei detector+tracce+cluster calorimetrici)
- **10k bunch crossing \* 10 GB = 100 TB per i campioni simulati di BIB**
- **100k bunch crossing \* 5 GB = 500 TB per i campioni di segnale+BIB ricostruiti**
- **Si richiedono in totale 600 TB di storage**
- **Contributi aggiuntivi:**
  - 5k euro per Cloud-Veneto (INFN-Padova)
  - 5k euro per acquisto macchina a INFN-Trieste

# Strategia proposta

## Inizio 2021: nuovi acquisti (simulazione detector+studi MDI)

- 8k HS06 al CNAF
- 9k HS06 di anticipo su Bari
- 300 TB di storage al CNAF, una parte (meno della metà) può essere cold storage

Queste risorse verranno utilizzate per la preparazione dei White Paper di Snowmass

## Ultimo quarto 2021 (simulazione detector)

- Richiesta di allocazione di parte delle risorse che arriveranno a Bari su IBISCo: 20k HS06 su CPU e GPU + 300 TB di storage.
- Poiché abbiamo esperienza di utilizzo opportunistico delle risorse, possiamo girare su IBISCo nello stesso momento in cui le CPU saranno libere.