

Un esperimento di beam dump al CERN-SPS per la ricerca di Hidden Particles

Walter M. Bonivento
CERN/INFN Cagliari

SPC EOI-2013-010

CNS1 INFN 6/02/2014

Motivazione scientifica

LHC: scoperta Higgs e niente altro finora. Idem nella Fisica del (charged) Flavor.

Massa del Higgs misurata a ≈ 125 GeV \rightarrow SM teoria di campo effettiva, auto-consistente, debolmente accoppiata fino a grandi scale (almeno fino a 10^{10} GeV, vedi Strumia, Giudice, Isidori ecc.)

Tuttavia rimangono sul tavolo almeno 3 “problemi” sperimentali dello SM (+altri teorici):

- **massa dei neutrini**
- **asimmetria barioni-antibarioni universo (BAU)**
- **materia oscura**

Possibile soluzione: ν MSM

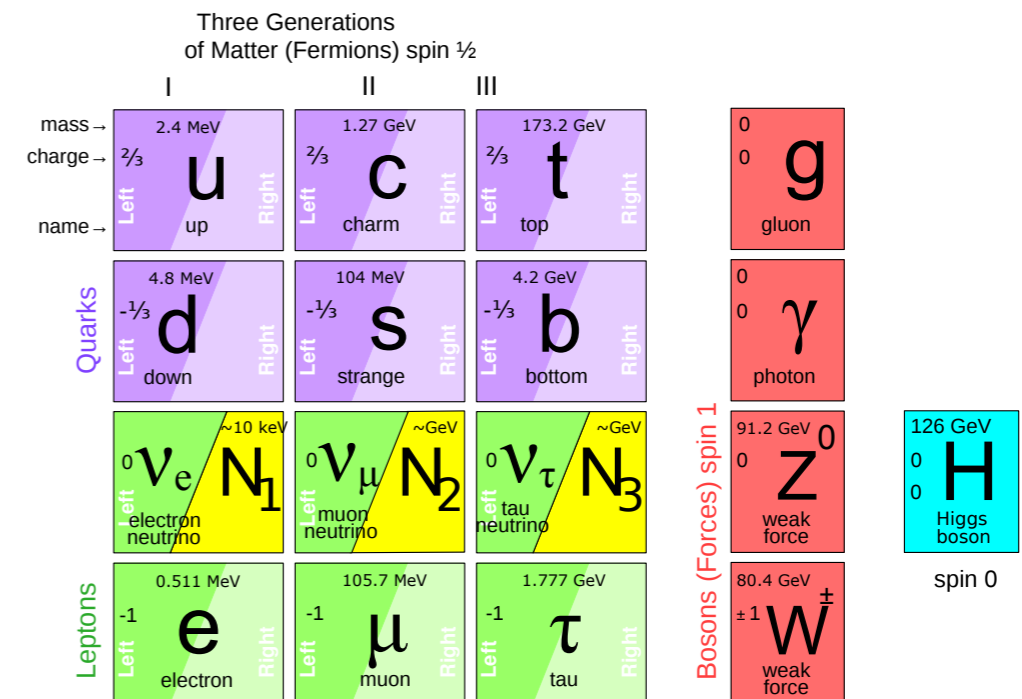
T.Asaka e M.Shaposhnikov, PLB620 (2005) 17

soluzione elegante dei tre problemi suddetti con estensione dello SM: 3 partner di Majorana (HNL) destrorsi e sterili dei neutrini ordinari

- **1 di massa circa keV \rightarrow candidato Dark Matter \rightarrow ricerca con telescopi X alta risoluzione**
- **2 quasi degeneri massa circa GeV \rightarrow oggetto di questa proposta; spiegano la asimmetria materia-antimateria e danno massa ai neutrini tramite il meccanismo see-saw**

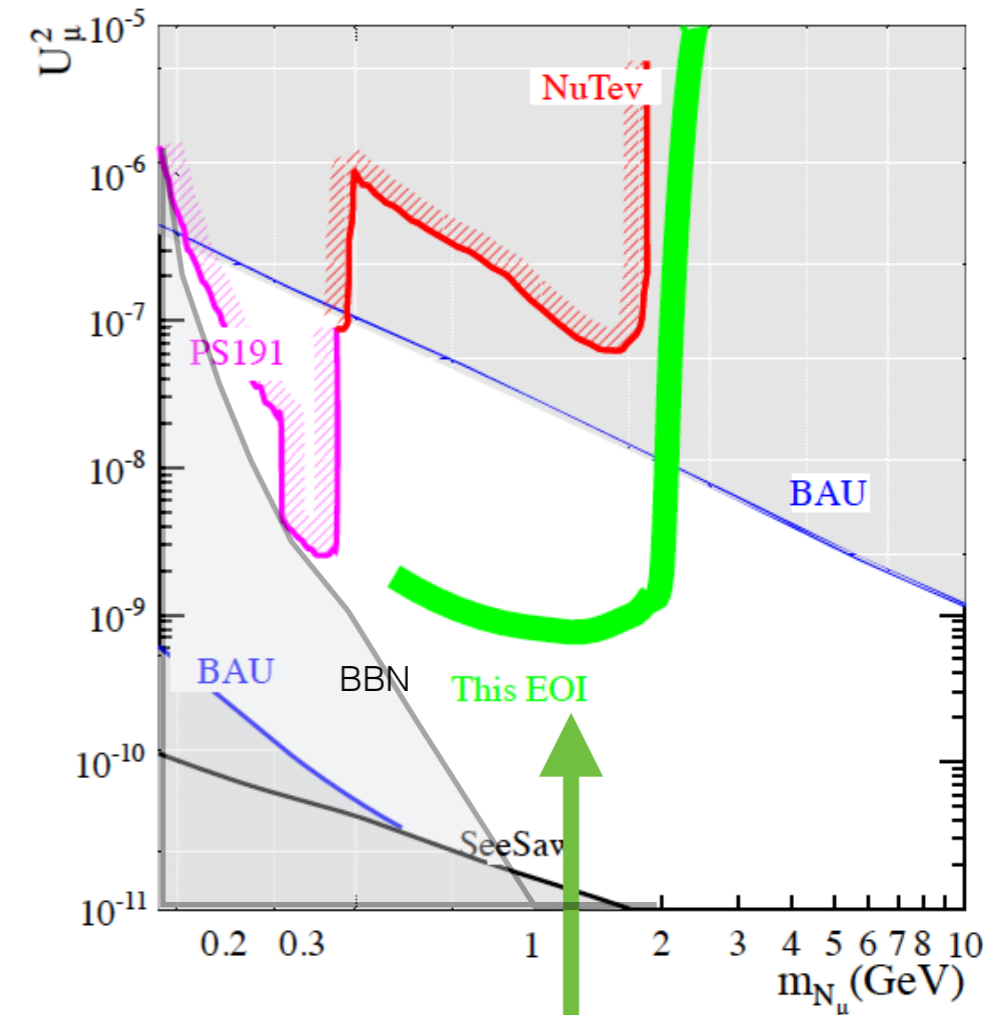
Gli HNL mixano con i neutrini ordinari con un accoppiamento U^2 ; la vita media anche e' proporzionale a U^2 (nella regione di interesse cosmologico $\tau \approx \text{Km!}$)

nel ν MSM forti limitazioni nello spazio dei parametri (U^2, m)



Ricerca di HNL

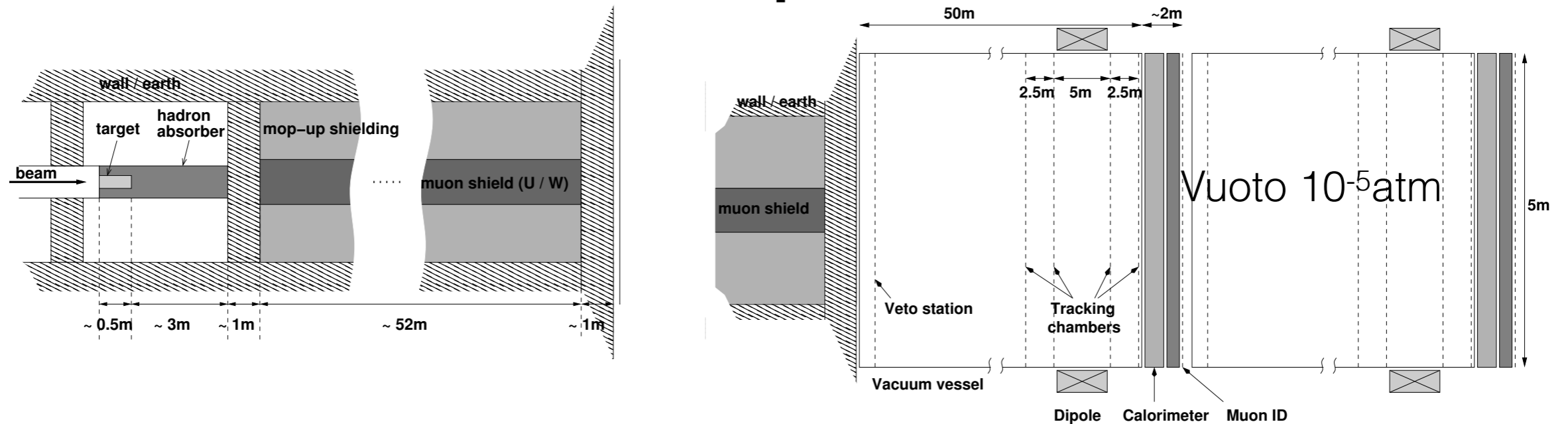
- molte ricerche di HNL in passato ma, per $m > m_K$, con **sensibilità' non di interesse cosmologico** (es LHCb in decadimenti del B raggiunge $U^2 \approx 10^{-4}$, arXiv:1401.5361)
- **questa proposta: ricerca in decadimenti dei mesoni D (prodotti ad alta statistica nella collisione di p di 400 GeV su bersaglio fisso) e decadimento $HNL \rightarrow \mu\pi$ (ed altri canali)**
 - massimizzare la produzione di D e accettazione longitudinale
 - **rispetto a esperimenti precedenti un fattore 10k in statistica, con SPS $2 \cdot 10^{20}$ pot (5 anni di run)**
- **finestra di opportunità' per questo esperimento di sondare la zona di interesse cosmologico**
- se si rinuncia a spiegare la Dark Matter \rightarrow modello molto meno vincolato, spazio dei parametri di interesse cosmologico più esteso, HNL non degeneri



solo con $N \rightarrow \mu\pi$

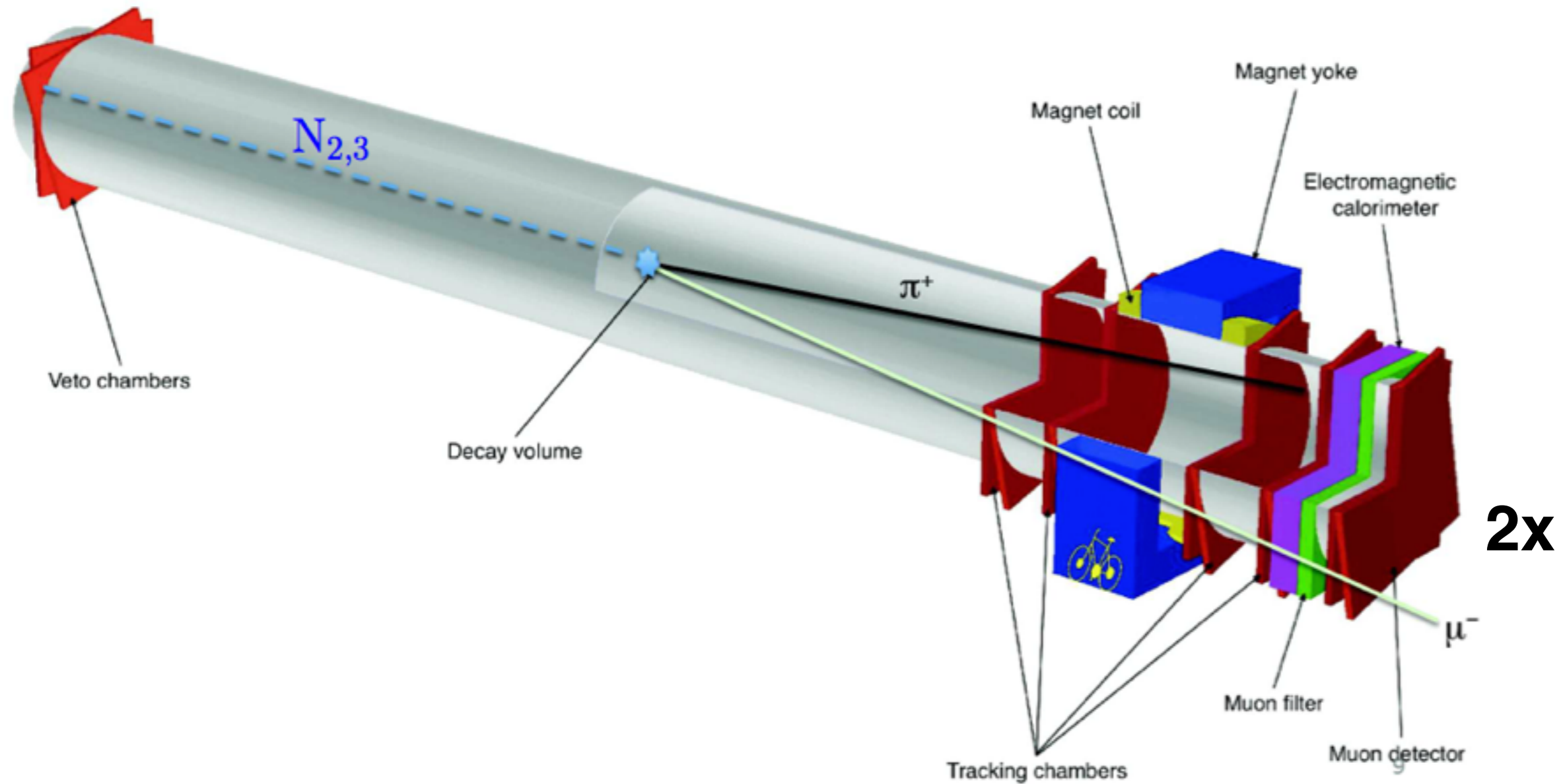
(in uno scenario in cui l'accoppiamento al sapore muonico e' dominante)

Struttura esperimento



- Fascio SPS estratto 400GeV; intensità' come CNGS 4.5×10^{19} pot/anno. Se upgrade PS si puo' arrivare a 7×10^{19} : caratteristiche dei fasci discusse in grande dettaglio con esperti del CERN → design realistico
- **Bersaglio di W e assorbitore di muoni: 40m di W, complementato da Fe o Pb fino a 60m, o magneti di sweeping seguiti da assorbitore in Fe**
 - problema non banale perche' il flusso di muoni e' enorme: 5×10^9 /SPS-spill (5×10^{13} pot); 3 possibilita' di estrazione considerate: 1sec, 1msec (riduzione $> 10^5$), $10 \mu\text{s}$
- **sicuramente il problema tecnico piu' difficile dell'esperimento**

Tunnel di decadimento e spettrometro



Possibile zona sperimentale



Rivelatore
posto IN
SUPERFICIE

Estrazione in SPS-LSS2, beam splitting/switch all'inizio della SPS-NA transfer line (TT20):
gli studi effettuati per il proposal della facility del neutrino molto utili per noi

Rivelatori proposti

- **Quasi nessun R&D da fare: ce la possiamo fare con rivelatori di tipo tradizionale, ottimizzando i parametri**
- Calorimetri EM (x2) $2.5 \times 2.5 \text{m}^2$: Shashlik tipo LHCb
- **Camere a mu e filtri (x3) —> da progettare. Il materiale passivo si potrebbe recuperare da OPERA**
- Magnetici (x2) di tracciamento —> da progettare, versione semplificata del magnete LHCb (CERN)+ magnete per rivelatore di ν_τ (di risulta?)
- Camere di tracciamento e di veto (x2): straw tubes come per NA62, bassa X_0
- Calorimetri veto K_L^0 nel dump (il fondo piu' rilevante)—>da progettare (x2)
- Rivelatore per ν_τ (vedi dopo)

Collaborazione internazionale

Gruppo iniziale di poche persone:

CERN, I(Cagliari,Napoli), CH(Zurigo), UK (ICL): 4 spoke-persons nella collaborazione! + vari teorici(EPFL,INR Moscow, ILTP Leiden)

W. Bonivento^{1,2}, A. Boyarsky³, H. Dijkstra², U. Egede⁴, M. Ferro-Luzzi², B. Goddard², A. Golutvin⁴, D. Gorbunov⁵, R. Jacobsson², J. Panman², M. Patel⁴, O. Ruchayskiy⁶, T. Ruf², N. Serra⁷, M. Shaposhnikov⁶, D. Treille² (‡)

Contatti avviati con molti altri gruppi in varie nazioni

Opportunità per INFN

- **Siamo tra i proponenti e progettisti iniziali** quindi partiamo con il piede giusto!
 - In questa fase tutte le idee innovative e buone sono benaccette.
- **Al momento abbiamo la responsabilità' di coordinare il sistema PID (mu,CALO e veto calo) e co-coordinare il rivelatore di v_T (Giovanni de Lellis, NA) ma altri si inseriranno rapidamente —>fare in fretta a decidere cosa ci interessa costruire**
 - **Rivelatori, meccanica, elettronica** —>progettazione da fare
- trigger e acquisizione dati: pensiamo di utilizzare il modello HLT dell'upgrade di LHCb (i.e. no L0) ma anche questo e' tutto da studiare
- computing: esperti del CERN coinvolti nel design; valutando le soluzioni più innovative per il computing model
- idee di fisica aggiuntive, simulazioni

Stato della proposta

- **SPC EOI-2013-010 + addendum sottomessa Ottobre 2013 e discussa alla riunione. EOI trasmessa e discussa al Research Board ma non ancora valutata da quest'ultimo.**

- **interazione con referee di SPSc e discussione alla riunione di Gennaio 2014.**

- **Raccomandazione SPSc:**

The Committee **received with interest** the response of the proponents to the questions raised in its review of EOI010.

The SPSC **recognises** the interesting physics potential of searching for heavy neutral leptons and investigating the properties of neutrinos.

Considering the large cost and complexity of the required beam infrastructure as well as the significant associated beam intensity, such a project should be designed as a general purpose beam dump facility with the broadest possible physics programme, including maximum reach in the investigation of the hidden sector.

To further review the project the Committee **would need** an extended proposal with further developed physics goals, a more detailed technical design and a stronger collaboration.

- **Primo meeting di Collaborazione 10-12 Giugno (stiamo fissando il luogo, Francia o Svizzera)**

- Pagina web provvisoria <http://snoopy.web.cern.ch/snoopy/>

- **Tempo stimato per il proposal: 1 anno.**

- **Costo stimato: 100M per il fascio 30M per il rivelatore (inclusi i contributi in-kind)**

Mentre sto parlando...

FHC experiments informal meeting

chaired by Austin Ball (CERN), Fabiola Gianotti (CERN), Michelangelo Mangano (CERN)

Thursday, 6 February 2014 from 14:00 to 18:15 (Europe/Zurich)
at CERN (4-3-006 - TH Conference Room)

Description To join the mailing list for communications on the activities of the Future Hadron Collider group, go to <https://e-groups.cern.ch/e-groups/> search for the "fcc-experiments-hadron" e-group, and subscribe.

Video Services Vidyo public room : FHC_experiments_inform_meeting [More Info](#) | [Join Now!](#)

Thursday, 6 February 2014

- | | |
|---------------|--|
| 14:00 - 14:25 | Dijet resonances: the role of jet substructure variables 25'
Speaker: Maurizio Pierini (CERN) |
| 14:25 - 14:50 | TB confirmed 25'
Speaker: Anna Sfyria (CERN) |
| 14:50 - 15:10 | BSM physics opportunities with polarized proton beams 20'
Speaker: Benjamin Fuks (Institut Pluridisciplinaire Hubert Curien (FR)) |
| 15:10 - 15:35 | Z' -> ll sensitivity study 25'
Speaker: Clement Helsen (CERN) |
| 15:35 - 16:00 | Electroweak SUSY 25'
Speaker: Benjamin Henry Hooberman (Fermi National Accelerator Lab. (US)) |
| 16:00 - 16:20 | Exotic massive highly-ionising particle detection (e.g. monopoles) with 100 TeV pp collisions 20'
Speaker: Philippe Mermod (Universite de Geneve (CH)) |
| 16:20 - 16:40 | Search for heavy neutral leptons with FHC fixed-target beams 20'
Speaker: Dr. Andrei Golutvin (ITEP) |

Altra fisica possibile

- **Studio delle interazioni del neutrino τ con statistica 100x attuale**
 - **rivelatore a emulsioni con la tecnologia di OPERA (De Lellis) ma con massa molto minore (3000Kg) posto davanti al tunnel di decadimento per il HNL**
- Studio della fisica del charm in interazioni di ν con statistica 5x attuale
- Sensibilità' da valutare per particelle esotiche a vita media lunga e interagenti molto debolmente con massa leggera come:
 - Rivelazione di super-goldstinos leggeri in SUSY: axion-like e dilaton-like: $D \rightarrow \pi X$, $X \rightarrow \pi^+ \pi^-$; lifetimes of O(Km) [Gorbunov 2001]
 - neutralini leggeri con violazione di R-parita' in SUSY: LSP. $D \rightarrow l \chi$ con $\chi \rightarrow ll \nu$ [Desdes]
 - simile metodologia dell'esperimento CHARM ma con maggiore statistica

