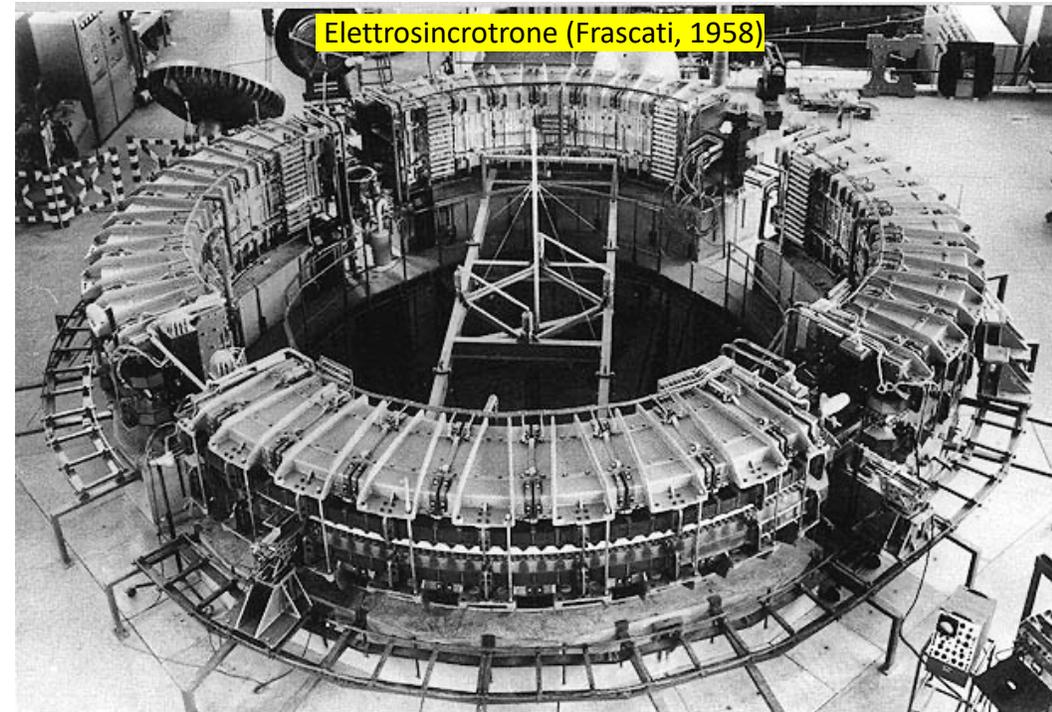


~~INFN e' Sviluppo Acceleratori~~

INFN: lo Sviluppo degli Acceleratori e delle loro Tecnologie Abilitanti

... una passione che dura da almeno 69 anni ...



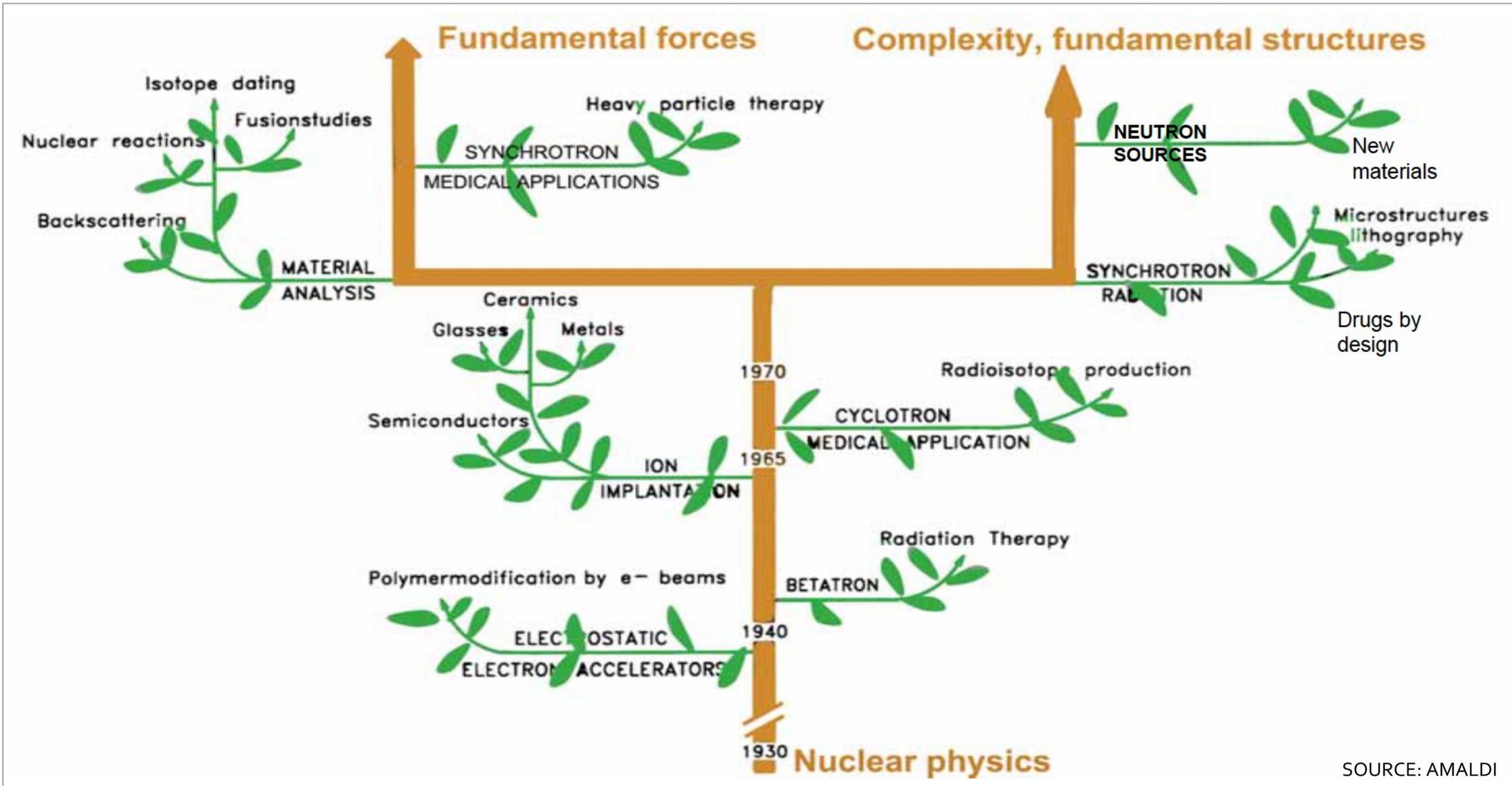
Nel febbraio del **1953** il Consiglio Direttivo dell'INFN decide, su proposta del suo presidente G. Bernardini, la costruzione di un acceleratore per elettroni

*"Bernardini ed io [E. Amaldi] presentammo, nel **maggio 1939**, la proposta di costruire un ciclotrone da esporre all'EUR, di caratteristiche tali da poter essere usato nel seguito come strumento di ricerca. [...] Visto che il governo intendeva investire somme considerevoli in questa grande fiera delle vanità, ci sembrava ragionevole ed opportuno cercare di orientare una piccola parte del denaro pubblico verso attrezzature scientifiche".*

*Il presidente dell'E42, sen. V. Cini, chiede allora alla soc. Galileo di "farsi onore [...] offrendo questo capolavoro della tecnica alla grande manifestazione di Roma, iniziando senz'altro la preparazione [...] senza parlare di pagamento". Amaldi si reca a Berkeley per raccogliere dati costruttivi e la Galileo gli fa sapere che ha difficoltà a fargli avere i **50 dollari** necessari per riprodurre i disegni dell'ultimo ciclotrone (da 60") realizzato da Lawrence.*

Progettiamo & costruiamo acceleratori perche' :

- ci permettono di studiare come funzionano le leggi dell'Universo (i raggi cosmici non ci bastano)
- la fisica e la tecnologia sottostante esprimono una «Grande Bellezza»
- hanno un profondo impatto sociale, culturale ed economico
- rappresentano uno strumento unico di generazione di conoscenza a grande spettro



SOURCE: AMALDI

Tecnologie abilitanti (assi portanti per lo sviluppo degli acceleratori)

- fisica di macchina
- magneti (caldi e freddi)
- cavit  e sistemi RF
- diagnostica
- vuoto
- criogenia
- ingegneria: meccanica, elettrotecnica, sistemi a fluido, civile
- sorgenti & targhette
- plasmi & laser
- photon science (FEL & rad. sincrotrone)
- controlli & calcolo
- radioprotezione & sicurezze
- project management
- transizione energetica
- formazione superiore & tecnica
- ...

Gli ambiti applicativi degli acceleratori:

bio-medicale, beni culturali, scienza dei materiali, innovazione industriale, etc...

L'INFN e' uno dei pochi Enti al mondo in grado di costruire un acceleratore (e/h) completo

- abbiamo competenze distribuite in tutti gli ambiti delle Tecnologie Abilitanti che consentono di sviluppare e costruire infrastrutture avanzate e innovative
- abbiamo competenze nell'utilizzo degli acceleratori sia nella componente di fisica fondamentale che nel campo delle applicazioni

Un patrimonio da coltivare, mantenere, sostenere (... nei prossimi 7 anni ~ 30% di R/T sara' in pensione ...)

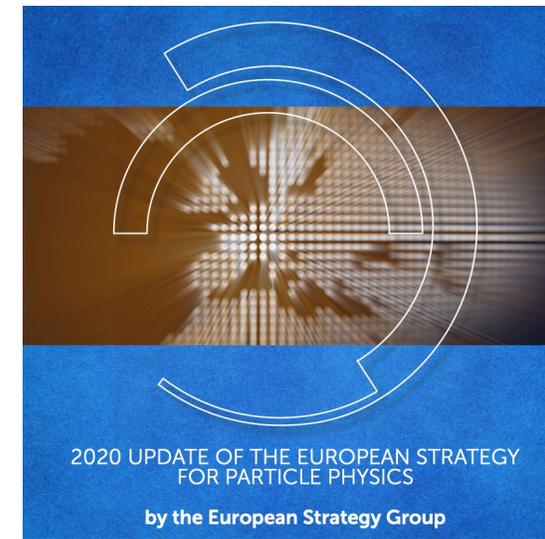
In quali direzioni ? [1]

Innanzitutto nel solco della «strategy» ESPPU 2020

Attraverso lo sviluppo di accordi collaborativi con CERN (e altre istituzioni europee) sia per lo sviluppo della futura macchina al CERN (FCC-ee) che per quelle successive

→ Particolare attenzione al «ritorno» in termini di know-how tecnologico per i nostri progetti

- Sviluppo di magneti ad alto campo (→ Falcon D, IRIS nel PNRR)
- RF ad alto guadagno e ad alta efficienza (→ SRF e sviluppi nelle tecnologie calde, ad es. banda C & X)
- Plasma acceleration (→ EuPRAXIA e non solo, ad. es. TSNA con laser)
- Muon Collider (→ Design Study)
- (Energy Recovery Linac)



In quali direzioni ? [2]

Crescita/sviluppo/consolidamento attività nazionali o verso altre strutture internazionali di ricerca

Sviluppo/operazione macchine nei Laboratori Nazionali (LNF, LNL, LNS, ... e anche LNGS)

Attività in centri/sezioni: LASA, Genova, Salerno, LABEC, Roma1 & 2, Napoli, Bari +CNAO +TIPFA

Contributi sostanziali a progetti nazionali/internazionali

- in passato : XFEL, CNAO, dipoli LHC & solenoidi esperimenti

- più recenti

HL-LHC, ESS, PIP II, IFMIF/DONES, DTT, FAIR & MU2E (magneti), ...

Anche sotto forma di «contractor»: ELI-NP, STAR/STAR2 (... con alterne vicende ...)

Esistenza di «flagship programs» nei Laboratori dell'INFN

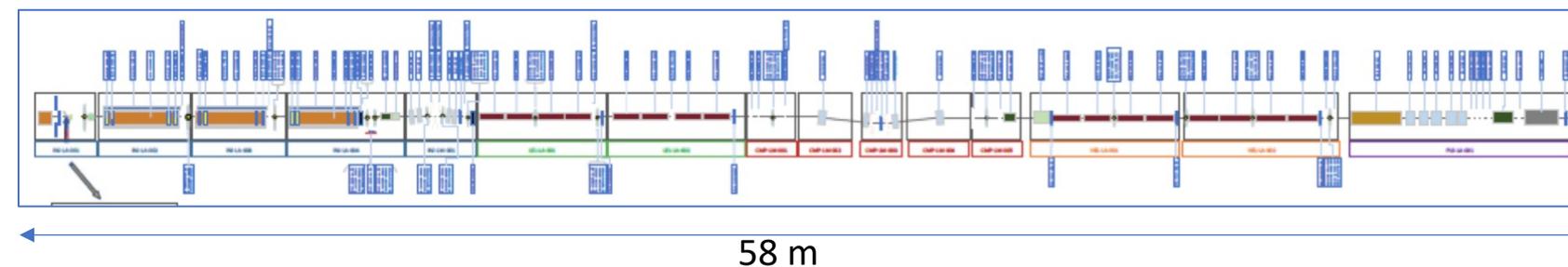
LNF – EuPRAXIA@SPARC_LAB

Un'infrastruttura europea (entrata nella Roadmap 2021 ESFRI)
per un FEL operato con l'accelerazione al plasma (sito LNF)

Un linac in banda X (fino a 1 GeV) + una cella al plasma + un FEL a 4 nm + linee per utenti

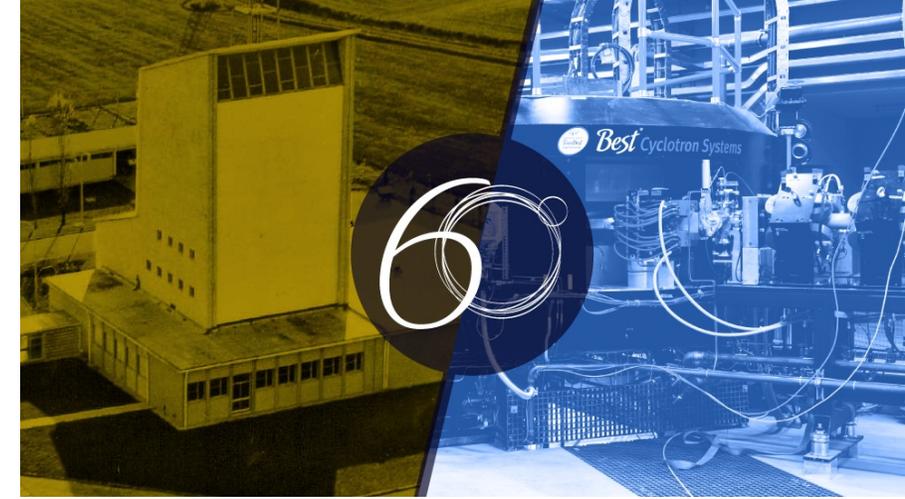
Fondo Investimento Infrastrutture MUR (~ 110 ME) + contributo da Regione Lazio

Un consorzio di 40 laboratori europei per un'infrastruttura basata su 2 siti (PWFA: LNF; LWFA: ?)
+ centri di eccellenza. Periodo 2021-2025 dedicato alla *preparatory phase* (redazione di un TDR)
Sito LNF: CDR (2018) + progetto definitivo edificio (fine 2021) + conferenza dei servizi (2022)
Inizio costruzione edificio meta' 2024. Inizio installazione macchina meta' 2027





LNL – SPES



Una facility di Fisica Nucleare che integra il complesso di macchine di LNL

α : completamento ciclotrone e infrastruttura

β : fasci radioattivi (40 keV) + ri-accelerazione con ADIGE/ALPI (10 MeV/u)

γ e δ : applicazioni (radioisotopi: ISOLFARM, LARAMED; neutroni per applicazioni sui materiali)

Fondi INFN (~ 55 ME+). Commissioning del ciclotrone nel 2017

In corso di completamento la preparazione dell'infrastruttura (prevista per fine 2022)

Primi esperimenti con fasci radioattivi verso fine 2023, ri-accelerazione nel 2024

Per il completamento del programma, necessario mantenere sia un complesso di macchine (vetuste ...) che le competenze su uno spettro molto ampio («*croce e delizia*» dell'interdisciplinarieta')

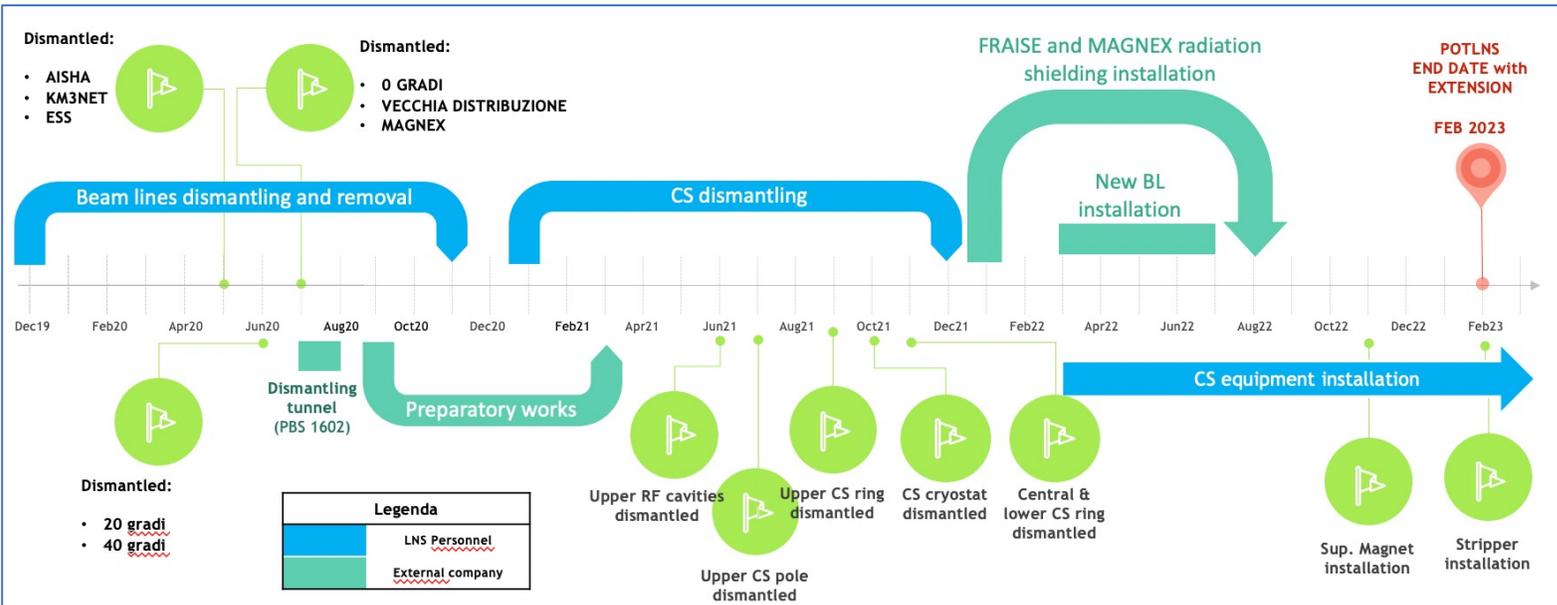




LNS – Upgrade del Ciclotrone Superconduttore

Goal: raggiungere i 10^{14} pps con ioni leggeri ($A < 40$)
 $14 \text{ MeV} < E/\text{amu} < 70 \text{ MeV}$ per ottimizzare lo studio di eventi rari a sezione d'urto bassa
 + NUMEN, studio degli elementi di matrice nucleare per misure di $\beta\beta$
 + FRAISE , facility per caratterizzare fasci esotici

Inizio progetto 12/2019 – conclusione 02/2023 - Uso di fondi PON + INFN (~ 25 ME+)
Use case per il Project Management



Feasibility study per FCC

Un impegno «*extra moenia*» strategico per l'INFN perche' teso a mantenere la leadership mondiale del CERN (e la sua stessa ragione d'essere)

Non banale, vista la discussione fatta nella strategy e visti i tempi ...

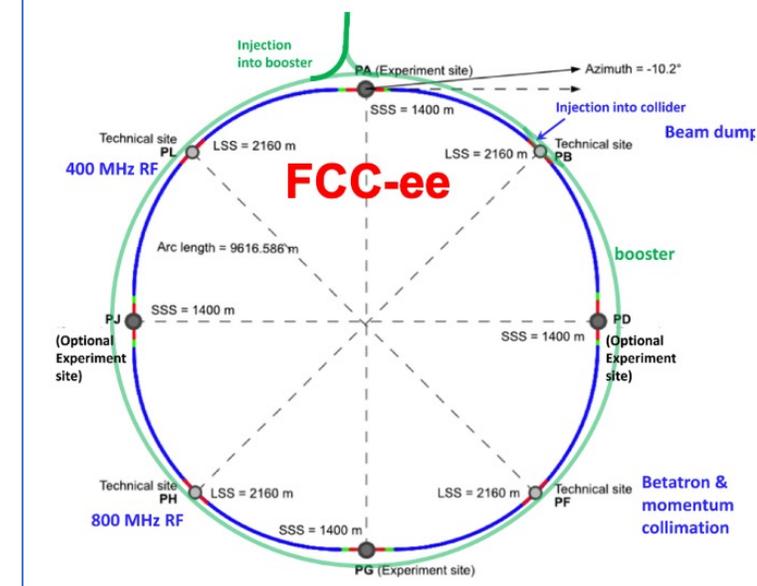
Il primo FCC Italy Workshop ha mostrato l'interesse dei gruppi a collaborare su item di FCC ee (oltre quelli sui quali c'e' gia' attivita', incluso per HFM), anche in funzione di un potenziale coinvolgimento di ditte italiane:

- Machine Detector Interface & Beam Impedance (LNF, Roma 1)
- Magneti (GE), Cavita' SRF (LASA, LNL), Fisica di Macchina, etc...

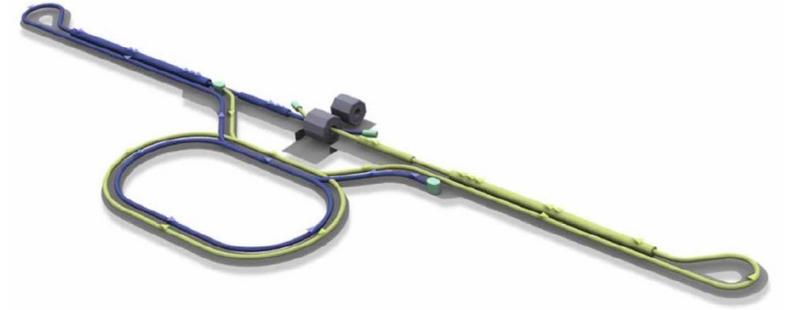
Restano da definire gli strumenti con cui formalizzare la collaborazione con il CERN

Necessita' di avere massa critica con attivita' coerenti tra le strutture

Anche l'aspetto di coinvolgimento «politico» dell'INFN nell'implementazione della strategy e in FCC non e' da sottovalutare



ILC ?



Un impegno «*extra moenia*» strategico per l'INFN nella misura in cui
- *se approvato* – metterebbe in grado l'industria italiana
(una delle 2 esistenti al mondo) di partecipare a una commessa molto rilevante

L' R&D su SRF mantiene i gruppi italiani nello «state of the art» nella tecnologia
Area di attivita' con una stretta collaborazione con il CEA Saclay (interessante anche in prospettiva FCC-ee)



La fase di pre-lab (2022, R&D e pre-industrializzazione delle cavita' in J, EU & US) e' stata bloccata dal MEXT (J)
Alla ricerca di nuovi approcci collaborativi (contributo diretto di KEK alla costruzione di prototipi ?) ...





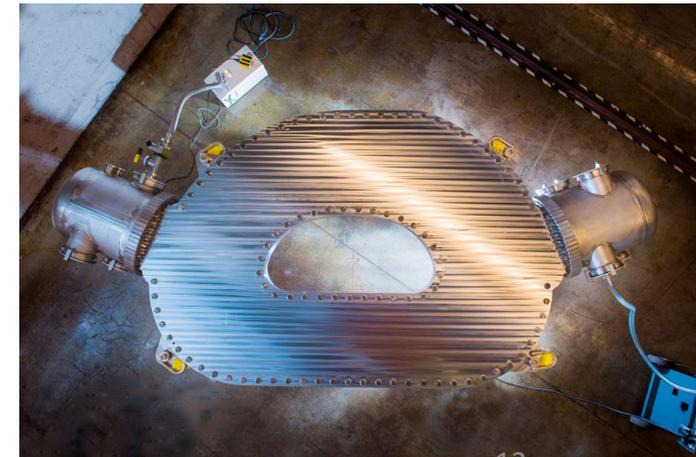
IRIS (Innovative Research Infrastructure on Applied Superconductivity)

Un progetto presentato nell'ambito del PNRR – Bando Infrastruttura di Ricerca (75 ME).
INFN (LASA, GE, SA, LNF), CNR Spin, UniMi, UniGE, UniNa, UniSa, UniSalento.

Aspetti salienti:

- 1) Costruzione di una linea conduttrice HTS (~200 m, MgB₂) «HVDC line» 1 GW, zero dispersione
- 2) **Realizzazione di magneti HTS alto campo (per HEP) >> connessione con strategy**
- 3) Potenziamento infrastrutture LASA, Genova, Salerno (facility per test cavo) e loro coordinamento
- 4) Coinvolgimento industriale
- 5) Reclutamento & Formazione

Prevista collaborazione con RSE (cavo HVDC),
CERN e altri (per magneti HTS)
Risultato della selezione noto tra ~ 15 gg



Gli strumenti (I)

Il Comitato INFN Acceleratori ha la funzione di favorire la creazioni di **reti** all'interno dell'INFN su tematiche relative agli acceleratori e alle loro tecnologie (magneti, medicale, RF, ...)
e divenire punto di accumulo per scambiare idee, esperienze (incluso le relazioni con il tessuto industriale), facilitare l'accesso a programmi EU, la collaborazione su progetti internazionali, stabilire relazioni strutturate tra ricercatori/tecnologi del settore

Riunioni periodiche, seminari, etc...



Istituto Nazionale di Fisica Nucleare | INFN
Acceleratori

Gli strumenti (II)

Gia' da anni l'INFN investe nella formazione specifica di giovani acceleratoristi (6 borse c/o Sapienza)
Corsi seguibili da remoto, ampio spettro di corsi. Esempio unico in Europa.

Coordinatore Daniele Del Re (UniRM1)

Discussione in atto con Sapienza/Lab. Naz. INFN per un progetto di follow-up sistemico dei giovani post-dottorato (ad es. con AR presso LN)

Scarsita' di acceleratoristi nei corsi di laurea in Fisica (→ crisi vocazioni, in particolare nella fisica di macchina)
Prendere a modello realta' quali l'US Particle Accelerator School ?



SAPIENZA
UNIVERSITÀ DI ROMA

Dottorato in FISICA DEGLI ACCELERATORI



DIPARTIMENTO DI FISICA

Home / FISICA DEGLI ACCELERATORI / **Presentazione**

DOTTORATO

PRESENTAZIONE

Conclusioni

La progettazione e la costruzione di acceleratori fanno parte del DNA dell'INFN e ne rappresentano un aspetto «costitutivo», sia per l'impatto sulla fisica fondamentale che sulle ricadute applicative

Buona parte dell'immagine comunicativa e sociale dell'Ente passa attraverso la parola «acceleratori»: rappresenta *l'anello di congiunzione* tra ricerca di base e applicata

Management/comunita' scientifica hanno l'obbligo provvedere alle risorse/garantire la massima efficienza e coordinamento nell'utilizzo

Processo tipicamente bottom/up con un necessario «touch» di strategia
Giusto mix tra attivita' nei LN e nelle strutture e «extra moenia» internazionali di alto livello (... *champions league* ...)

Attenzione massima ai giovani: i risultati di fisica di LHC ci indica che adesso servono acceleratoristi (... e teorici – non di stringhe svp ...)

