

Istituto Nazionale di Fisica Nucleare

Piano Triennale

2025 | 2027

LECCE

Sandra Malvezzi

Giunta Esecutiva

**L'INFN e la strategia europea della
fisica delle particelle elementari**

INFN

La strategia

I cardini di una *buona* strategia

- ❑ **Visione** → identificazione degli obiettivi
 - Ambizione/realismo – prudenza/flessibilità - sostenibilità
- ❑ **Processo** → percorso strutturato
 - priorità a breve, medio e lungo termine

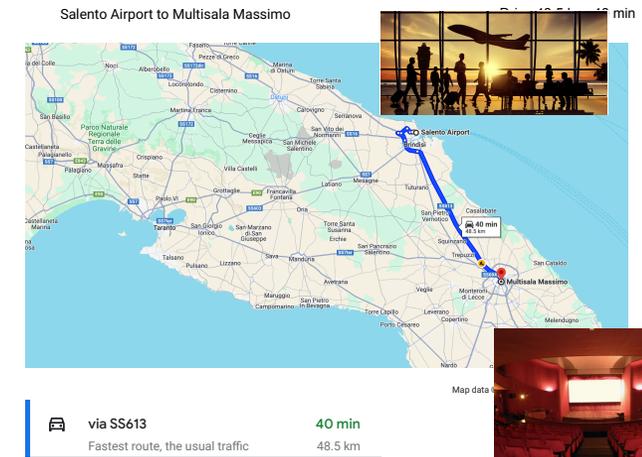
European Strategy Particle Physics (ESPP)

- ❑ iniziativa promossa dal Council del CERN
- ❑ elabora raccomandazioni per il futuro della fisica delle alte energie

Attraverso

- un'ampia consultazione della comunità scientifica
 - *raccolta organizzata di contributi*
- coordinamento con processi simili in altri paesi *
al fine di garantire/favorire l'uso ottimale delle risorse a livello globale

Google map non aiuta



*US-P5 Particle Physics Project Prioritization Panel <https://www.usparticlephysics.org/2023-p5-report/>

La storia

Iniziativa risale al 2005, oggi è al suo terzo *update*

- ❑ 2005 → LHC
- ❑ 2013 → HL-LHC
- ❑ 2020 → preparazione per il post LHC : “Europe needs to be in a position to propose an ambitious post-LHC accelerator project at CERN by the time of the next Strategy update.”
- ❑ 22 Marzo 2024 : il Council ha *lanciato* il nuovo update → notevole impegno nei prossimi ~2 anni
 - L’INFN ha già cominciato il suo percorso di confronto interno con il workshop <https://agenda.infn.it/event/39747>



- Continuerà con iniziative all’interno delle CSN, dei Laboratori e delle Sezioni, con il **coinvolgimento dei giovani**

Il contesto

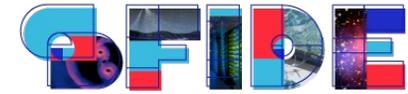
Perché è necessaria una **decisione tempestiva su un futuro collisore al CERN?**

- Preservare impegno e competenza della comunità (in particolare delle giovani generazioni)
- Delineare un futuro per il CERN, laboratorio di eccellenza unico nel mondo
- Mantenere la leadership europea nella fisica delle alte energie - **competizione con la Cina**

Altri elementi essenziali della ESPP

- Programma scientifico diversificato
- Sinergie con campi “vicini” : Astroparticelle e Fisica Nucleare
- Impatto sociale e ambientale : Trasferimento Tecnologico
- Carriere dei giovani, impegno pubblico

Il processo di *update* e la sua linea temporale



2024: anno di preparazione, formazione delle commissioni, scelta dei luoghi dei vari incontri

2025: sottomissione degli input scientifici, Open Symposium, stesura del documento strategico

2026 discussione al Council e aggiornamento della Strategy (2027/2028 il Council decide)

Strategy Secretariat:

organising and running the ESPP process

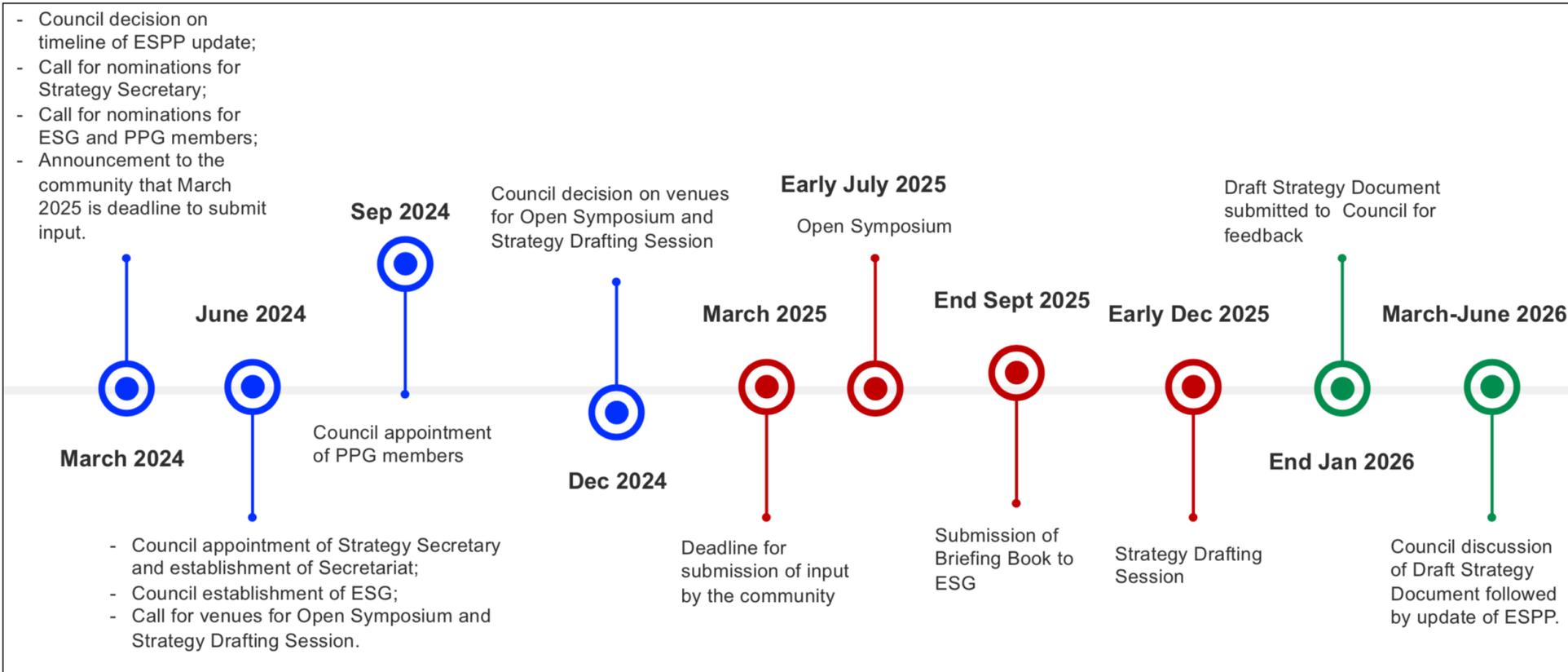
Strategy Secretary (Chair, t.b.d.)
 Paris Sphicas (ECFA Chair)
 Hugh Montgomery (SPC Chair)
 Dave Newbold (LDG Chair)

European Strategy Group (ESG):

Prepares the Strategy Document

Physics Preparatory Group (PPG):

collects input from the community, organises the Open Symposium, prepares the Briefing Book



La definizione ultima della sequenza temporale spetta alla Segreteria della Strategia: la/il segretaria/o sarà eletta/o dal Council il 21 giugno.

Input della comunità sarà esaminato dal **ESG**: studio attento e rigoroso della documentazione fornita, i.e del Briefing Book redatto dal **PPG** con supporto dalla **Segreteria della Strategia**

Lo sviluppo di una strategia

Avere domande importanti da perseguire

- Quali sono le sfide future della fisica della fisica delle particelle?

Creare le opportunità per rispondere

- Quali strumenti offrono il miglior potenziale per realizzarli?
- Quali tecnologie devono essere sviluppate e potenziate ?

Le sfide future: domande & obiettivi



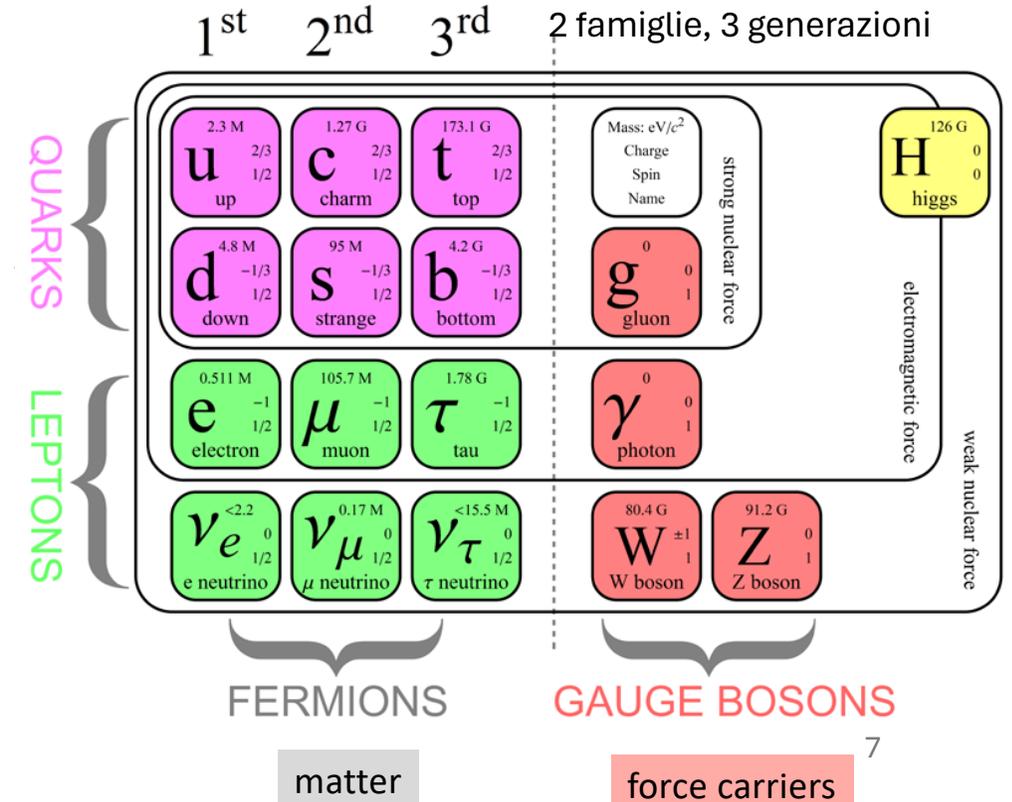
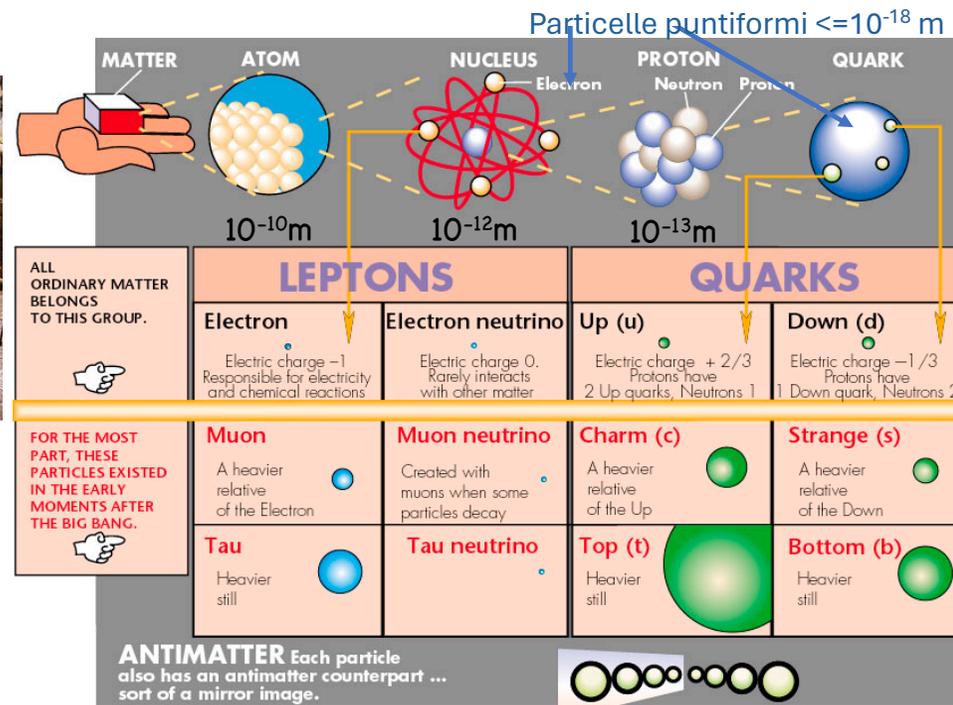
...leggero gender bias

Il Modello Standard in una slide

Per decidere il futuro dobbiamo partire dal presente: il Modello Standard

- ❑ Il Modello considera la materia composta da quarks e leptoni, particelle a spin 1/2 (fermioni)
- ❑ Descrive le loro interazioni attraverso lo scambio di altre particelle a spin 1, bosoni, che mediano le interazioni forte, debole ed elettromagnetica
- ❑ Semplice ed elegante: da pochi parametri si possono ottenere previsioni precise su osservabili

I costituenti fondamentali della materia



La materia, noi inclusi



Lo strano caso dello Higgs

Il bosone di Higgs ha un ruolo “speciale” nel modello

- Fornisce massa alle particelle elementari
 - Rottura di simmetria
 - transizione di fase che ha trasformato lo spazio vuoto dell’Universo primordiale
 - Analogie con altri campi
 - superconduttività e superfluidità nella materia condensata.
- È uno scalare (spin=0)

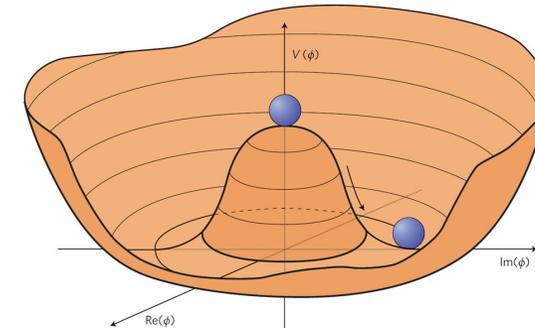
È una particella elementare o composta?

Cosa ha provocato la transizione di fase dell’universo primordiale?

Cosa determina la stabilità del vuoto ?

Perchè questa forma del potenziale ?

$$V(\Phi) = -\mu^2|\Phi|^2 + \lambda|\Phi|^4$$



gerarchia e naturalezza

At loop level, the Higgs mass receives corrections from self interactions, gauge loops, and fermion loops (especially the top quark). Diagrammatically,



These loops are quadratically divergent and go like $\int d^4k (k^2 - m^2)^{-1} \sim \Lambda^2$ for some cutoff scale Λ . Explicitly,

$$\delta m_H^2 = \frac{\Lambda^2}{32\pi^2} \left[6\lambda + \frac{1}{4} (9g^2 + 3g'^2) - y_t^2 \right] \quad (1.1)$$

If $\Lambda \gg 10$ TeV (for example, $\Lambda \sim M_{Pl}$), then the quantum correction to the Higgs mass is much larger than the mass itself, $\delta m_H^2 \gg m_H^2$. This is the **Hierarchy problem**: the Higgs mass is quadratically sensitive to *any* mass scale of new physics. This problem is specific to elementary scalars

G. Giudice

Every problem of the SM originates from Higgs interactions

$$\mathcal{L} = \lambda H \psi \bar{\psi} + \mu^2 |H|^2 - \lambda |H|^4 - V_0$$

↑ flavor
 ↑ naturalness
 ↑ stability
 ↑ C.C.

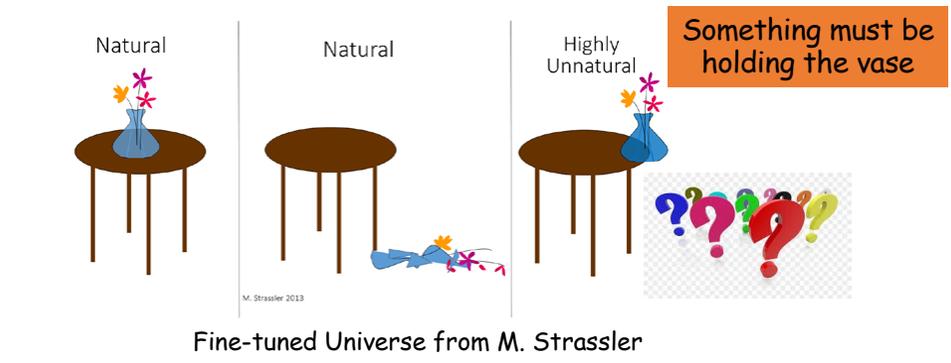
Domande oltre il Modello Standard

Guidate dalle osservazioni sperimentali

- Materia oscura
- Massa dei neutrini
- Asimmetria Materia/Antimateria
- Energia oscura

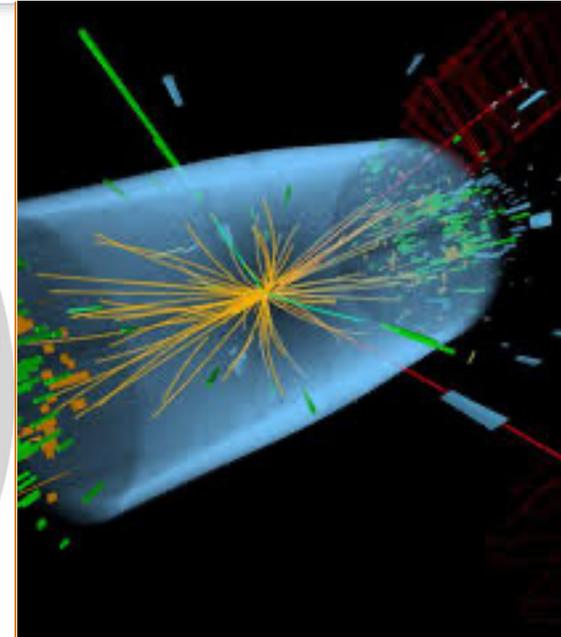
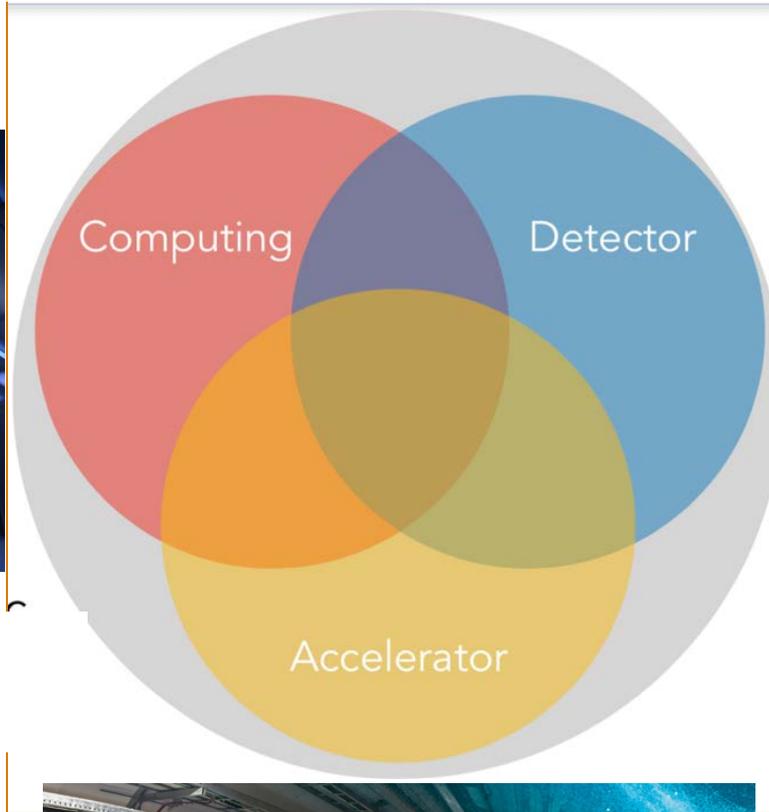
Squisitamente teoriche

- Gerarchia e Naturalezza
- Problema del flavour (origine delle famiglie di fermioni mass/mixing pattern)
- Gravità quantistica
- Origine dell' inflazione ...



Possibili soluzioni a scale di energie non ancora esplorate

Le opportunità: strumenti e tecnologie



Teoria: nuovi percorsi di esplorazione

Raccomandazioni ESPPU 2020

- ❑ Sfruttare appieno **il potenziale di LHC** e gettare le basi di un nuovo sistema di **futuri acceleratori**
- ❑ Studio di **fattibilità**
 - ❑ disegno concettuale
 - ❑ infrastrutture e costi per un nuovo anello (~100 km) da costruire al CERN .
 - Prima fase FCC-ee.
 - Seconda fase FCC-hh (stesso tunnel)
 - *uno schema che il CERN ha già utilizzato con la costruzione in sequenza di LEP e LHC.*
- ❑ R&D per nuovi acceleratori:
 - ❑ **Muon Collider (MC)**, un innovativo collisore di muoni in fase di progettazione caratterizzato da grandi potenzialità per la fisica sia di precisione che di scoperta.
 - ❑ Accelerazione al plasma (EuPraxia)

“An **electron-positron Higgs factory is the highest-priority** next collider. For the longer term, the European particle physics community has the **ambition to operate a proton-proton collider at the highest achievable energy.**”

“Europe, together with its international partners, should investigate the **technical and financial feasibility** of a future hadron collider **at CERN** with a centre-of-mass energy of at least 100 TeV and with an **electron-positron Higgs and electroweak factory as a possible first stage.**”

“**Such a feasibility study of the colliders and related infrastructure should be established as a global endeavour and be completed on the timescale of the next Strategy update.**”

“ **The European particle physics community must intensify accelerator R&D and sustain it with adequate resources.**”

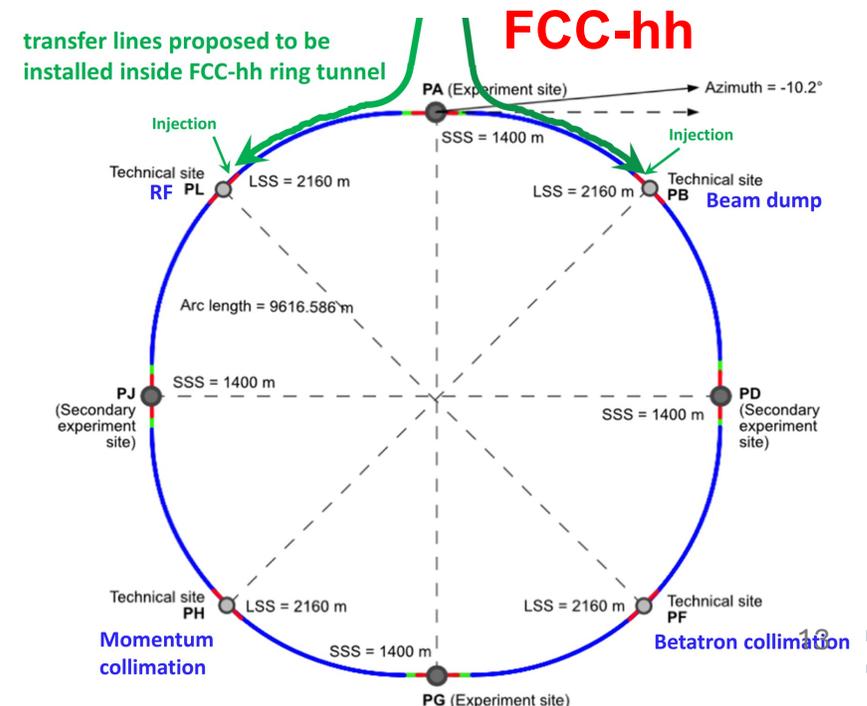
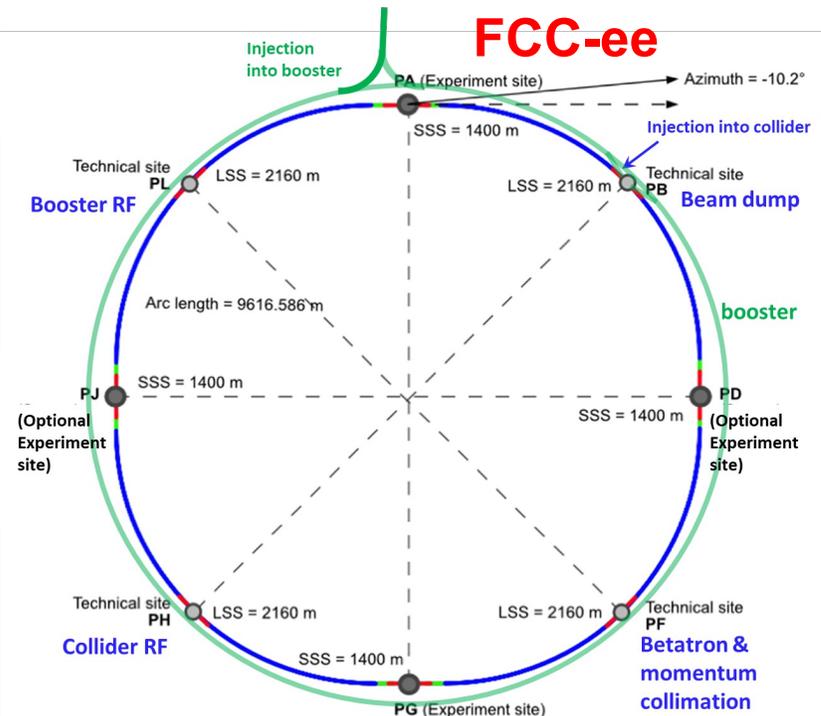
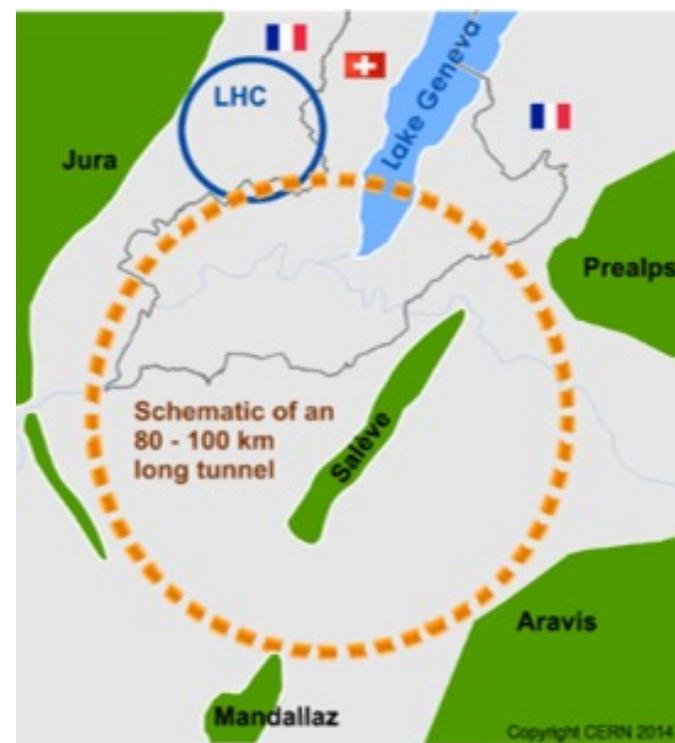
Progetto flagship: FCC integrato

Programma completo a lungo termine, **segue le raccomandazioni ESPPU 2020**, *massimizza* le opportunità di fisica

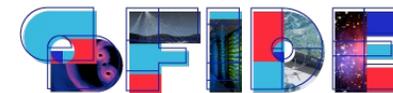
- ❑ Fase 1: FCC-ee (Z, W, H, $t\bar{t}$): Higgs factory, electroweak & top factory
- ❑ Fase 2: FCC-hh (~100 TeV): naturale continuazione @ frontiera dell'energia, collisioni pp & AA; opzione eh altamente sinergico

- ❑ Ingegneria civile e infrastrutture tecniche comuni, sfrutta infrastruttura esistente del CERN

Permette l'avvio di una nuova macchina al CERN entro pochi anni dal termine di HL-LHC



FCC Feasibility Study (2021-2025): obiettivi di alto livello



- ❑ dimostrazione della **fattibilità geologica, tecnica, ambientale e amministrativa del tunnel** e delle aree di superficie e **ottimizzazione del layout** dell'anello e delle relative infrastrutture;
- ❑ attuazione, con **gli Stati ospitanti, dei processi amministrativi** preparatori necessari per **l'eventuale approvazione del progetto** al fine di identificare e rimuovere possibili ostacoli;
- ❑ elaborazione di un **modello operativo sostenibile** per le macchine e gli esperimenti in termini di esigenze di **risorse umane e finanziarie**, nonché di **aspetti ambientali ed efficienza energetica**;
- ❑ Valutazione dei **costi**, nonché di **modelli di finanziamento e di organizzazione**, necessari per consentire il completamento della progettazione tecnica del progetto, l'implementazione e il funzionamento;
- ❑ **ottimizzazione disegno** dei collisori e delle relative catene di iniettori, supportata **da R&D per sviluppare le tecnologie chiave necessarie**;
- ❑ consolidamento del caso di fisica e dei concetti di rivelatori per entrambi i collisori.



Sondage A89 (2007) incliné de 45° de 125 m (surface plateforme estimée : 12 x 12 m soit environ 150 m²)



Drilling works on the lake



Vicino a Point 5 di LHC (CMS, Cessy, France)

OpenSky Laboratory:
dimostrazione di riutilizzo della molassa (da materiale di scavo a terreno fertile).

I risultati finali saranno sintetizzati nel Feasibility Study Report previsto per Marzo 2025

Studio di fattibilità FCC: Mid-Term Report 2023

V. Mertens,
J. Gutleber

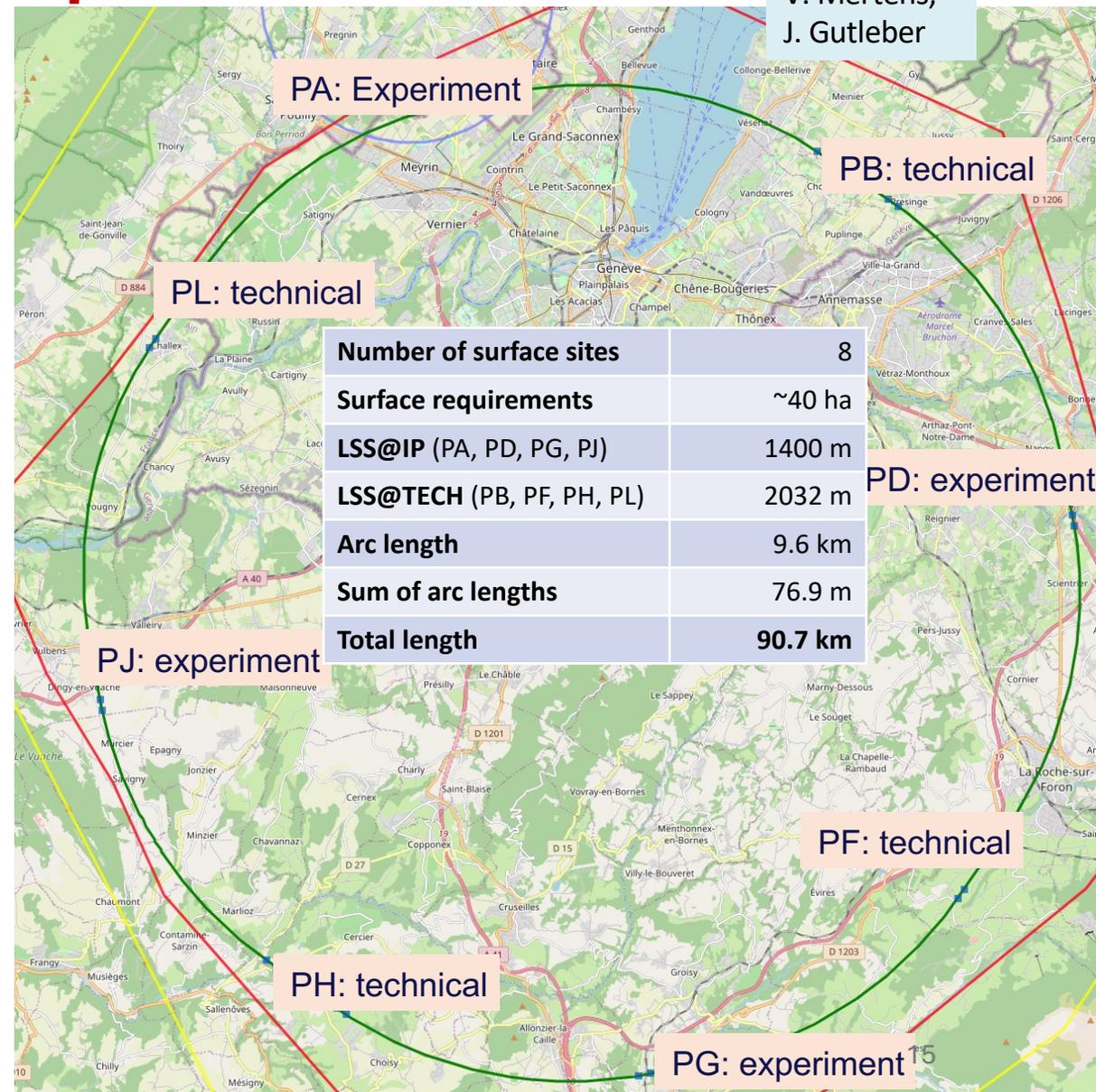
Configurazione scelta tra ~ 100 variant iniziali, basata su **vincoli geologici e di superficie** (disponibilità del terreno, accesso stradale, ecc.), **ambiente** (zone protette), **infrastrutture** (acqua, elettricità trasporti), **prestazioni delle macchina** ecc

Principio “avoid-reduce-compensate” (**sostenibilità**)

Configurazione complessivamente con il rischio più basso :

- ❑ anello di 90.7 km
- ❑ 8 punti superficiali

L'intero progetto è ora adattato a questa configurazione



FCC feasibility study mid-term report

Full Report

8 Chapters/Deliverables
 ~ 700pp document
 ~ 16 editors
 ~ 500 contributors

Executive Summary

8 Chapters/Deliverables
 ~ 45pp document
 ~ 16 editors



I comitati di revisione internazionali
SAC: Scientific Advisory Committee ,
CRP: Cost Review Panel
CERN SPC: Scientific Policy Committee
CERN FC :Financial Committee)
 hanno valutato adeguato sia il livello di studi tecnico/fisici che la stima dei costi per questa fase intermedia del progetto.

ulteriori indagini e lavori per la relazione finale del gruppo di studio di fattibilità di FCC

FCC-ee: parametri di macchina e potenziale di fisica



Parameter	Z	WW	H (ZH)	ttbar
beam energy [GeV]	45	80	120	182.5
beam current [mA]	1280	135	26.7	5.0
number bunches/beam	10000	880	248	36
bunch intensity [10^{11}]	2.43	2.91	2.04	2.64
SR energy loss / turn [GeV]	0.0391	0.37	1.869	10.0
total RF voltage 400/800 MHz [GV]	0.120/0	1.0/0	2.08/0	4.0/7.25
long. damping time [turns]	1170	216	64.5	18.5
horizontal beta* [m]	0.1	0.2	0.3	1
vertical beta* [mm]	0.8	1	1	1.6
horizontal geometric emittance [nm]	0.71	2.17	0.64	1.49
vertical geom. emittance [pm]	1.42	4.34	1.29	2.98
horizontal rms IP spot size [μm]	8	21	14	39
vertical rms IP spot size [nm]	34	66	36	69
luminosity per IP [$10^{34} \text{ cm}^{-2}\text{s}^{-1}$]	182	19.4	7.3	1.33
total integrated luminosity / year [ab^{-1}/yr] 4 IPs	87	9.3	3.5	0.65
beam lifetime (rad Bhabha + BS+lattice)	8	18	6	10

4 years
 5×10^{12} Z

2 years
 $> 10^8$ WW

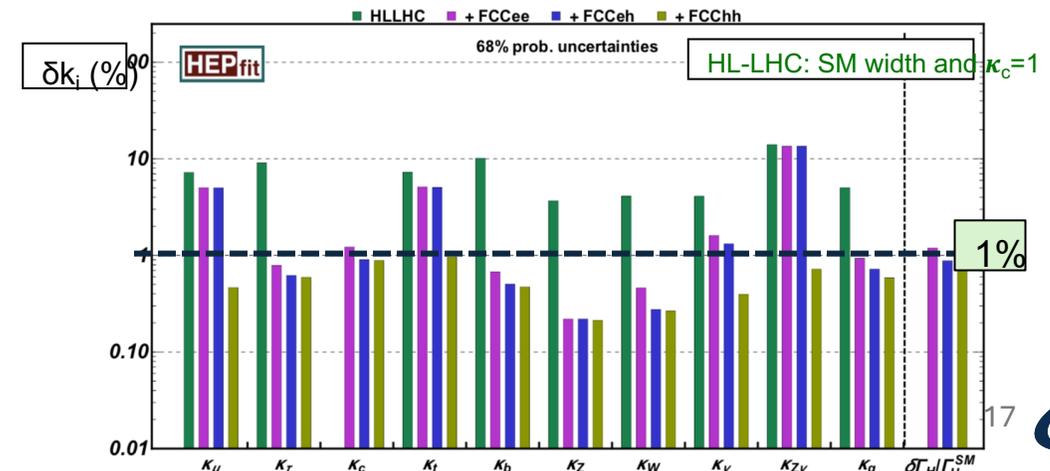
3 years
 2×10^6 H

5 years
 2×10^6 tt pairs

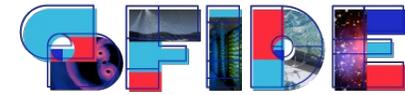
Currently assessing technical feasibility of changing operation sequence (e.g. starting at ZH energy)

Up to 4 interaction points \rightarrow robustness, statistics, possibility of specialised detectors to maximise physics output

- $\times 10$ -50 improvements on all EW observables
- up to $\times 10$ improvement on Higgs coupling measurements over HL-LHC
- $\times 10$ Belle II statistics for b, c, τ
- indirect discovery potential up to ~ 70 TeV
- direct discovery potential for feebly-interacting particles over 5-100 GeV mass range



FCC-hh: parametri di macchina e potenziale di fisica



Parameter	FCC-hh	HL-LHC	LHC
collision energy cms [TeV]	80-116	14	14
dipole field [T]	14 (Nb ₃ Sn) – 20 (HTS/Hybrid)	8.33	8.33
circumference [km]	90.7	26.7	26.7
beam current [A]	0.5	1.1	0.58
bunch intensity [10 ¹¹]	1	2.2	1.15
bunch spacing [ns]	25	25	25
synchr. rad. power / ring [kW]	1020-4250	7.3	3.6
SR power / length [W/m/ap.]	13-54	0.33	0.17
long. emit. damping time [h]	0.77-0.26	12.9	12.9
beta* [m]	1.1	0.15 (min.)	0.55
normalized emittance [μm]	2.2	2.5	3.75
peak luminosity [10 ³⁴ cm ⁻² s ⁻¹]	5	5 (lev.)	1
events/bunch crossing	170	132	27
stored energy/beam [GJ]	6.1-8.9	0.7	0.36
integrated luminosity [fb ⁻¹]	20000	3000	300

high-field magnet R&D
aiming at highest possible
energies

M. Benedik

Formidable challenges:

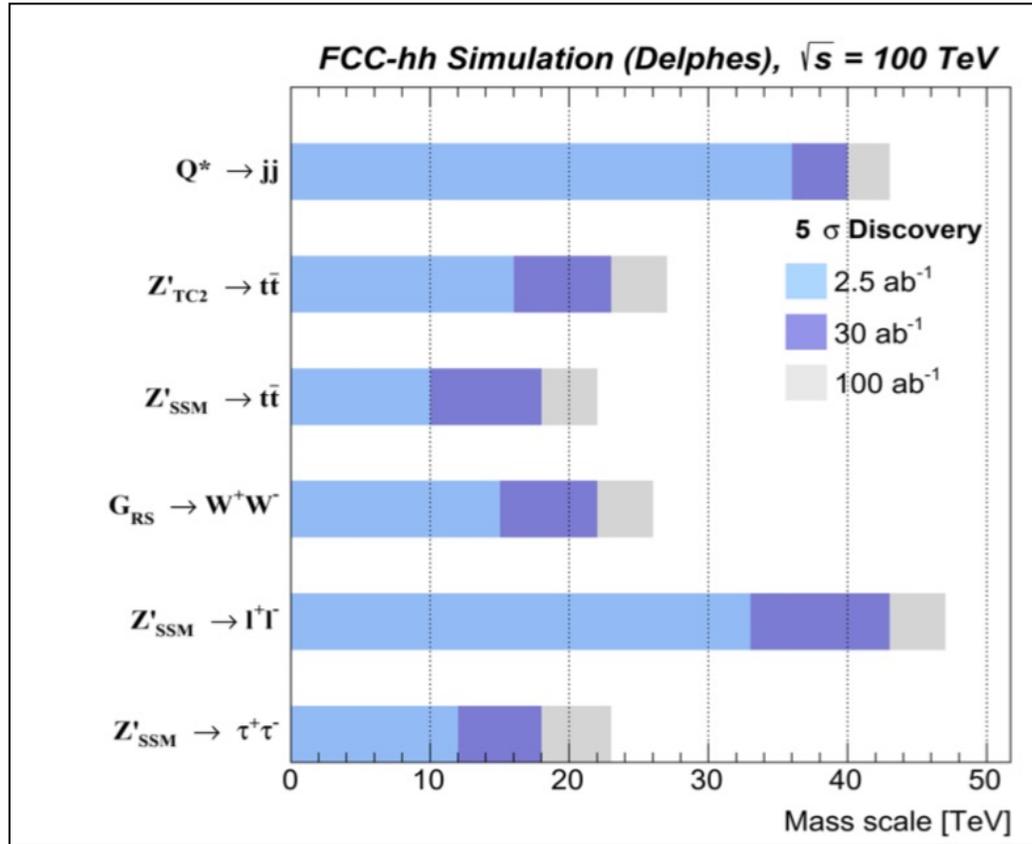
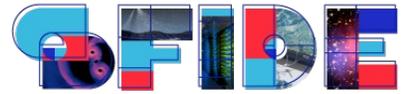
- ❑ high-field superconducting magnets: 14 - 20 T
- ❑ power load in arcs from synchrotron radiation: 4 MW → cryogenics, vacuum
- ❑ stored beam energy: ~ 9 GJ → machine protection
- ❑ pile-up in the detectors: ~1000 events/xing
- ❑ energy consumption: 4 TWh/year → R&D on cryo, HTS, beam current..

Formidable physics reach, including:

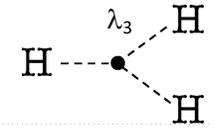
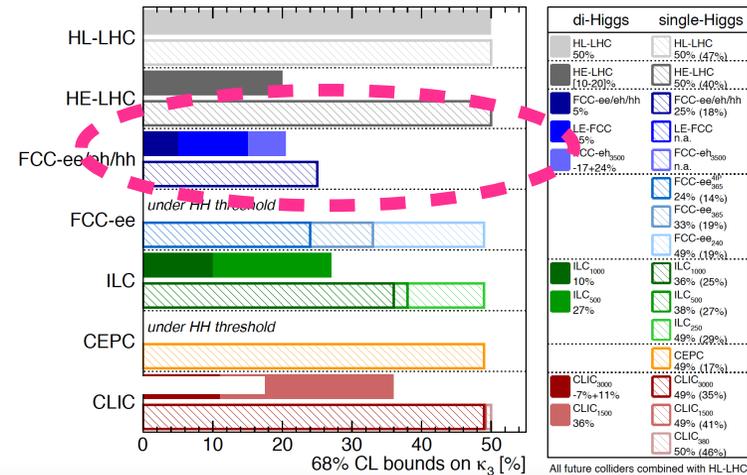
- ❑ Direct discovery potential up to ~ 40 TeV
- ❑ Measurement of Higgs self-coupling to ~ 5% and ttH to ~ 1%
- ❑ High-precision and model-indep (with FCC-ee input) measurements of rare Higgs decays ($\gamma\gamma$, $Z\gamma$, $\mu\mu$)
- ❑ Final word about WIMP dark matter

Nuovi territori oltre il MS

Higgs Self-coupling

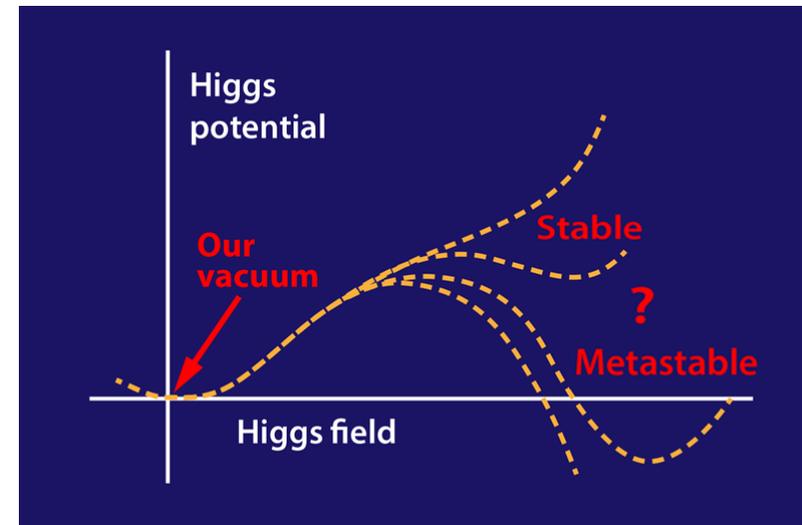
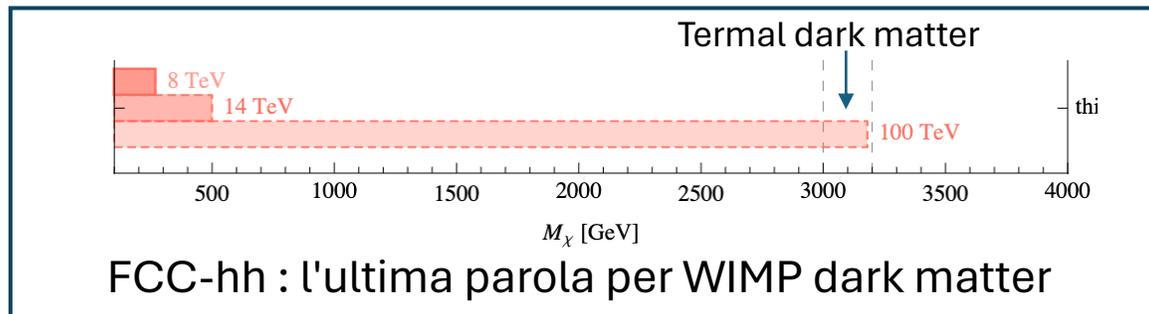


La struttura del potenziale di Higgs



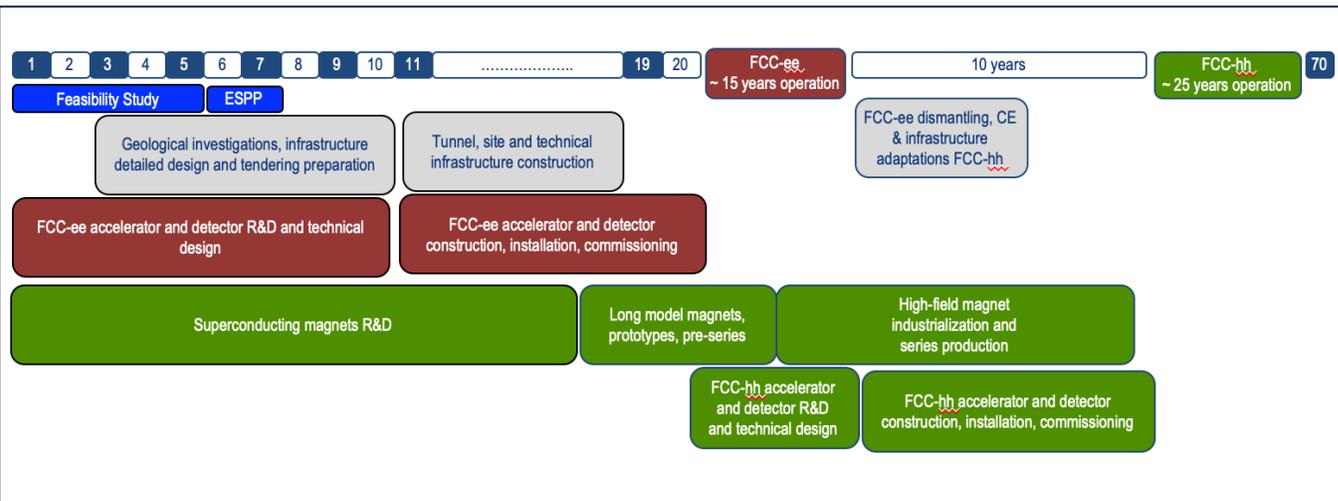
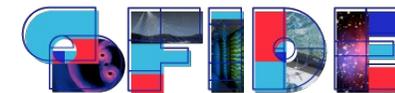
Il programma integrato di FCC potrà misurare λ_3 al 5%

1905.03764



The ground state of the Universe depends on the potential of the Higgs field. If the Universe lies in the global minimum of the potential (a “true” vacuum state), then it is stable. But if the minimum is local and a deeper minimum exists, the vacuum is “false,” and the Universe might catastrophically tunnel out into the true vacuum state.

FCC: sequenza temporale



Programma tecnico :
FCC-ee potrebbe cominciare operazioni di fisica **nel 2040 o prima**

Programma “più realistico”

- Esperienza di costruzione di macchine @CERN
- Sequenza di approvazione: ESPP, Council
- Programma HL-LHC ~ 2041

Collider futuro al CERN ~2045

costruzione in parallelo con operazioni HL-LHC

1^a fase collider, FCC-ee: elettrone-positrone @ 90-360 GeV

Costruzione: 2033-2045 → Fisica: 2048-2063

2^a fase collider, FCC-hh: protone-protone @~ 100 TeV

Costruzione: 2058-2070 → Fisica~ 2070-2095

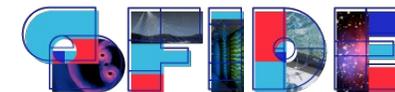
Da discutere nella Strategy in relazione agli sviluppi tecnologici e ai finanziamenti

Sogni e incubi del Council



E. Rabinovici

E se la Higgs factory fosse costruita altrove?



Assuming that in this case FCC-ee will not happen, we may go directly to FCC-hh via the fastest path (Nb_3Sn).

Timescale ~ 2060 : dictated by R&D and industrialisation of magnet technology, and cost

Note: this is a matter for the next ESPP to examine and recommend.

F. Gianotti
FCC week@London 2023

Parameter	FCC-hh		HL-LHC	LHC
collision energy cms [TeV]	80-116		14	14
dipole field [T]	14 (Nb_3Sn) – 20 (HTS/Hybrid)		8.33	8.33
circumference [km]	90.7		26.7	26.7
beam current [A]	0.5		1.1	0.58
bunch intensity [10^{11}]	1	1	2.2	1.15
bunch spacing [ns]	25	25	25	25
synchr. rad. power / ring [kW]	1020-4250		7.3	3.6
SR power / length [W/m/ap.]	13-54		0.33	0.17
long. emit. damping time [h]	0.77-0.26		12.9	12.9
beta* [m]	1.1	0.3	0.15 (min.)	0.55
normalized emittance [μm]	2.2		2.5	3.75
peak luminosity [$10^{34} \text{ cm}^{-2}\text{s}^{-1}$]	5	30	5 (lev.)	1
events/bunch crossing	170	1000	132	27
stored energy/beam [GJ]	6.1-8.9		0.7	0.36
integrated luminosity [fb^{-1}]	20000		3000	300

FCC week@San Francisco 2024
(10-14 giugno)

If FCC-hh after FCC-ee:
significantly more time for
high-field magnet R&D aiming
at highest possible energies
(HTS) and lowest electricity
consumption

Discussione all'interno dell'INFN - Tavola Rotonda workshop 6-7 maggio

L. Rossi <https://agenda.infn.it/event/39747/timetable/#20240507>

INFN: attività & R&D

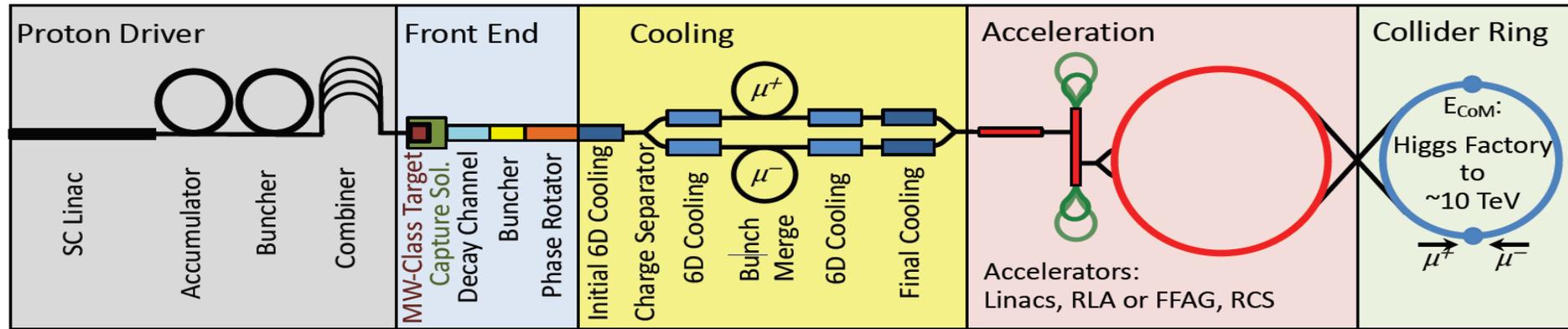
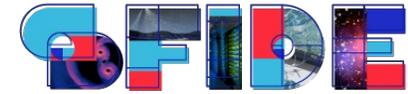
La realizzazione del progetto FCC pone sfide tecnologiche per tutti i componenti di cui un acceleratore di particelle di alta energia è costituito, tra cui:

- L'anello di damping e gli iniettori
- Le cavità a radiofrequenza
- I dipoli e i quadrupoli di fascio
- La realizzazione della zona di collisione dei fasci

L' INFN ha promosso/finanziato **progetti di R&D mirati** che possono significativamente contribuire alla European Strategy in corso e a quella in preparazione.

Tra questi anche il **Muon Collider**.

Muon Collider



Fascio di protoni

raffreddamento muoni

accelerazione muoni

collisioni di muoni

Progetto altamente innovativo

- Combina precisione e potenzialità di scoperta
- energie elevate di collisioni con modeste perdite di energia di sincrotrone (anelli di dimensioni contenute)

Doppia sfida:

- il muone è instabile ($\tau=2.2 \mu\text{s}$)
- quando prodotto adronicamente, deve essere "raffreddato".
- Raffreddamento, accelerazione e collisioni devono essere realizzati in una frazione di secondo.

US P5: The Muon Shot – The US ambition

Particle Physics Project Prioritisation Panel (P5) endorses muon collider R&D: "This is our muon shot"

Recommend joining the IMCC

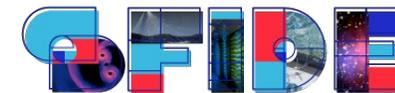
Consider FNAL as a host candidate

US is already participating to the collaboration

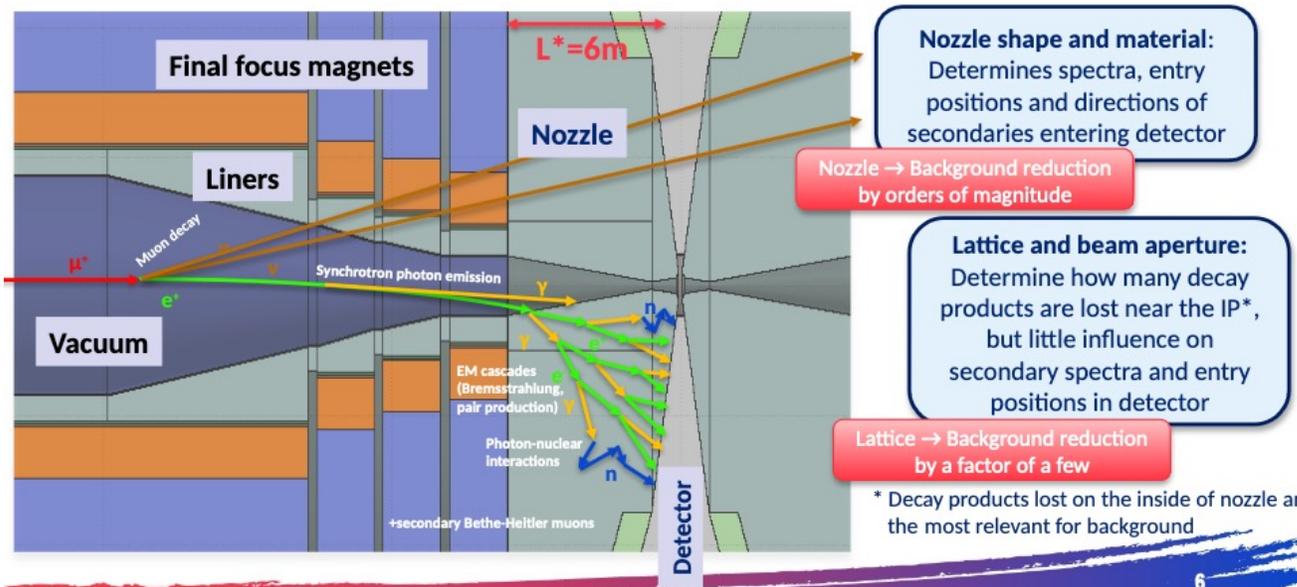
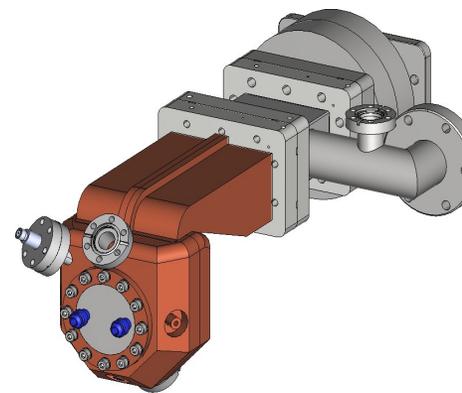
Comunità INFN molto impegnata nello studio di cavità SRF, magneti ad alto campo per la cella di raffreddamento e nello studio della regione di interazione e del rivelatore

È fondamentale realizzare un esperimento R&D che dimostri la fattibilità di un collisore di muoni di alta energia

→ Dimostratore



PNRR



Progetti per Acceleratori di Particelle per prossima European Strategy

International Muon Collider Collaboration

Muon Collider R&D activities

INFN Istituto Nazionale di Fisica Nucleare

Da [redacted] Review dei progetti di acceleratori LASA - 21 Marzo 2024

ESPP: WP2 IONIZATION COOLING - DESIGN AND STUDY OF A COOLING CELL

Regione di interazione (MDI and IR) Anello di Damping per FCC-ee

FCC-ee Interaction Region

central region about ± 1.2 m

Mock-up Region

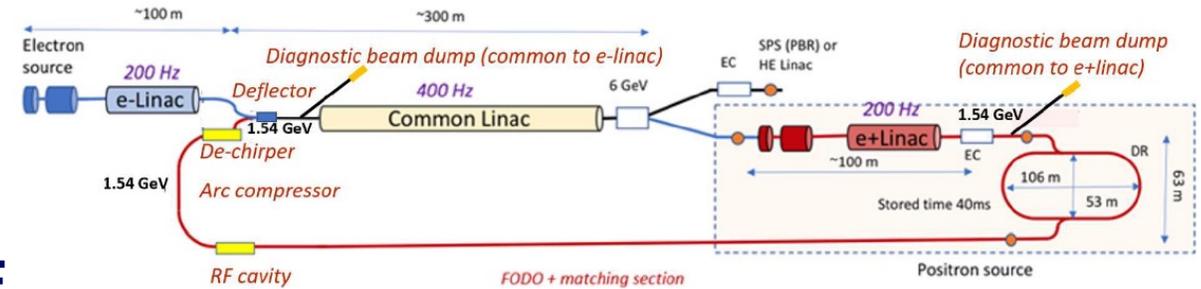
IR based on the crab-waist scheme, compact and crowded with tight constraints and many technical challenges → mockup needed for R&D and prove state-of-the-art technological solutions and test its feasibility

It will be built in Frascati in joint venture CERN-INFN.
Addendum KE5815/ATS signed by INFN 26.01.2024

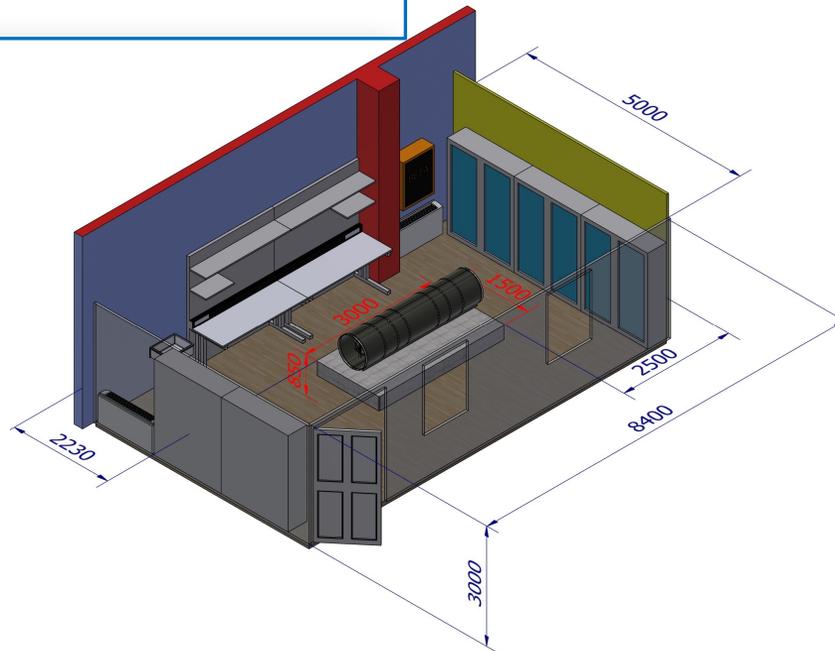
Relevant dates from Addendum:

Starting date	1.11.2023
Delivery to INFN-LNF of the central vacuum chamber	30.11.2024
End date	31.12.2025

LNF



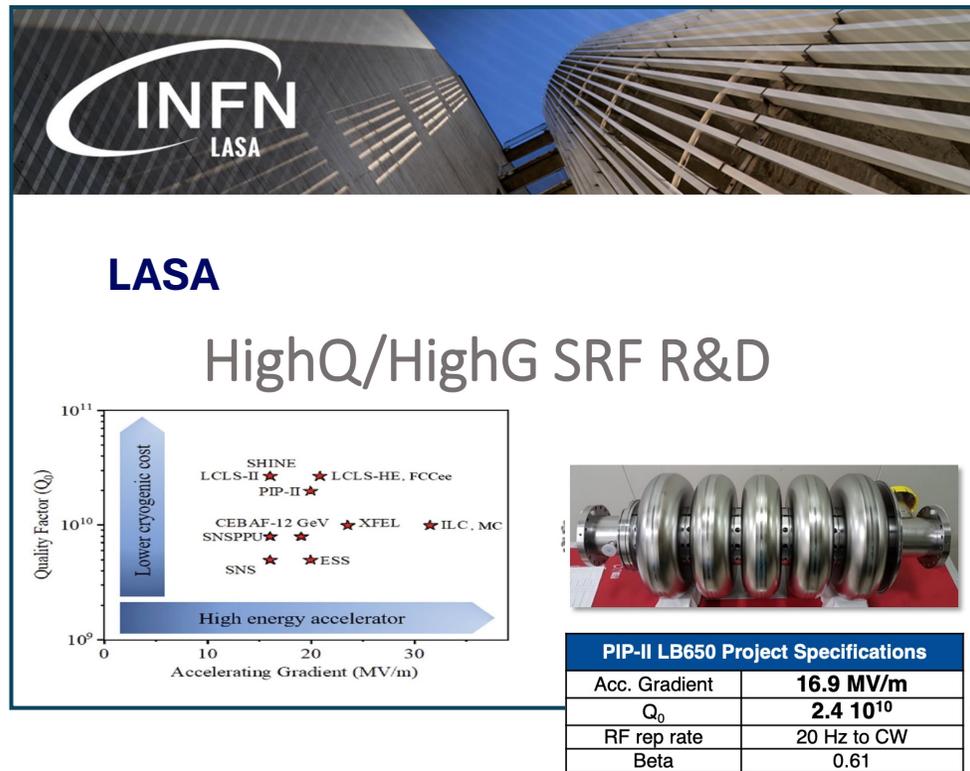
- Accordi con il CERN per la realizzazione presso LNF di un **mock-up** → verifiche in-situ di quanto progettato



- Necessario per “comprimere” il fascio di positroni che originano dalla sorgente fino a raggiungere le caratteristiche necessarie a realizzare collisioni ad elevata frequenza con il fascio di elettroni nell’anello FCC-ee
- Progetto supportato da INFN e CERN

Cavità a radiofrequenza superconduttrici

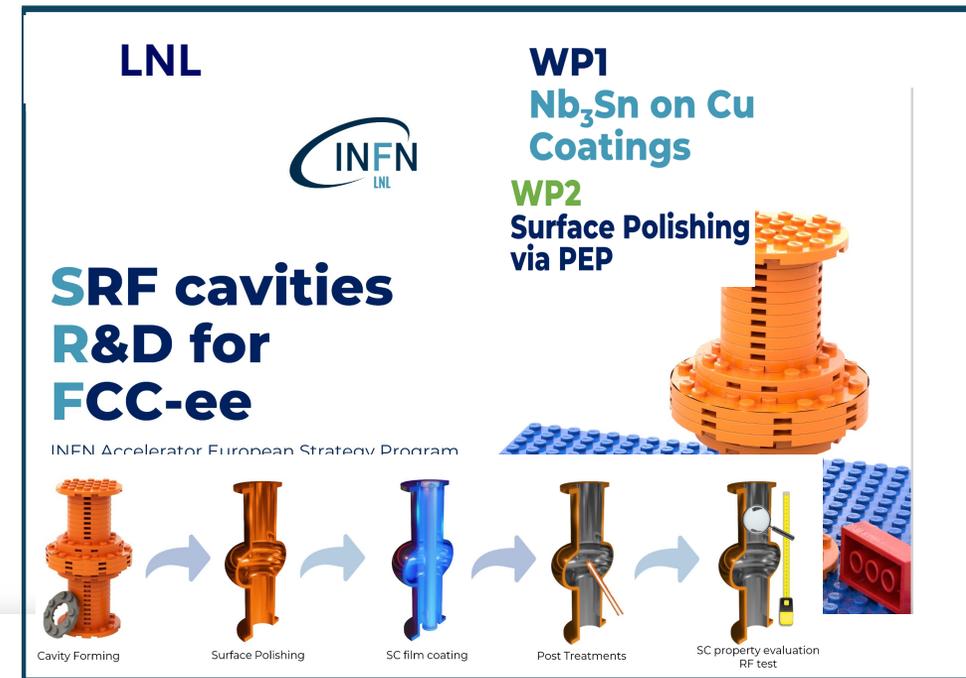
Cavità SRF realizzate in Niobio (Nb)
INFN-LASA Milano



Attività di R&D presso il LASA mirata alla produzione di cavità ad altissimo Q per PIP-II

- esperienza da cui trarre insegnamento

Cavità SRF realizzate in rame e rivestite da un sottile film in Nb_3Sn
INFN-LNL Legnaro



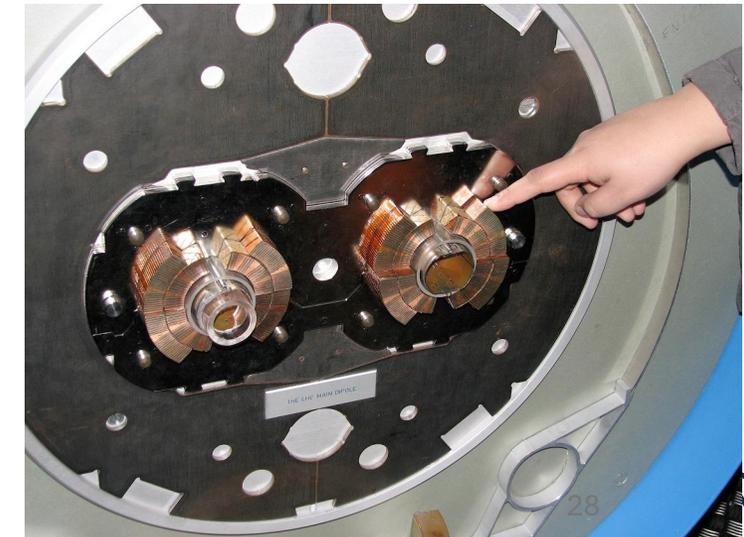
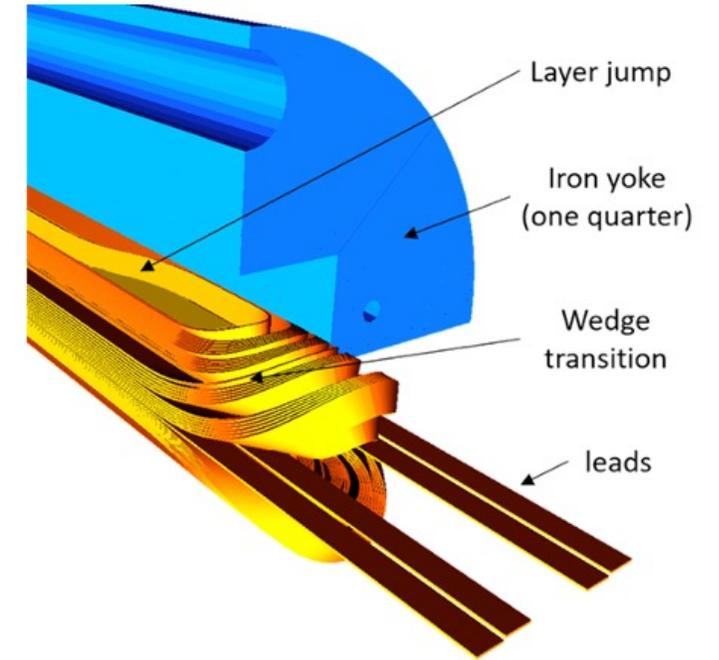
Soluzione che offre il vantaggio di poter essere utilizzata a temperature più elevate di quelle al Niobio (4.5 K vs 2.0 K), con conseguenti importanti risparmi sull'energia spesa dal sistema criogenico

Magneti ad alto campo



Lo sviluppo di magneti superconduttori ad alto campo è cruciale per la realizzazione di futuri collisori adronici, ad energie ben superiori a quelle di LHC

- ❑ INFN fortemente impegnato in questo studio con il programma di ricerca FALCON-D (Future Accelerator post-LHC Cos-theta Optimized Nb₃Sn Dipole.)
 - ❑ Accordi INFN/CERN
- ❑ La dimostrazione di fattibilità di dipoli di 12 T di campo è vicina
- ❑ Dipoli di 14-16 T di campo richiedono ulteriori studi di R&D.
 - ❑ INFN e CERN supportano questo studio finalizzato anche alla realizzazione di un dipolo a doppia apertura



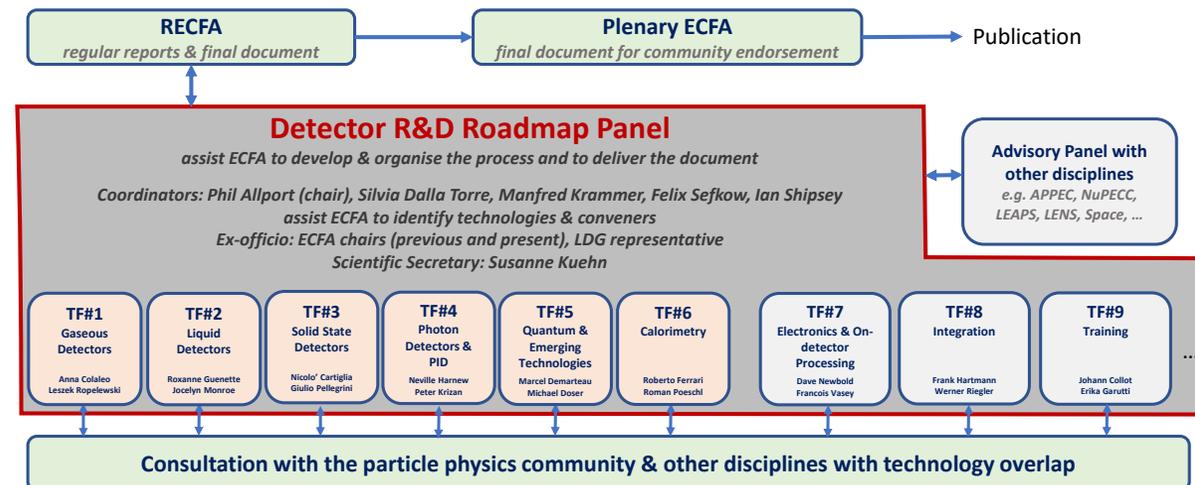
Sfida tecnologica: realizzazione di magneti ad alto campo ed operanti ad “alta” temperature (HTS)

I rivelatori : ECFA detector roadmap

Raccomandazioni Strategiche:

- ❑ R&D facilities
 - Test beam, prototipazione su larga scala, irraggiamento
- ❑ Supporto ingegneristico per R&D rivelatori
- ❑ Sviluppo di software specifico per la strumentazione
- ❑ Coordinamento internazionale e organizzazione delle attività R&D :
 - **collaborazioni DRD**
 - programma di finanziamento strategico a lungo termine
 - blue-sky R&D

ESPPU 2020 : *The success of particle physics experiments relies on innovative instrumentation and state-of-the-art infrastructures. To prepare and realise future experimental research programmes, the community must **maintain a strong focus on instrumentation. Detector R&D programmes and associated infrastructures should be supported at CERN, national institutes, laboratories and universities. ...***



Attrarre, coltivare e sostenere le carriere dei giovani esperti R&D

Collaborazioni DRD

Fully Approved for an initial period of 3 years by CERN Research Board in December 2023



- Gaseous Detectors (DRD1) [ex RD51]
- Liquid Detectors (DRD2)
- Photodetectors & Particle ID (DRD4)
- Calorimetry (DRD6)

Reports at open session of DRDC meeting:
<https://indico.cern.ch/event/1356910>
 Full Proposals in CERN CDS

Conditionally approved



- Semiconductor Detectors (DRD3) [ex RD50, RD42,..]

Full proposals recently submitted for review



- Quantum Sensors (DRD5)
- Electronics (DRD7)

Both aim for approval in June

Letter of Intent submitted

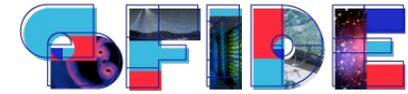


- Integration (DRD8)

Full Proposal to be written by the end of this year

- Colleghi italiani INFN in vari ruoli di responsabilità
- In attesa di MoU e Annex
- Schema di finanziamento INFN da finalizzare
- Referaggio inter CSN

Collaborazioni porteranno a maturazione uno spettro di tecniche che gli esperimenti adotteranno a seconda delle proprie esigenze



Rappresentazione qualitativa dei requisiti per la calorimetria nei futuri collisori

e^+e^- colliders

Precision physics benefits from exploiting the best possible energy and time resolution

HL-LHC

Tough challenges on a short timescale

FCC-hh

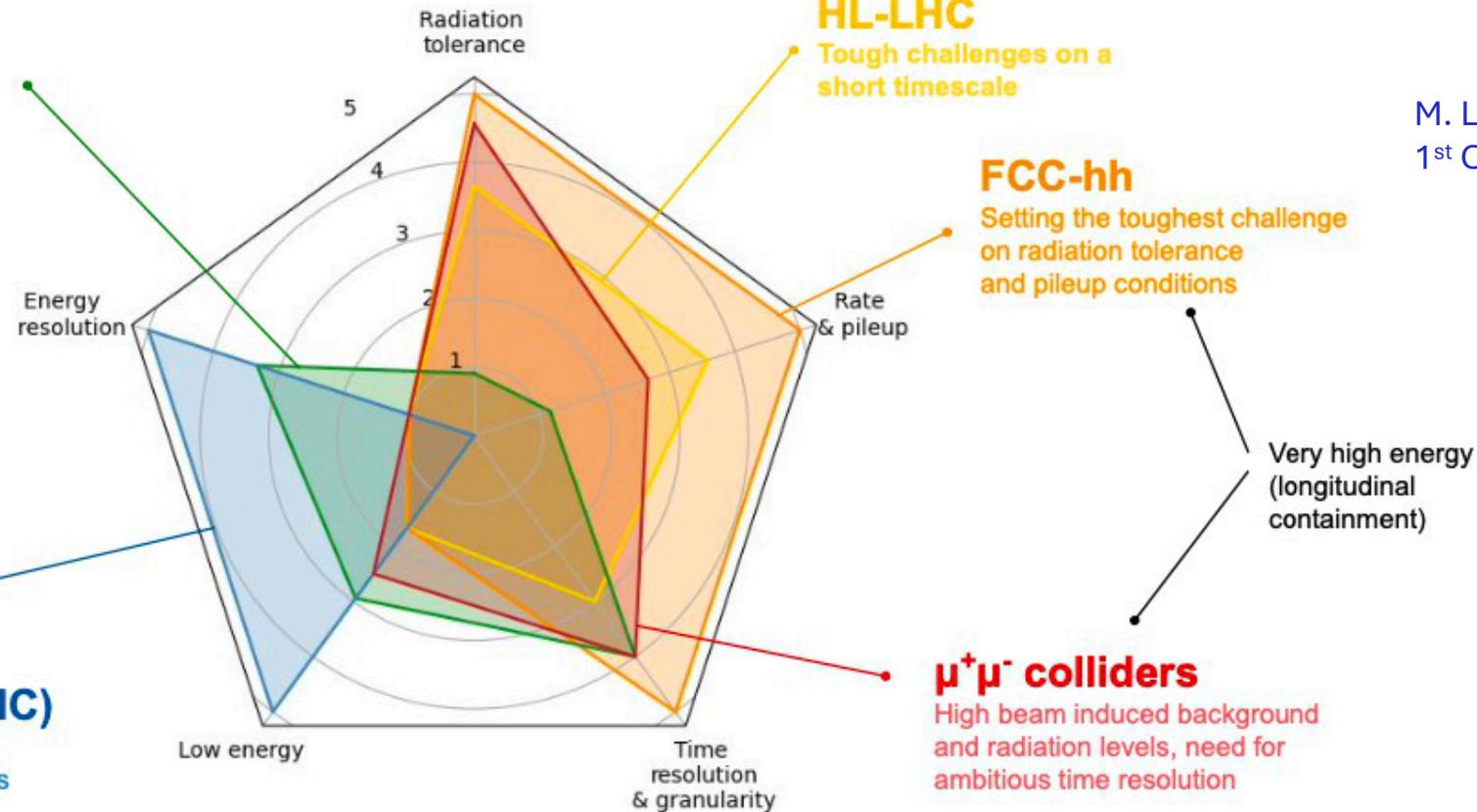
Setting the toughest challenge on radiation tolerance and pileup conditions

$\mu^+\mu^-$ colliders

High beam induced background and radiation levels, need for ambitious time resolution

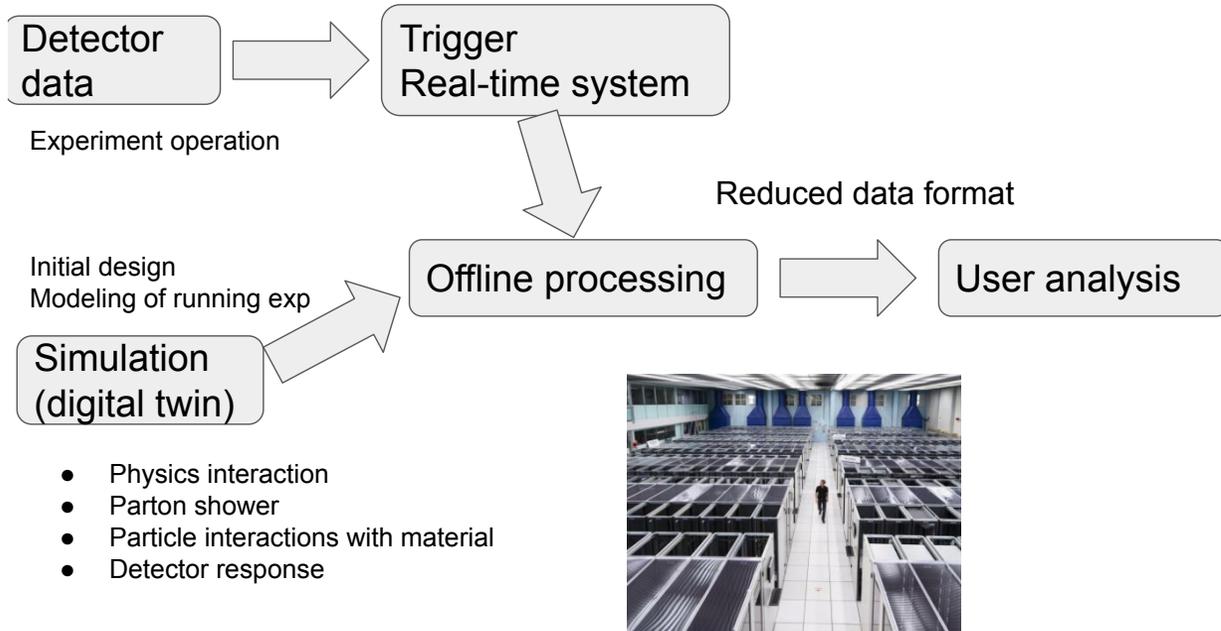
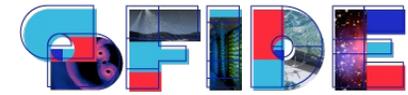
Strong interaction experiments (e.g. EIC)

Requiring the highest energy resolution for low energy photons



M. Lucchini
1st Calo Community Meeting

Software & Computing



Community is Growing

sfida/opportunità:
ottimizzazione dei rivelatori
con intelligenza artificiale ?



Machine-learning Optimized
Design of Experiments



an European Initiative for advancing the use of Artificial Intelligence (AI) In Fundamental Physics. Members are working on particle physics, astropar
ysics, gravitational wave physics, cosmology, theoretical physics as well as simulation and computational infrastructure.

Role of AI: accelerator control, data acquisition, event triggering, anomaly detection, new physics scouting, event reconstruction, event generation, detector simulation, LHC grid control, analytics, signal extraction, likelihood free inference, background rejection, new physics searches, etc..

vedi presentazione D.Bonacorsi

Joint Statement of Intent between The United States of America and The European Organization for Nuclear Research concerning Future Planning for Large Research Infrastructure Facilities, Advanced Scientific Computing, and Open Science

The United States and CERN intend to:

- ◆ Enhance collaboration in future planning activities for large-scale, resource-intensive facilities with the goal of providing a sustainable and responsible pathway for the peaceful use of future accelerator technologies;
- ◆ Continue to collaborate in the feasibility study of the Future Circular Collider Higgs Factory (FCC-ee), the proposed major research facility planned to be hosted in Europe by CERN with international participation, with the intent of strengthening the global scientific enterprise and providing a clear pathway for future activities in open and trusted research environments; and
- ◆ Discuss potential collaboration on pilot projects on incorporating new analytics techniques and tools such as artificial intelligence (AI) into particle physics research at scale.

Should the CERN Member States determine the FCC-ee is likely to be CERN's next world-leading research facility following the high-luminosity Large Hadron Collider, the United States intends to collaborate on its construction and physics exploitation, subject to appropriate domestic approvals.

26 April 2024

White House Office of Science and Technology Policy Principal Deputy U.S. Chief Technology Officer Deirdre Mulligan signed for the United States while Director-General Fabiola Gianotti signed for CERN.

