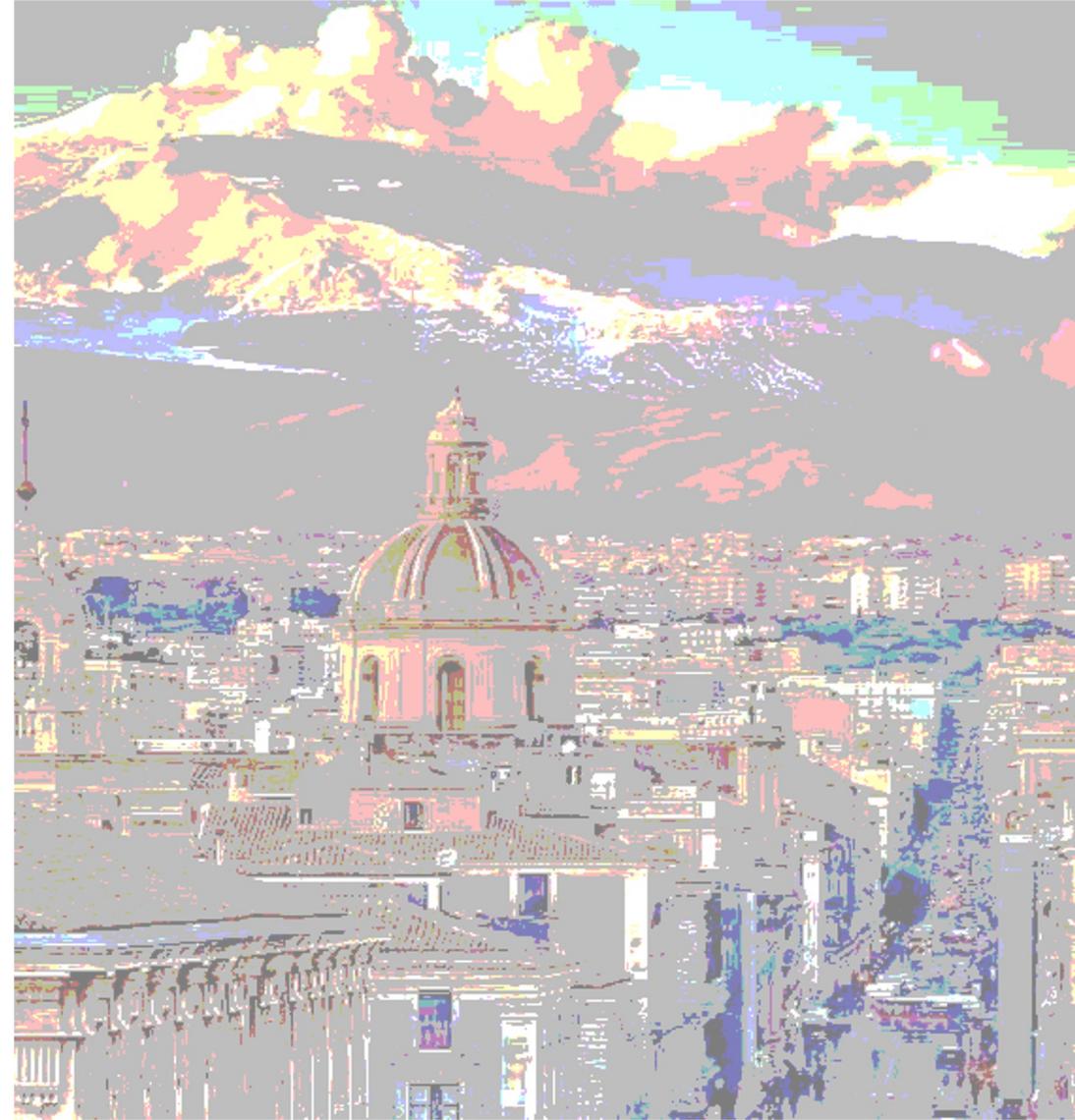


I progetti futuri dell'INFN: il PNRR, le grandi infrastrutture, la visione della strategia europea per la fisica delle particelle

P. Campana,
Giunta Esecutiva INFN

IFAE 2023

Incontri di Fisica delle Alte Energie
Catania, 12-14 aprile 2023 - Monastero dei Benedettini





- L'INFN nel Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza
- La rete delle grandi infrastrutture nazionali dell'INFN
- I progetti a guida INFN nella Road Map ESFRI
- La visione (INFN) della strategia europea per la fisica delle particelle
- Conclusioni





Finanziato
dall'Unione europea
NextGenerationEU



Ministero
dell'Università
e della Ricerca



Italiadomani
PIANO NAZIONALE
DI RIPRESA E RESILIENZA



L' INFN nei progetti PNRR



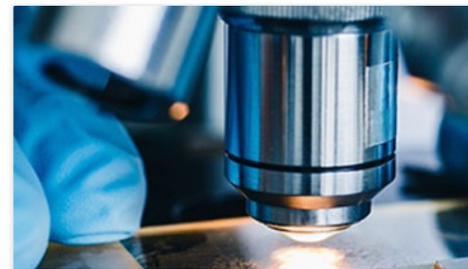
CENTRI NAZIONALI

1.6 GE



ECOSISTEMI PER L'INNOVAZIONE

1.3 GE



INFRASTRUTTURE DI RICERCA

1.6 GE



PARTENARIATI ESTESI

1.6 GE



Finanziato
dall'Unione europea
NextGenerationEU



Ministero
dell'Università
e della Ricerca



Italiadomani

PIANO NAZIONALE
DI RIPRESA E RESILIENZA



Le motivazioni della partecipazione dell'INFN al PNRR

- Contributo allo sviluppo tecnologico del paese
- Rafforzamento delle infrastrutture di ricerca esistenti (Lab. Naz., Centri) e future (ET, Eupraxia, LASA, KM3), anche in collaborazione con altri Enti (CNR, INAF, ...), Università' e realtà' regionali (salute, beni culturali, etc...) e anche industriali
- Ottimo allineamento tra i filoni di ricerca dell'INFN e le attività' del PNRR
- Fare leva su un reclutamento straordinario (~135 tecnologi , ~ 65 tecnici) per le esigenze di staff a lungo termine (inizio pensionamento dei *boomers*)

Eccezionale impatto sull'amministrazione (nel 2023 si effettueranno gare per circa 3 volte il budget di ricerca annuale dell'Ente)

>> contratto con società' di consulenza esterna (Intellera, supporto per gare et al.)

>> potenziamento supporto da Amministrazione



Finanziato
dall'Unione europea
NextGenerationEU



Ministero
dell'Università
e della Ricerca



Italiadomani

PIANO NAZIONALE
DI RIPRESA E RESILIENZA



Centri Nazionali [National Centers]

ICSC - Centro Nazionale di Ricerca in High Performance Computing, Big Data e Quantum Computing

Infrastrutture di Ricerca [Research Infrastructures]

CTA+ - Cerenkov Telescope Array Plus

EBRAINS-Italy – European Brain Research Infrastructures-Italy

ETIC – Einstein Telescope Infrastructure Consortium

EU-APS – Eupraxia Advanced Photon Sources

IRIS – Innovative Research Infrastructure on applied Superconductivity

ITINERIS–Italian Integrated Environmental Research Infrastructures System

KM3Net4RR – KM3 Neutrino Telescope for Recovery and Resilience

LNGS-FUTURE – LNGS Facilities Upgrade To Unveil Rare Events

TERABIT – Terabit Network for Research and Academic Big data in Italy

INAF

CNR

INFN

INFN

INFN

CNR

INFN

INFN

INFN

Periodo di durata dei progetti ~ 30 mesi [2023-2025]

Mantenimento delle infrastrutture in operazione per i successivi 10 anni



Finanziato
dall'Unione europea
NextGenerationEU



Ministero
dell'Università
e della Ricerca



Italiadomani
PIANO NAZIONALE
DI RIPRESA E RESILIENZA



Ecosistemi per l'innovazione [Ecosystems for innovation]

SAMOTHRACE – Ecosistema Regione Sicilia

ECOSISTER - Ecosistema Regione Emilia-Romagna

RAISE – Ecosistema Regione Liguria

ROME TECHNOPOLE – Ecosistema Regione Lazio

THE-TUSCANY HEALTH ECOSYSTEM - Ecosistema Regione Toscana

Partenariati Estesi [Large agreements]

PE-1 - FAIR – Future Artificial Intelligence Research

PE-4 - NQSTI – National Quantum Science and Technology Institute

PE-15 - Spazio [bando ancora aperto]



Finanziato
dall'Unione europea
NextGenerationEU



Ministero
dell'Università
e della Ricerca



Italiadomani
PIANO NAZIONALE
DI RIPRESA E RESILIENZA



Bando Complementare al PNRR

Iniziative di ricerca per tecnologie e percorsi innovativi in ambito sanitario e assistenziale
(con Ministero Sanita')

Nome	Leader	Budget totale	Budget INFN	
Anthem	UNIMIB	123 M€	12.5 M€	<i>AdvaNced Technologies for Human-centrEd Medicine</i>
DARE	UNIBO	27 M€	3.5 M€	Digital Lifelong Prevention

ANTHEM: sviluppo tecnologie BNCT & FLASH-T

Totale quota fondi INFN nel PNRR ~ 270 ME (~3 x FOE INFN annuale su ricerca)



Istituto Nazionale di Fisica Nucleare

Con IVA

Senza IVA



Vai A Sopra Soglia

Vai A Sotto Soglia

Procedure Sopra Soglia

158

*dato stimato

€ 186.5M

Procedure Sotto Soglia

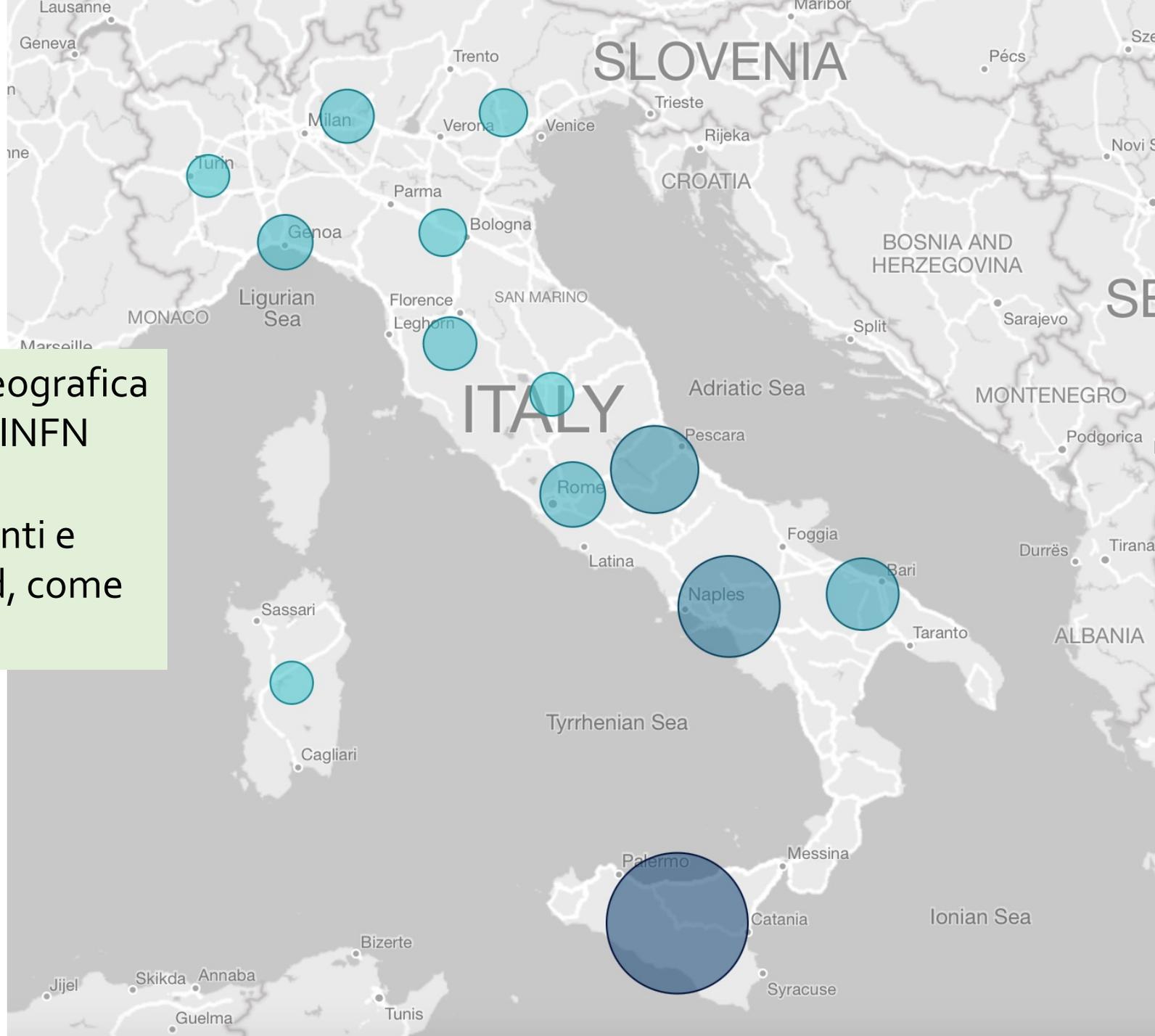
317

*dato stimato

€ 15.2M

Distribuzione geografica dei fondi PNRR-INFN

>40% investimenti e personale al Sud, come da regole PNRR





Finanziato
dall'Unione europea
NextGenerationEU



Ministero
dell'Università
e della Ricerca

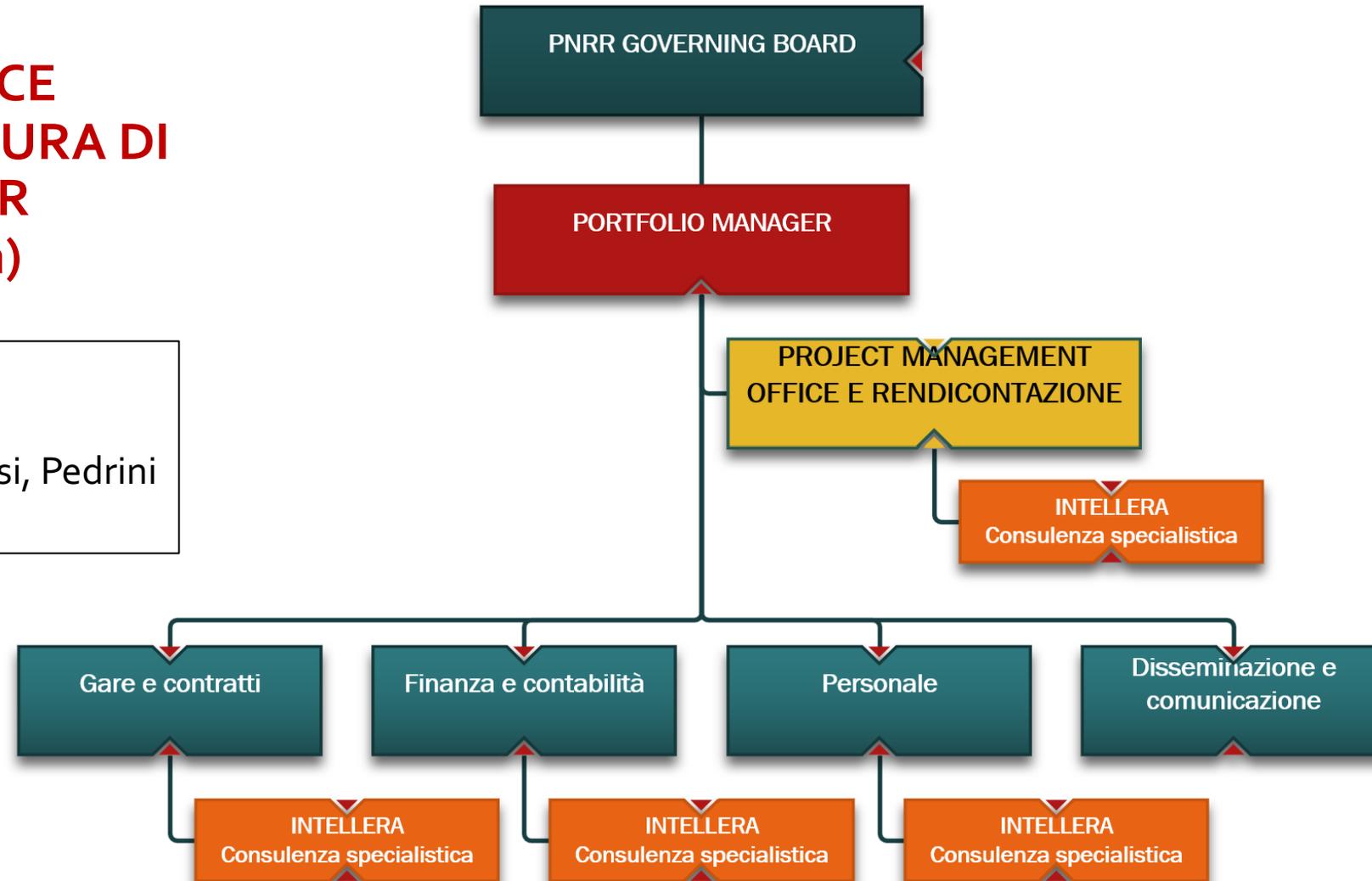


Italiadomani
PIANO NAZIONALE
DI RIPRESA E RESILIENZA



LA GOVERNANCE DELLA STRUTTURA DI MISSIONE PNRR (Cabina di Regia)

Dosselli (Chair)
Presidente e GE
Adriani, Diemoz, Grassi, Pedrini
Camba (Intellera)



La matrice di correlazione tra Progetti PNRR e Infrastrutture/strutture INFN

← A GUIDA INFN →

	ICSC Terabit	ETIC	EuAPS	IRIS	Km34RR	LNGS Future	Itineris, CTA+, eBrains	Eco Sistemi	FAIR NQSTI	Anthem DARE
Budget (ME)	351	50	22	60	67	20	(248)	(590)	(230)	(150)
Budget INFN	68	34	15	40	59	20	18	10.5	7.6	16
LN Frascati (EuPRAXIA)										
LN Gran Sasso										
LN Legnaro										
LN Sud (KM ₃ Net)										
CNAF (Tecnopolo)										
<i>Einstein Telescope</i>										
LASA, SA, GE (Supercond.)										
Sezioni INFN										

La rete delle grandi infrastrutture nazionali dell'INFN

Ruolo: sviluppo/operazione facility locali "flagship program" – partecipazione progetti internazionali – formazione tecnologi e tecnici, trasferimento tecnologico, terza missione nel territorio, ...

Laboratori Nazionali

LNF (DAFNE, BTF, SPARC, ...) LNGS (LUNA, ...)
LNL (SPES, Tandem, ALPI, ...) LNS (Cicl. SC, Tandem, Laser, ...)

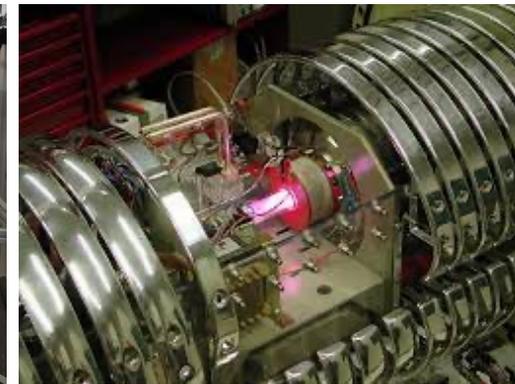
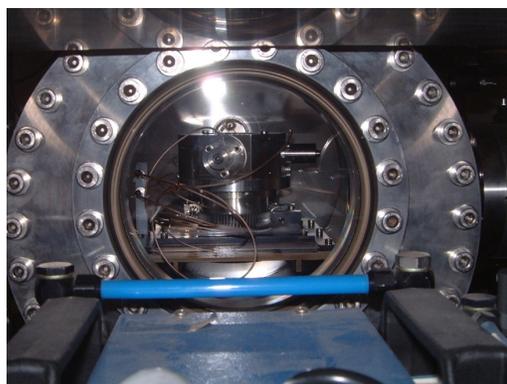


CNAF (presto al Tecnopolo)
Il calcolo per la fisica fondamentale
e le applicazioni

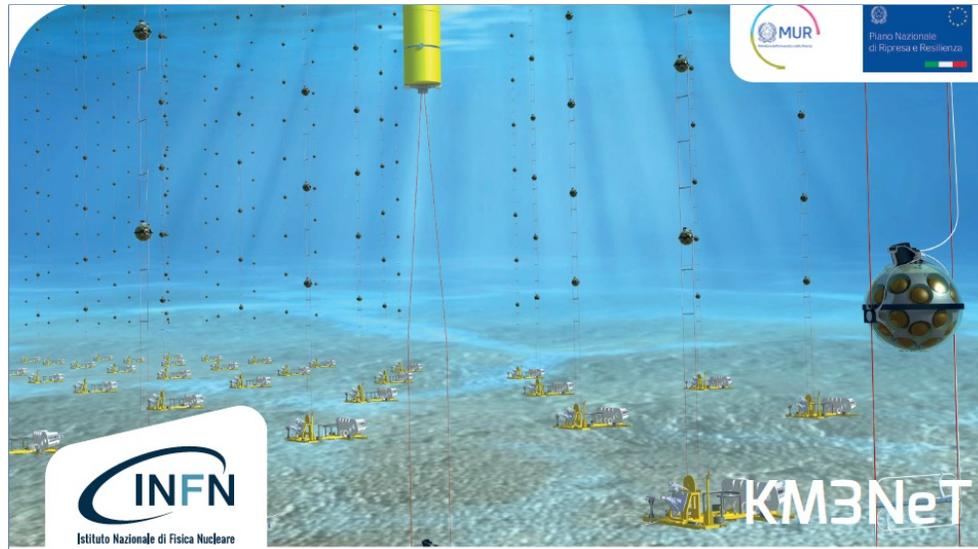


I poli della Superconduttività

LASA (Magnet & RF), GE & SA (SC facility)



I progetti a guida INFN nella Road Map ESFRI (KM₃Net, ET, EuPRAXIA)

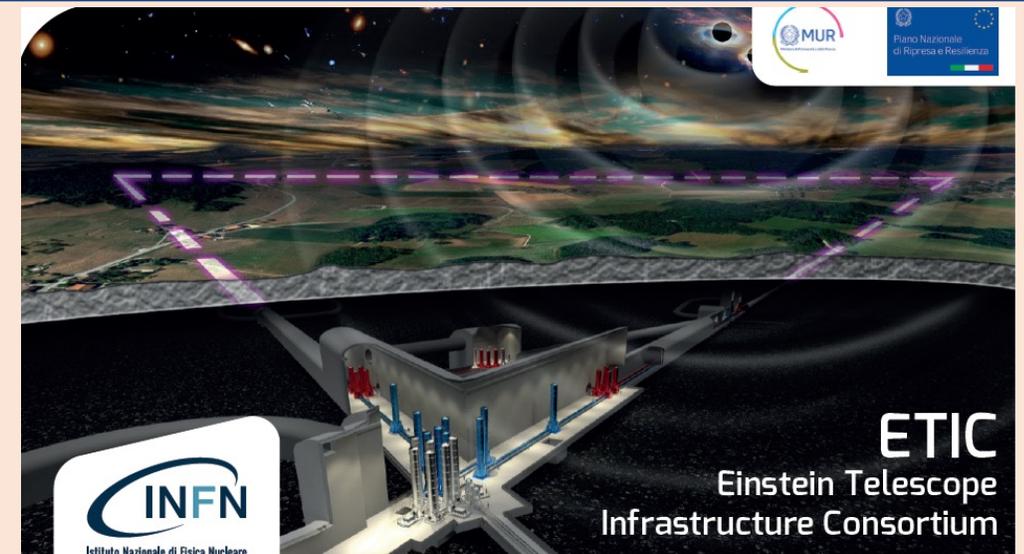


KM3NeT è la più grande infrastruttura sottomarina dell'emisfero boreale. Ubicata nelle profondità del Mare Mediterraneo ospita due telescopi per neutrini: ARCA al largo della Sicilia, Italia, e ORCA al largo di Tolone, Francia.

In fase di realizzazione – Governance in preparazione

ET è il progetto europeo più ambizioso nel campo dell'astrofisica gravitazionale, appena entrato nella roadmap ESFRI grazie a una fortissima trazione italiana. ET permetterà di indagare l'intero Universo grazie ai segnali gravitazionali provenienti dalla collisione e fusione di buchi neri, di comprendere il modello cosmologico che governa l'evoluzione dell'Universo, di decifrare la fisica nucleare che descrive il funzionamento delle stelle di neutroni e di contribuire alla comprensione della natura della materia ed energia oscura.

Entrato nella Preparatory Phase (2021-2025)





LNF – EuPRAXIA

Un'infrastruttura europea di eccellenza nel campo delle tecnologie per gli acceleratori (entrata nella Roadmap 2021 ESFRI)
con un FEL operato con l'accelerazione al plasma (sito LNF)

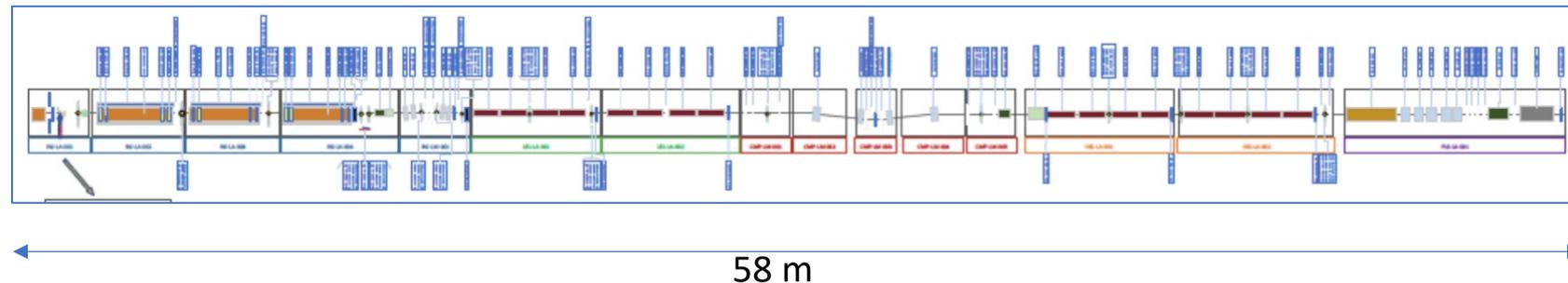
Un Linac in banda X (tecnologia CLIC, 1 GeV) + una cella al plasma + un FEL a 4 nm («water window») + linee per utenti
 Fondo Investimento Infrastrutture MUR (~ 110 ME) + contributi da Regione Lazio

Un consorzio di 40 laboratori europei per un'infrastruttura basata su 2 siti (PWFA: LNF; LWFA: da decidere, Praga ?)
 + centri di eccellenza distribuiti in Europa.

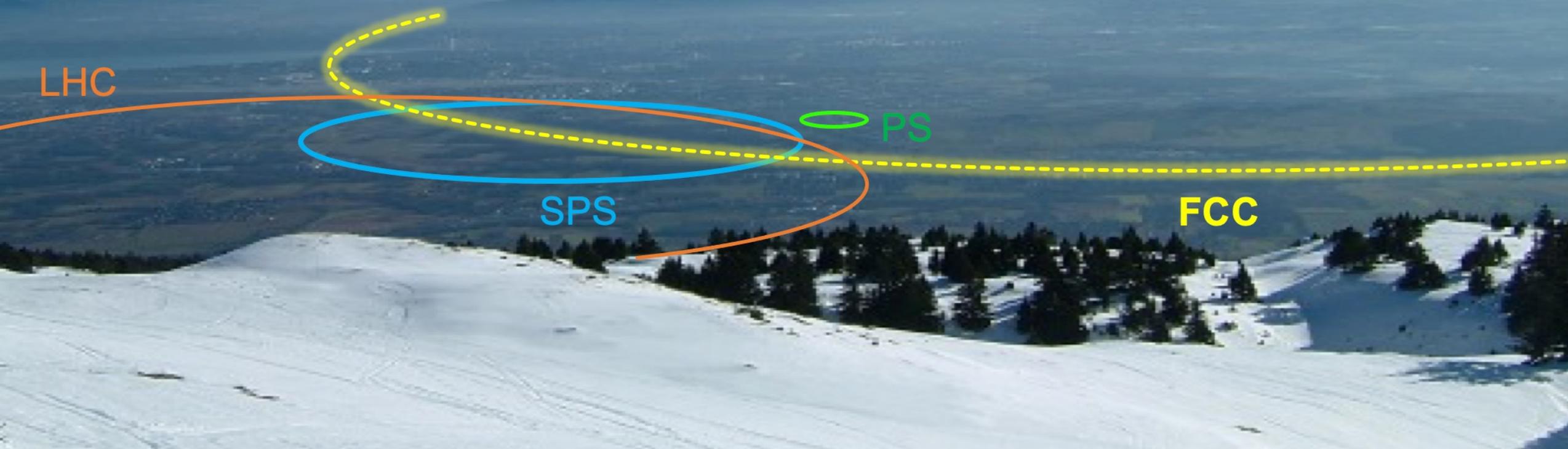
2021-2025 dedicato alla *preparatory phase* (redazione di un TDR, preparazione della governance)
 Sito LNF: CDR (2018) + progetto definitivo edificio (fine 2021) + autorizzazioni edilizie (aprile 2023)
 Inizio costruzione edificio **2025**. Inizio installazione macchina **2028**

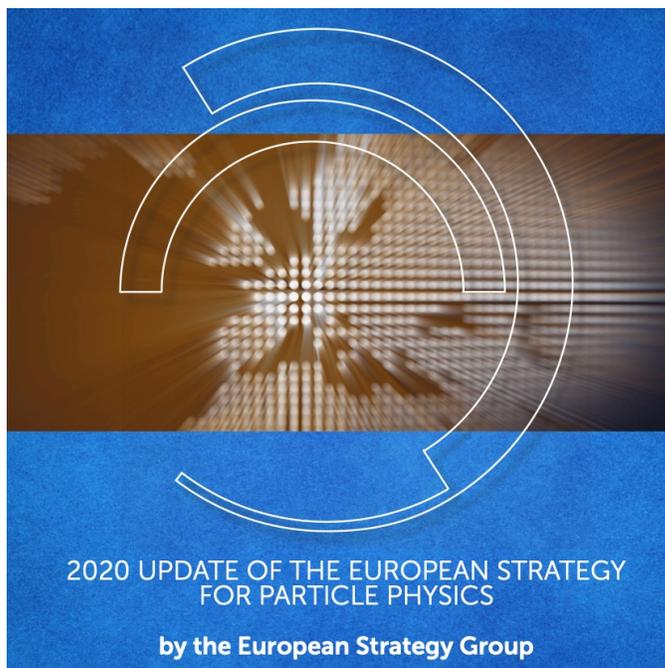
Progetto sinergico con Plasma Acceleration della Strategy

LINAC FOOTPRINT



La strategia europea per la fisica delle particelle (ESPP2020)



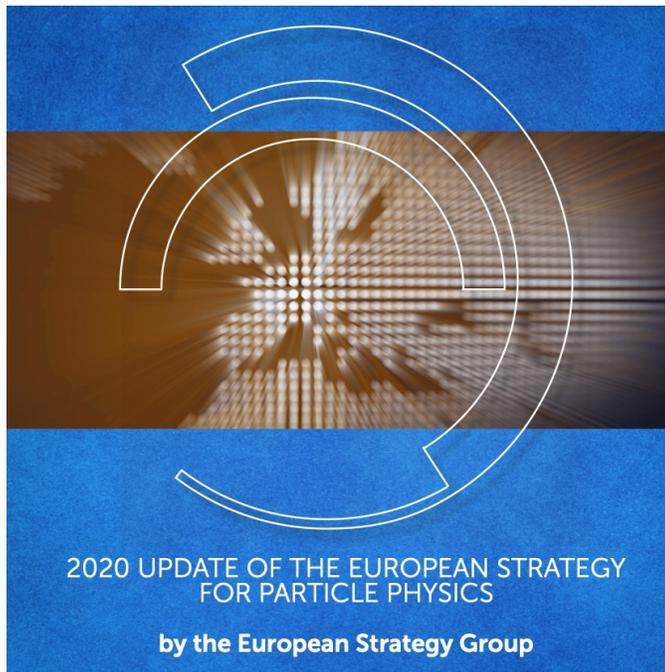


A. An electron-positron Higgs factory is the highest-priority next collider. For the longer term, the European particle physics community has the ambition to operate a proton-proton collider at the highest achievable energy. Accomplishing these compelling goals will require innovation and cutting-edge technology:

• the particle physics community should ramp up its R&D effort focused on advanced accelerator technologies, in particular that for high-field superconducting magnets, including high-temperature superconductors;

• 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.

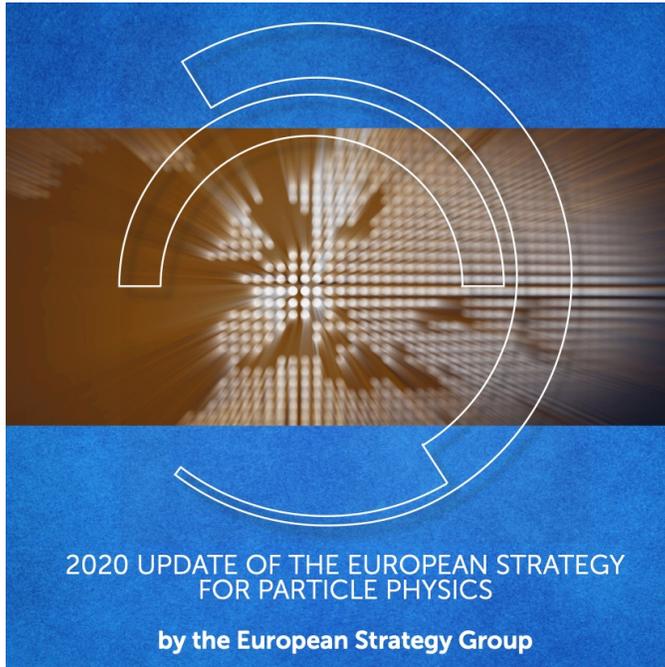
Priorita': R&D su acceleratori e magneti ad alto campo;
Futuro collider adroni (100 TeV), con primo passo per Higgs e fisica ewk: FCC-ee/-hh



B. Innovative accelerator technology underpins the physics reach of high-energy and high-intensity colliders. It is also a powerful driver for many accelerator-based fields of science and industry. The technologies under consideration include high-field magnets, high-temperature superconductors, plasma wakefield acceleration and other high-gradient accelerating structures, bright muon beams, energy recovery linacs. ***The European particle physics community must intensify accelerator R&D and sustain it with adequate resources. A roadmap should prioritise the technology, taking into account synergies with international partners and other communities such as photon and neutron sources, fusion energy and industry. Deliverables for this decade should be defined in a timely fashion and coordinated among CERN and national laboratories and institutes.***

C. 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. Synergies between the needs of different scientific fields and industry should be identified and exploited to boost efficiency in the development process and increase opportunities for more technology transfer benefiting society at large. Collaborative platforms and consortia must be adequately supported to provide coherence in these R&D activities. The community should define a global detector R&D roadmap that should be used to support proposals at the European and national levels.***

R&D su acceleratori e rivelatori sono le priorité del CERN e degli Stati Membri in coordinamento con le infrastrutture nazionali (evitare duplicazione risorse)



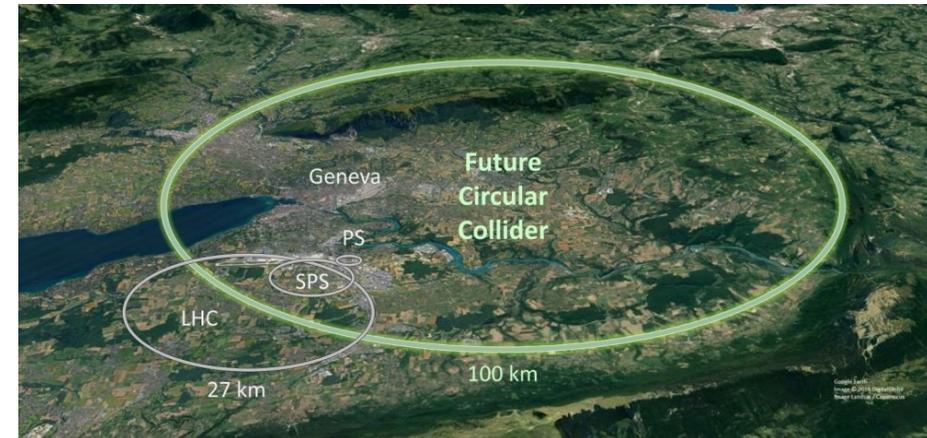
A. An ambitious next-generation collider project will require global collaboration and a long-term commitment to construction and operations by all parties. **CERN should initiate discussions with potential major partners as part of the feasibility study for such a project being hosted at CERN. In the case of a global facility outside Europe in which CERN participates, CERN should act as the European regional hub, providing strategic coordination and technical support. Individual Member States could provide resources to the new global facility either through additional contributions made via CERN or directly through bilateral and multilateral arrangements with the host organisation.**

B. The particle physics community and the European Commission have a strong record of collaboration. **The relationship between the particle physics community and the European Commission should be further strengthened, exploring funding-mechanism opportunities for the realisation of infrastructure projects and R&D programmes in cooperation with other fields of science and industry.**

C. European science policy is quickly moving towards Open Science, which promotes and accelerates the sharing of scientific knowledge with the community at large. Particle physics has been a pioneer in several aspects of Open Science. **The particle physics community should work with the relevant authorities to help shape the emerging consensus on Open Science to be adopted for publicly-funded research, and should then implement a policy of Open Science for the field.**

Occuparsi adeguatamente della coordinazione internazionale, della governance dei grandi progetti globali e promuovere il consenso politico attorno ad essi (working group del Council)

La visione (INFN) della strategia europea



- Il pieno utilizzo di HL-LHC sia per la fisica di frontiera che di precisione
- Il supporto ai progetti per la futura macchina al CERN e alle tecnologie fondanti per i prossimi acceleratori
- Lo sviluppo di progetti di livello regionale/nazionale per il potenziamento delle infrastrutture di ricerca e delle competenze
- La partecipazione ai progetti internazionali (non solo HEP), ad es. nu-FNAL, ESS, ITER, etc...
- Lo sviluppo di nuovi rivelatori e di nuove tecnologie (hw/sw) sul calcolo scientifico

... con attenzione particolare a ...

- impatto energetico/ambientale di future infrastrutture
- le ricadute e l'impatto sociale delle tecnologie per l'HEP (e la relativa comunicazione)
- la formazione delle future generazioni di ricercatori e tecnologi nel campo

Coordinamento INFN nell'ambito della Strategy (2020-2026)

Nella Strategy gli Stati Membri sono chiamati a partecipare con impegno di risorse negli ambiti definiti dalla ESPP 2020 in un coordinamento europeo ("panels") →

Kick-off dell'iniziativa con FCC Italy Workshop (marzo 2022), seguito da un FCC France-Italy Workshop (novembre 2022)

- Sviluppo di magneti ad alto campo
- RF ad alto guadagno e ad alta efficienza (*G. Bisoffi chair*)
- Plasma acceleration
- Muon Collider
- Energy Recovery Linac

Call della GE per proposal su Strategy (dicembre 2022)
Goal: coadiuvare i gruppi italiani nell'avere risultati da portare alla prossima strategy (2025-26)

Proposte ricevute: 7, finanziate 5 (~3 ME 2023-25)
con fondi speciali conferiti alla CSN1

- *FCC-ee (1) MDI – (2) Damping Rings*
- *Muon Collider*
- *Cavita' SC RF (1) Nb bulk (2) Nb coating*
- *High Field Magnets (da ridiscutere nel 2024)*
- *Klystron a Stato Solido (progetto ind. → TT)*

**First
FCC-Italy
Workshop**

Roma
21-22 marzo 2022

Scientific program
committee

F. Bedeschi, M. Boscolo, P. Campana,
M. Cobal, C. Meroni, A. Nisati,
A. Quaranta, L. Rossi, R. Tenchini, A. Zoccoli

<https://agenda.infn.it/event/29752/>

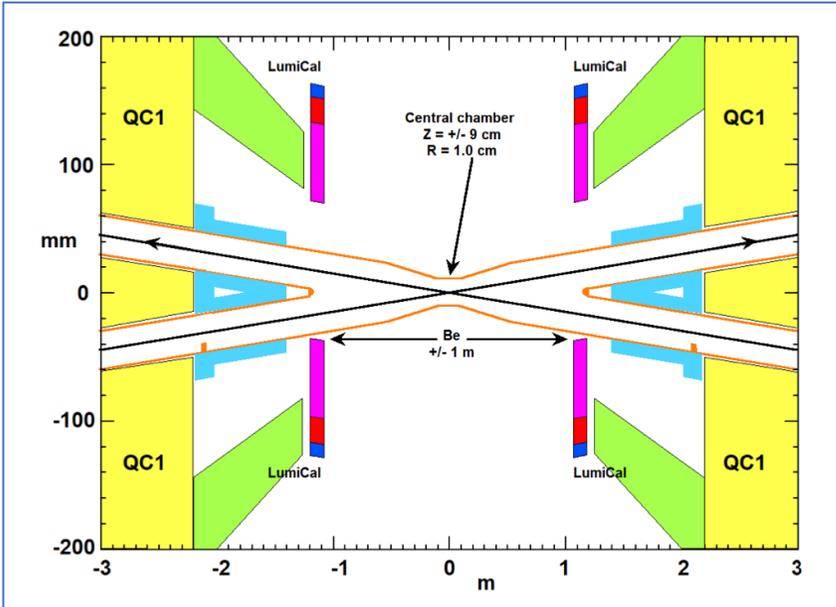
FUTURE
CIRCULAR
COLLIDER

INFN
Istituto Nazionale di Fisica Nucleare

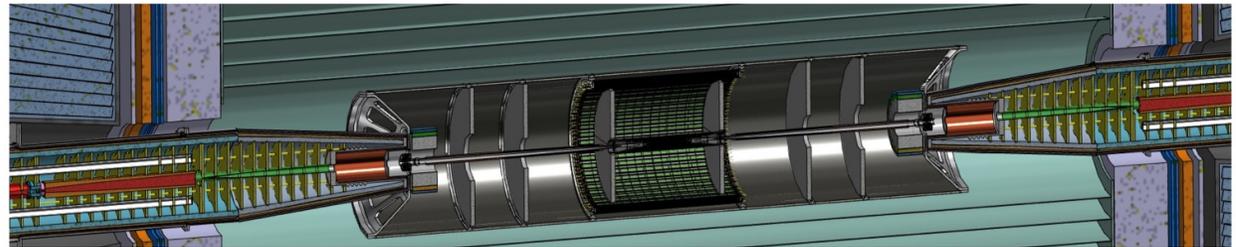
FCC-ee feasibility study



* Machine Detector Interface Study & Mockup (CERN, LNF, Sapienza, Pisa, etc...)



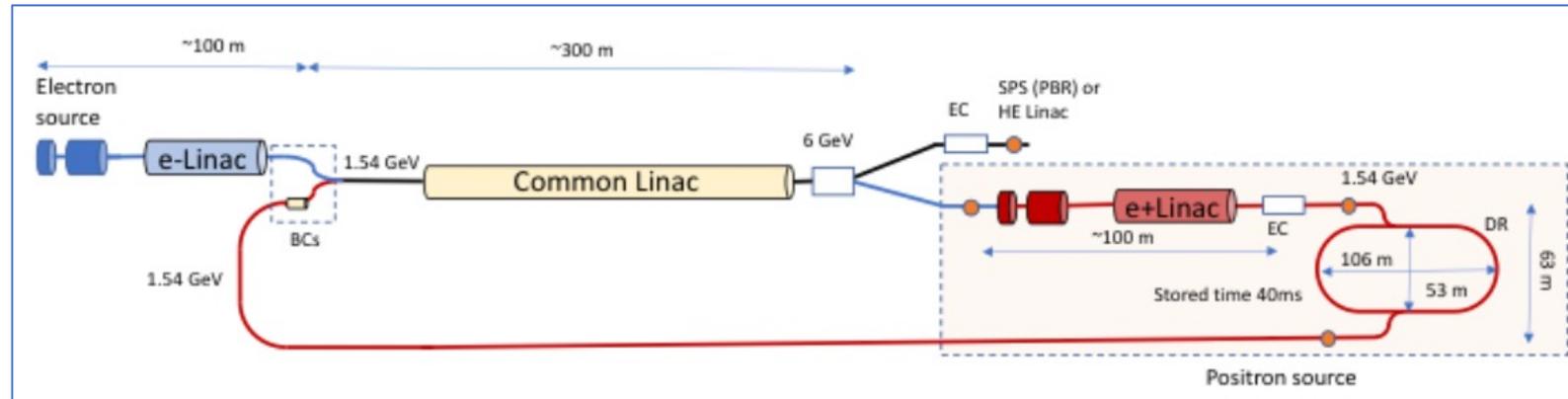
- **FCCIS MDI deliverable (FCCIS):** 3D CAD proof-of-principle engineered mechanical design of the interface between the accelerator and detector components in the interaction region.
- **A full-scale mock-up with prototyping** of some components **brings complementary informations with respect to 3D CAD models.**



* Iniettore di FCC-ee

Studio dei e⁺ Damping Rings e Transfer Lines. LNF in collaborazione con PSI, CERN, IJCLab

* In atto specifici agreement con CERN



Multi-TeV Muon Collider: International Design Study

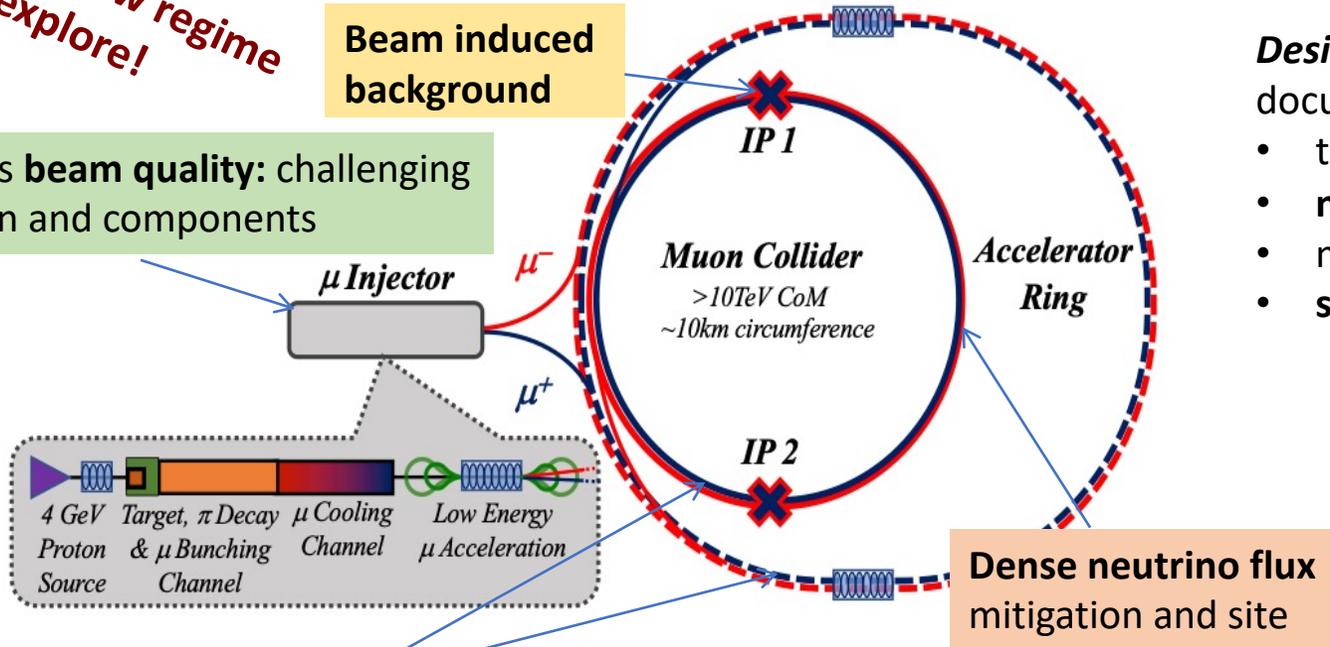
- Focus on two energy ranges:

3 TeV technology ready for construction in 10-20 years

10+ TeV with more advanced technology

10+ TeV completely new regime to explore!

Drives **beam quality**: challenging design and components



Cost and power consumption drivers, limit energy reach e.g. 30 km accelerator @10/14 TeV, 10/14 km collider ring

Web page:

<http://muoncollider.web.cern.ch>

Design Study: EU project MuCol

HORIZON-INFRA-2022-DEV-01-01:

Research infrastructure concept development

Design study report @ 10 TeV with 3 TeV (first stage)

documenting the facility design to demonstrate:

- the **physics case** with sound **detector systems**
- **no principle technology showstoppers**
- muon collider as a **highly sustainable energy frontier facility**
- **synergies with other scientific and industrial R&D projects.**

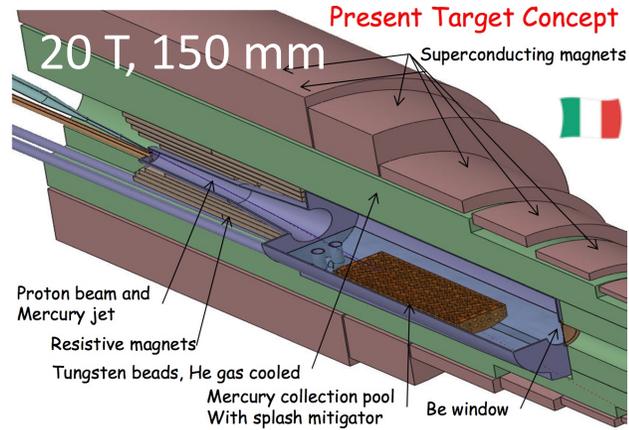
Total EU budget: 3 ME start March 1 '23

4 years 12(+20) beneficiaries (associated)

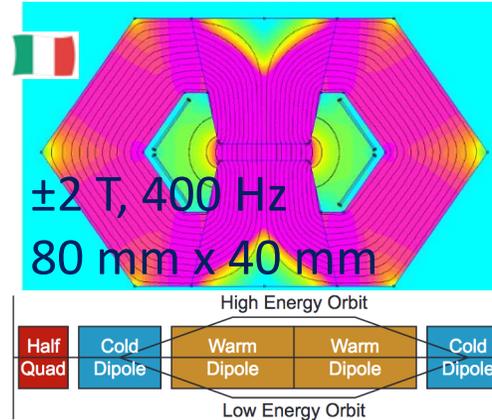
Proton driver production as baseline as U.S. MAP



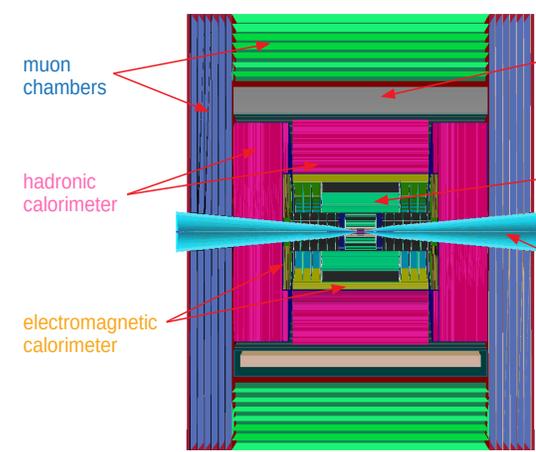
Magnet Demands @ Muon Collider - synergies



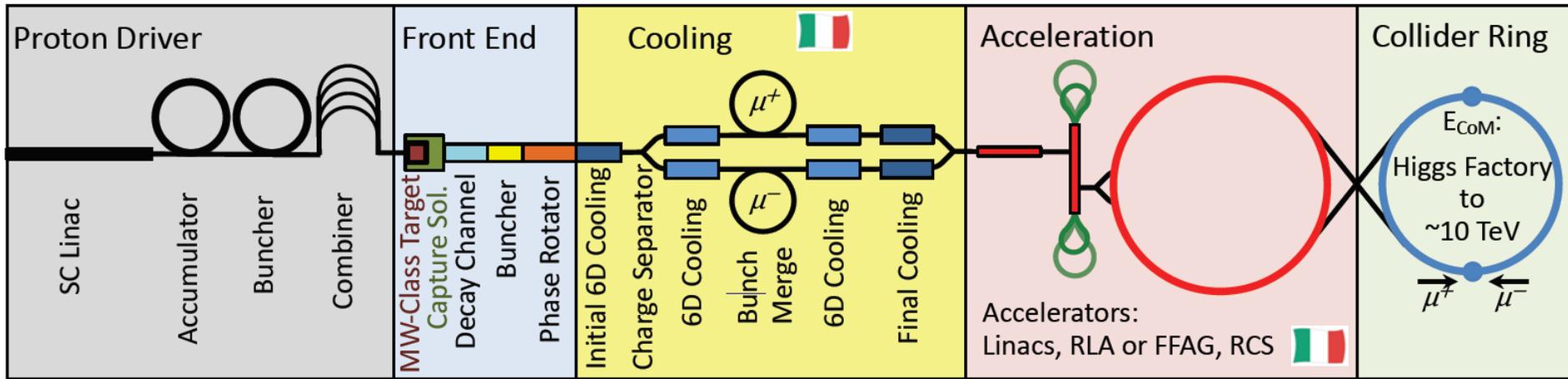
High-field and large aperture target solenoid with heavy shielding to withstand heat (100 kW/m) and radiation loads



Combination of DC SC magnets (10 T) and AC resistive magnets (± 2 T)



Detector Magnet to be designed for 10TeV



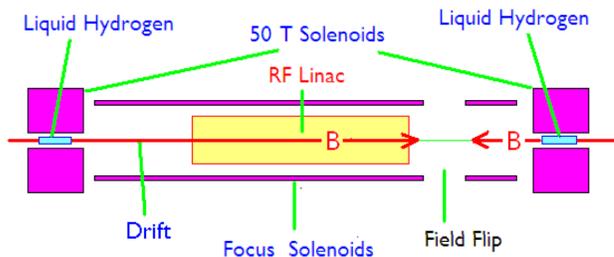
Interessi INFN

Dipoli/solenoidi ad alto campo (Nb3Sn, HTS?)

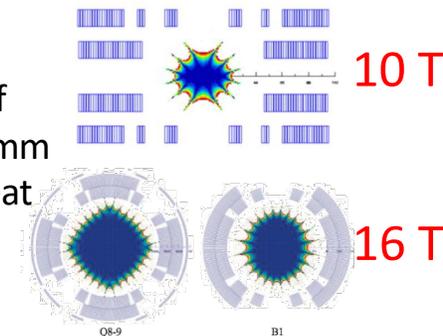
Cavit  RF SC e NC

Cooling cell Dimostratore

Ultra-high-field solenoids (40...60 T) to achieve desired muon beam cooling



Open midplane or large dipoles and quadrupoles in the range of 10...16 T, bore in excess of 150 mm to allow for shielding against heat (500 W/m) and radiation loads

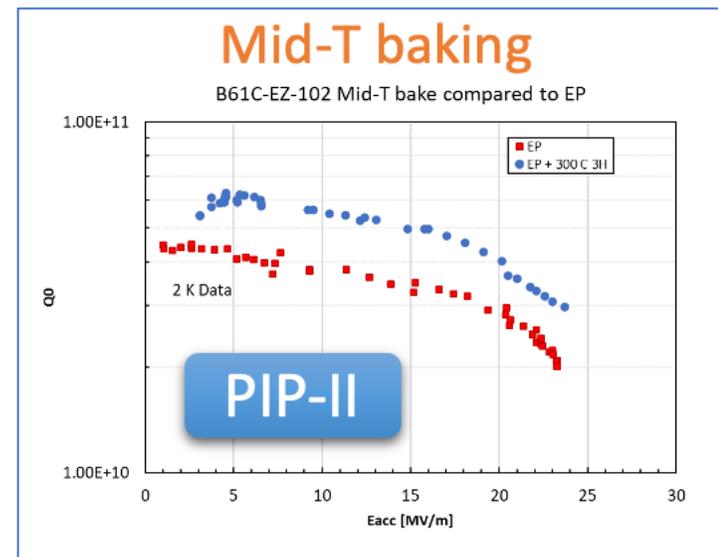


Cavita' SRF LASA Milano

Nell'arco temporale di riferimento (3-4 anni), attività basate sulle tecnologie sviluppate con TESLA (in collaborazione con CEA & DESY):

- Sviluppo di ricette per alto Q/alto gradiente (studi FNAL)
- Trasferimento industriale processo su multicelle
- R&D su sistemi ancillari delle cavità (tuner, schermi magnetici, etc.)

Attività sinergica con gli interessi attuali del gruppo SRF, sia per il Muon Collider (attualmente limitato al solo design della cavità) che per ILC pre-lab, che per FCC-ee (anche se a frequenze diverse)



Cavita' SRF LNL

Attività su cavità a film sottile in Nb₃Sn (alto Q a 4.2 K), svolta in collaborazione con CERN per FCC-ee in alternativa alla soluzione «bulk»

1. Cavità prototipo 1.3 GHz Nb₃Sn su Cu via sputtering

Finanziata all'interno di iFAST WP9. Collaborazione con CERN (assente in WP9) permetterebbe supporto attività di sviluppo (misure con QPR, test RF, caratterizzazioni varie)

POSSIBILI ATTIVITÀ 2023-2026

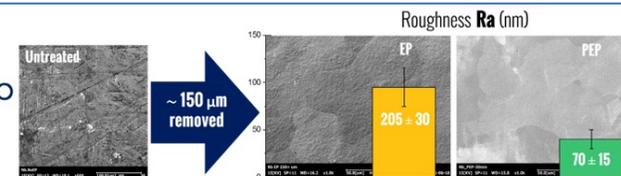
- **Ingegnerizzare processo su 6 GHz, campioni planari**
- **Realizzazione impianto prototipo**



2. Plasma Electropolishing

Utilizzo di **soluzioni senza acidi** con **brevetto INFN** per Cu e Nb

Dimostrato su campioni planari: maggiore qualità superficiale, efficienza, velocità di polishing)



R&D per gli Alti Campi Magnetici

Il progetto IRIS (*Innovative Research Infrastructure on applied Superconductivity*) ha come fine la creazione di una nuova infrastruttura di ricerca distribuita sul territorio, per la creazione di soluzioni innovative basate sulla superconduttività, per la ricerca di base, per la transizione energetica e per la medicina, “*societal challenges*” di questo secolo.

Progetto PNRR

INFN LASA Milano – Salerno – Genova - LNF,
UniMI, UniSA, UniNA, UniGE, UniSalento

Progetto sinergico con HFM della Strategy

- Sviluppo di un cavo ad alta potenza (1 GW) con tecnologia HTS per il trasporto di potenza elettrica su grandi distanze a zero dissipazione e creazione di un sito europeo di eccellenza (Salerno) per i relativi test
- Studio di magneti ad alto campo e basso consumo in tecnologia HTS e in tecnologia Nb₃Sn per le future macchine acceleratrici (FCC-hh)
- Potenziamento della rete INFN di laboratori e di competenze dedicata alla superconduttività e allo sviluppo di magneti
- Collaborazione con realtà industriali, gestori di reti e altri laboratori Europei (CERN, CEA, KIT, PSI, FNAL, ...)



Conclusioni

La ricerca fondamentale **e' stata, e', e rimarra'** la missione principale dell'INFN

E' a tutti evidente che la fisica fondamentale (e quella HEP in primis) «**naviga attualmente a vista ...**» a causa della mancanza di uno *smoking gun* di Nuova Fisica che pero' sappiamo deve esistere

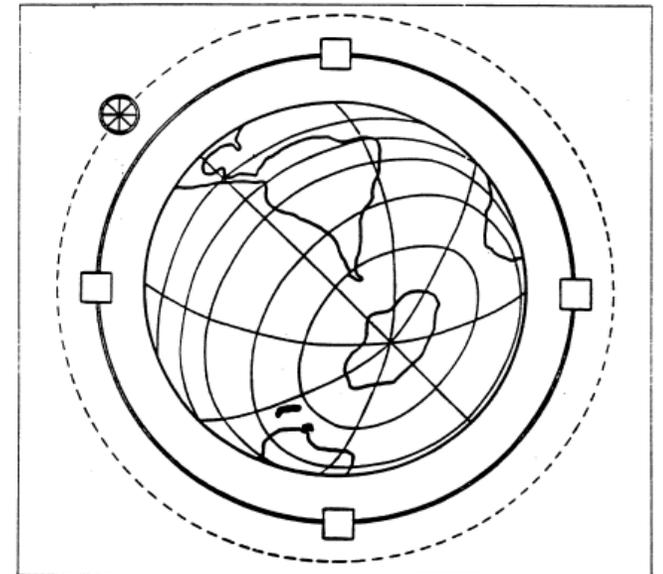
La **Strategy** ribadisce i punti cardinali della traversata ... **alta energia/alta intensita'**: i nuovi progetti saranno globali e necessitano di uno sforzo tecnologico comune, con una rete di infrastrutture regionali/nazionali

PNRR, progetti **ESFRI**, **flagship program** dei LN e varie altre attivita' hanno lo scopo di permettere alla comunita' di integrare e/o potenziare le risorse disponibili

Un **capitale umano** adeguato alle sfide rappresenta una delle risorse piu' difficili da mantenere e acquisire

"Io sono convinto che la scienza fisica debba orientarsi verso un'intensa collaborazione con altre scienze sorelle e specialmente con la biologia. Spero che una tale tendenza, che va oggi delineandosi, possa tornare a beneficio dell'una e dell'altra di queste scienze".

Enrico Fermi, "Discorso per il Nobel" Stoccolma, 11 dicembre 1938



From a 1954 Slide by Enrico Fermi, University of Chicago Special Collections.