



I Laboratori Nazionali e il Loro Ruolo

Diego Bettoni
Laboratori Nazionali di Legnaro

Corso di Formazione INFN per Neoassunti
LNF, 6 Giugno 2017

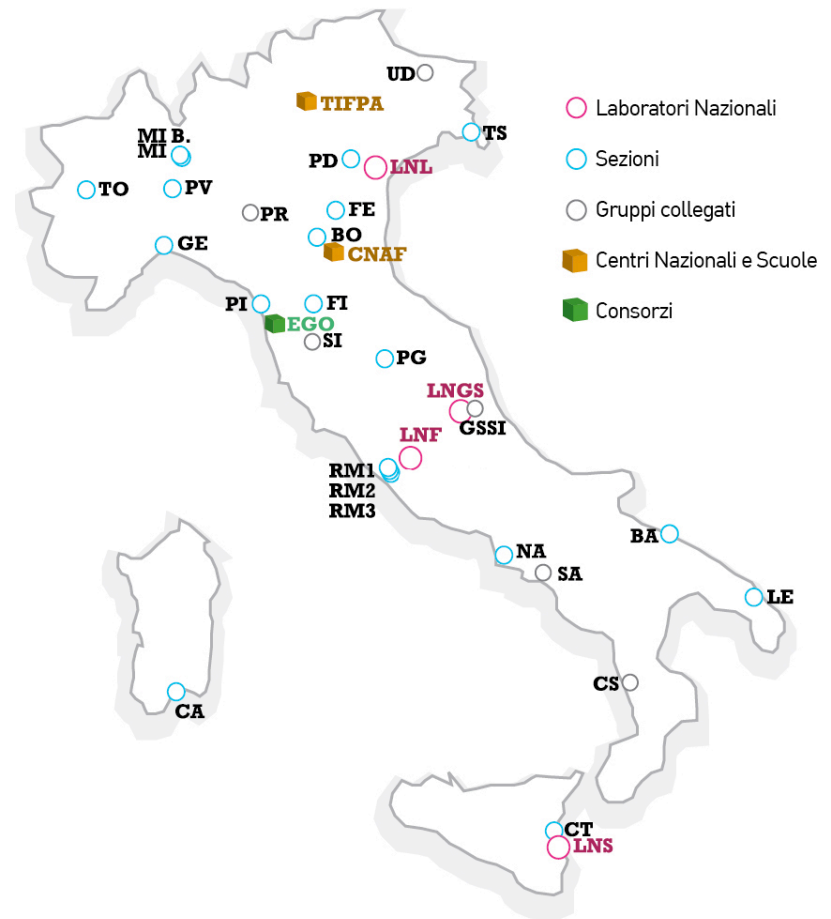
Le Strutture INFN

STRUTTURE

- **Laboratori Nazionali**: infrastrutture di ricerca a disposizione della comunità scientifica.
- **Sezioni**: situate presso i dipartimenti di Fisica, garantiscono la stretta connessione tra l'istituto e le Università.
- **Gruppi Collegati** alle Sezioni o ai laboratori nazionali.
- **Centri Nazionali**

LINEE DI RICERCA

- Fisica Subnucleare
- Fisica astroparticellare e del neutrino
- Fisica Nucleare
- Fisica Teorica
- Ricerche tecnologiche e interdisciplinari



I Laboratori Nazionali nello Statuto INFN

Art. 19 Comma 2 lettera b)

i Laboratori Nazionali sono strutture scientifiche aventi il fine di sviluppare, realizzare e gestire **grandi complessi strumentali** per le attività di ricerca dell'Istituto mettendoli a disposizione di **un'ampia comunità nazionale e internazionale anche interdisciplinare**, nonché di svolgere attività di ricerca nel quadro degli obiettivi programmatici dell'Istituto. Ai Laboratori Nazionali possono aggregarsi Gruppi Collegati aventi sede presso Università o centri di ricerca che non siano sede di Sezioni dell'Istituto;

La Struttura dei Laboratori Nazionali

- **Direzione**

Il direttore dei LN viene nominato dal Consiglio Direttivo dell'INFN, scelto da una rosa formata da un search committee e da una votazione tra il personale del laboratorio stesso. Il direttore entra a far parte del CD.

- **Divisioni**

- Servizi

- Reparti, Uffici

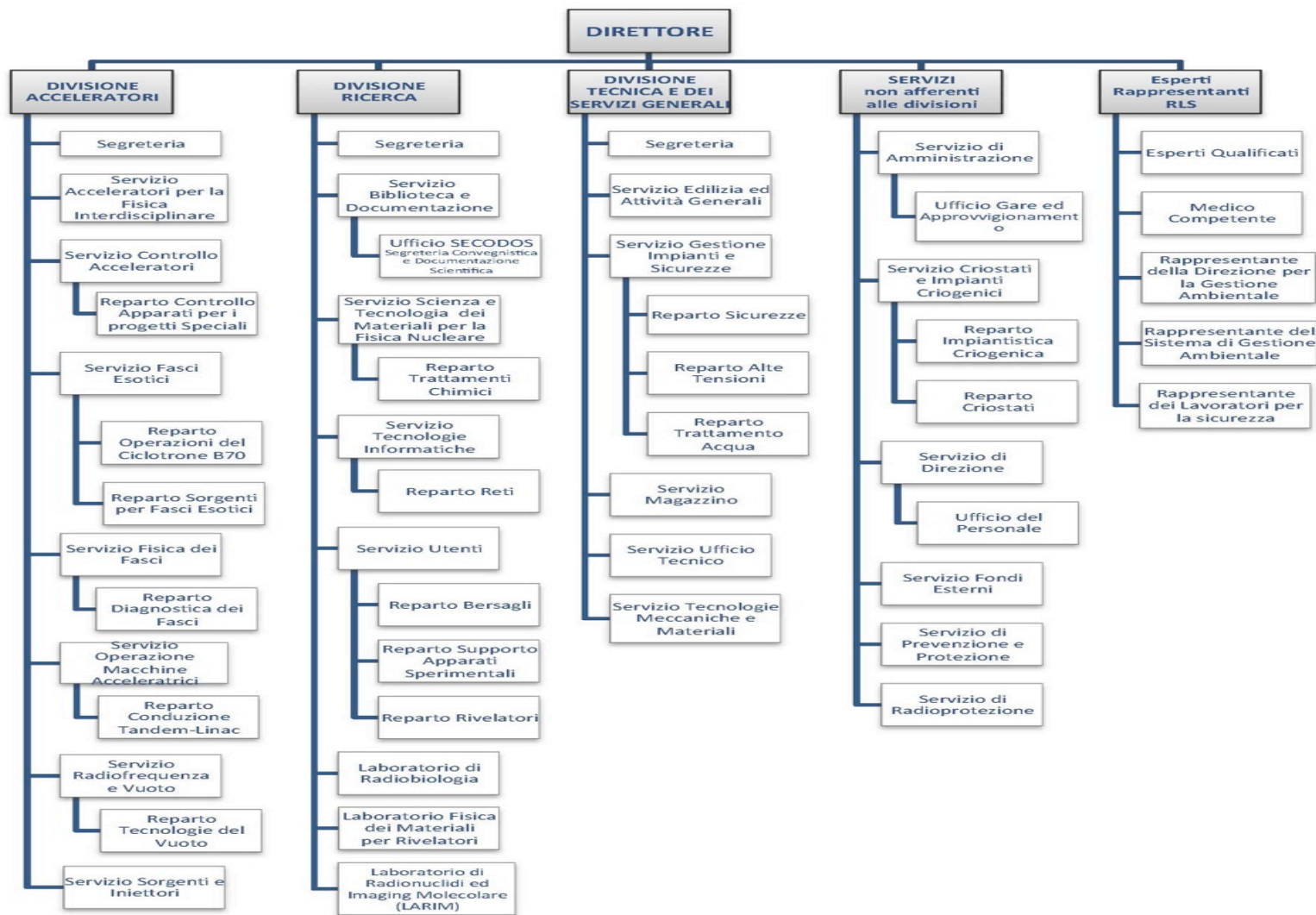
- **Unità Funzionali**

- Reparti, Uffici

- **Servizi**

- Reparti
- Uffici

L'organizzazione dei LN viene deliberata dal Consiglio Direttivo su proposta del direttore del laboratorio.



Esempio: Organigramma LNL

Il Consiglio di Laboratorio Nazionale

Il Direttore di Laboratorio Nazionale si avvale di un organo consultivo denominato **Consiglio di Sezione o di Laboratorio Nazionale** per:

- l'elaborazione dei **programmi di attività e dei relativi fabbisogni di spesa** da sottoporre agli organi consultivi e deliberanti dell'Istituto;
- l'esame dei **problemi connessi con il funzionamento della Sezione o del Laboratorio Nazionale** e l'attuazione in sede locale delle deliberazioni del Consiglio Direttivo;
- **ricognizione e consuntivo annuale dell'attività svolta** nell'ambito della propria Struttura.

Il Consiglio di Sezione e di Laboratorio Nazionale si riunisce almeno tre volte l'anno.

Il Consiglio di Laboratorio Nazionale

Sono **componenti del Consiglio di Laboratorio Nazionale**:

- il **Direttore** del Laboratorio Nazionale, che lo presiede;
- i **Coordinatori** locali delle linee scientifiche in cui è articolata l'attività del Laboratorio Nazionale;
- i **responsabili delle Divisioni** in cui è articolato il Laboratorio Nazionale;
- due **Rappresentanti eletti dai ricercatori**;
- un **Rappresentante eletto dai tecnologi**;
- **due Rappresentanti eletti dai tecnici ed amministrativi**;
- i **responsabili dei Gruppi Collegati** ove costituiti.

Il Comitato Scientifico del Laboratorio Nazionale

- Presso ciascun Laboratorio Nazionale è costituito un **Comitato Scientifico** con il compito di **fornire pareri e formulare proposte al Direttore sulle linee scientifiche** del Laboratorio stesso e sugli esperimenti da eseguire presso la Struttura, nell'ambito della programmazione scientifica generale espressa dal Consiglio Direttivo, anche in relazione alla disponibilità di risorse.
- Le modalità della sua costituzione e funzionamento sono determinate dal Consiglio Direttivo.

Legnaro – LNL
Fisica e Tecnologia Nucleari



Frascati – LNF
Fisica delle Particelle
Fisica degli Acceleratori



Gran Sasso – LNGS
Fisica Astroparticellare e del neutrino

D. Bettoni

Sud – LNS
Fisica e Tecnologia Nucleari



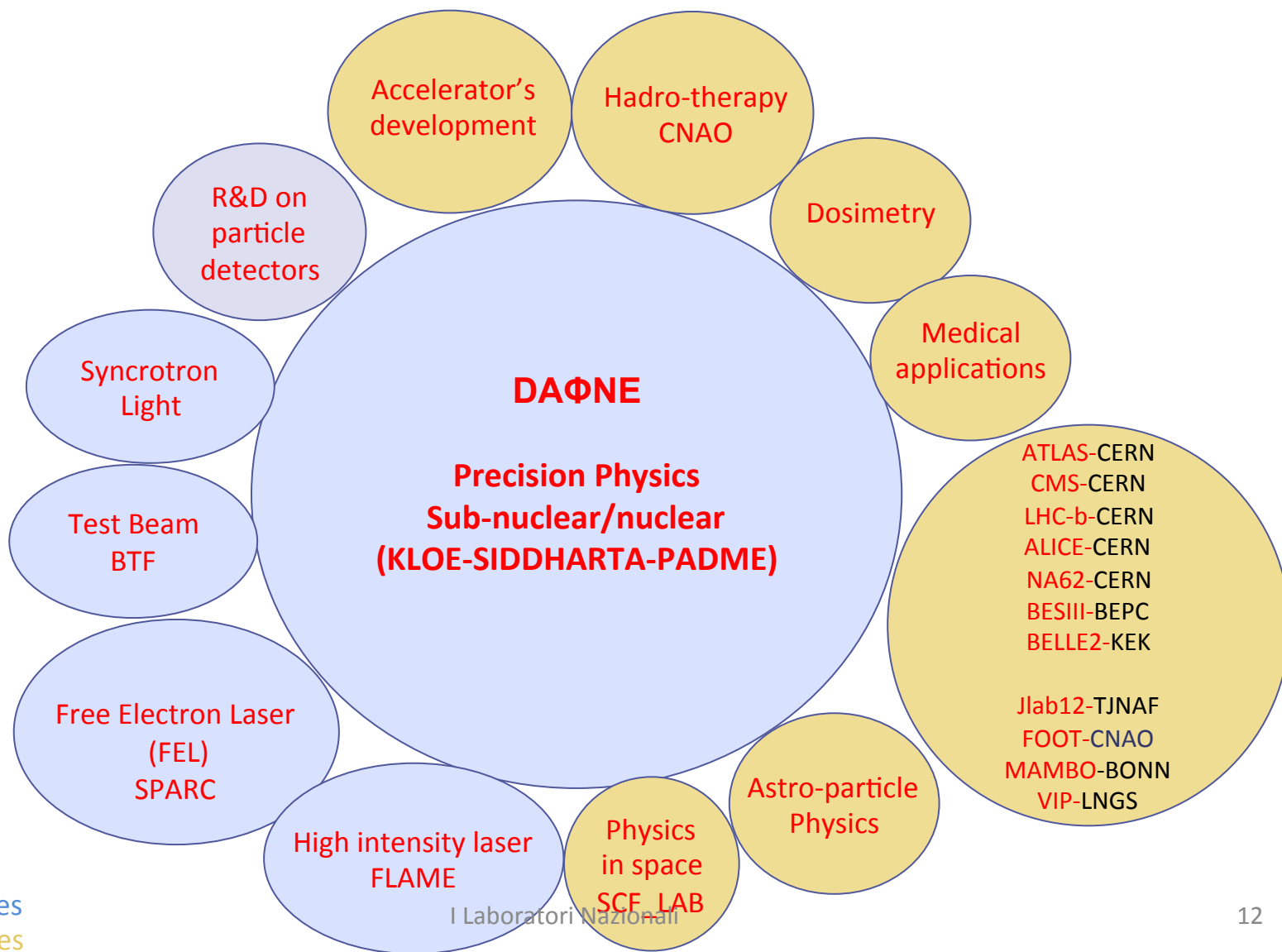
Laboratori Nazionali di Frascati (LNF)

LNF

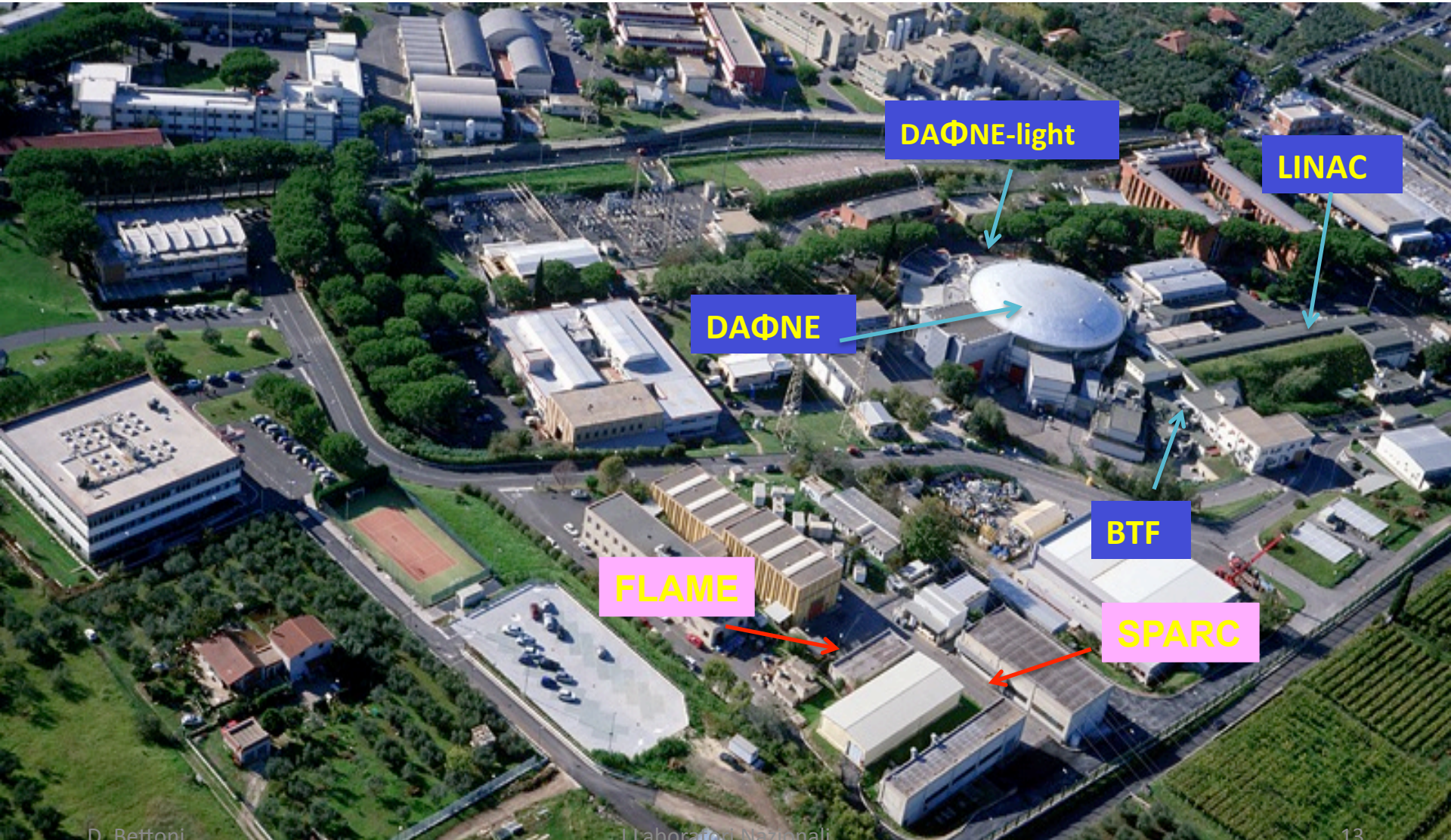
- Progettazione e realizzazione di acceleratori di Particelle
 - Fisica delle Particelle Elementari
 - R&D sui rivelatori
- 329 Dipendenti
 - 500 Utenti



Aree di Ricerca a LNF



Acceleratori e Infrastrutture a LNF



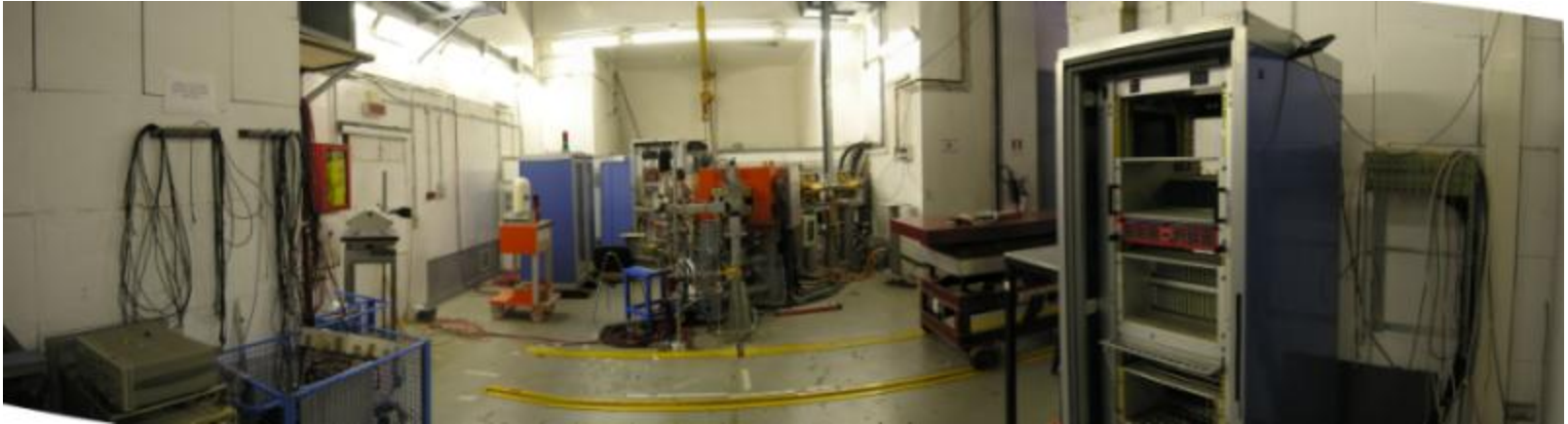
DAΦNE

$e^+ e^-$ collider
E c.m. = 1.02 GeV
 $L = 4.5 \cdot 10^{32} \text{ cm}^{-2} \text{ sec}^{-1}$

- Fisica dei K
- Spettroscopia mesoni leggeri
- Sezioni d'urto adroniche
- Fisica $\gamma\gamma$
- Ricerca di materia oscura
- Idrogeno e deuterio kaonici



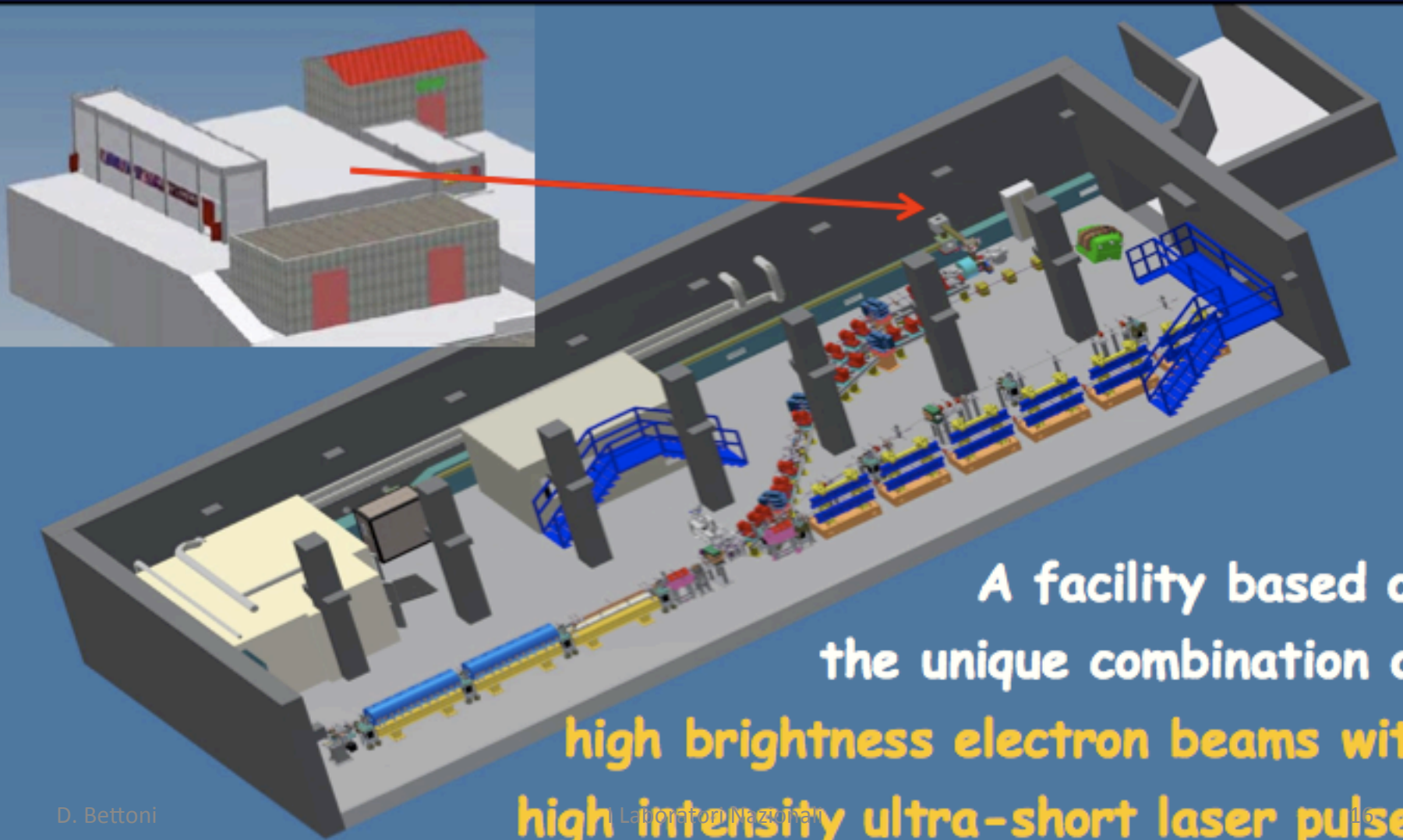
Beam Test Facility (BTF)



The Frascati **Beam Test Facility** infrastructure is a beam extraction line optimized to produce **electrons, positrons, photons** and **neutrons** mainly for HEP detector **calibration** purposes. The quality of the beam, energy and intensity is also of interest for **experiments** (~ 20% of the users) studying the **electromagnetic interaction with matter**

SPARC_LAB

Source for Plasma Accelerators and Radiation Compton
with Laser and Beam



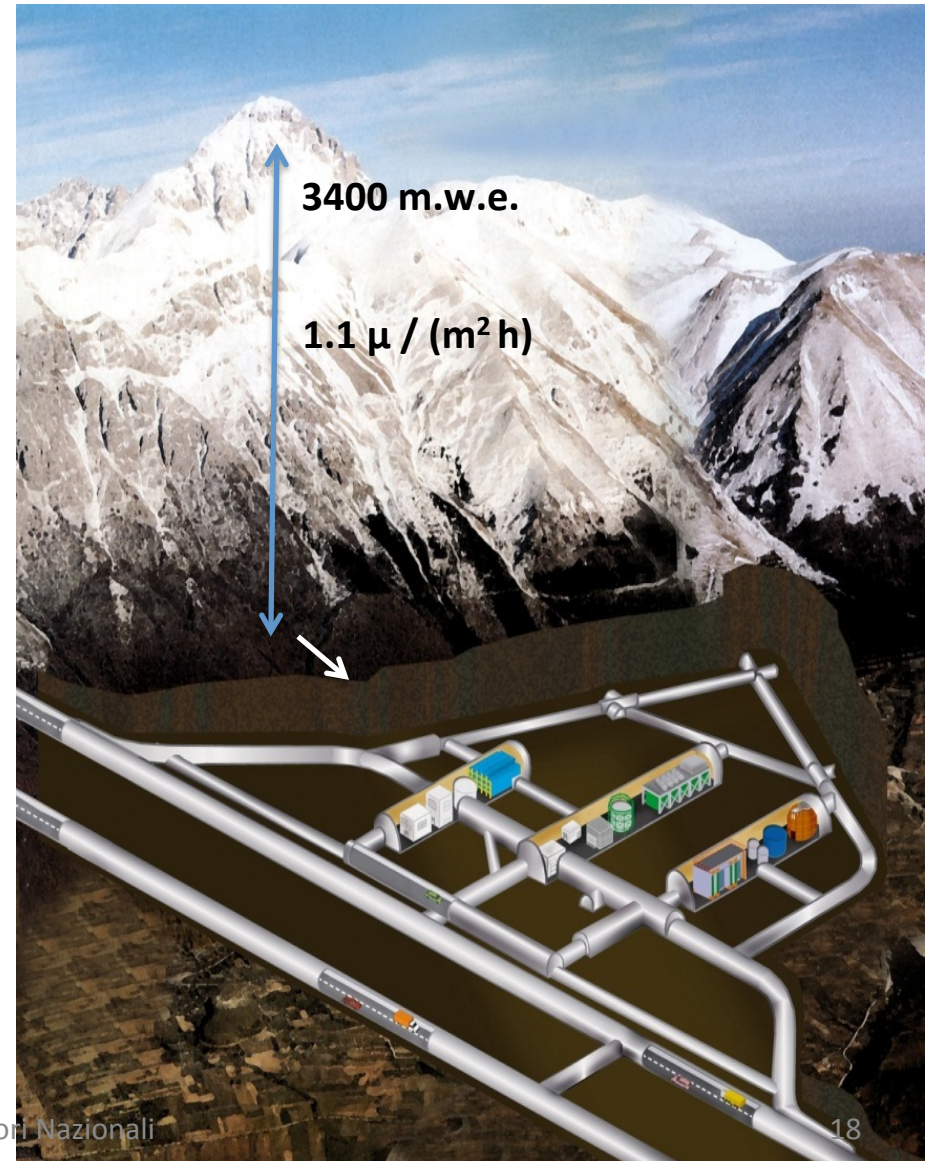
A facility based on
the unique combination of
**high brightness electron beams with
high intensity ultra-short laser pulses**

Laboratori Nazionali del Gran Sasso (LNGS)

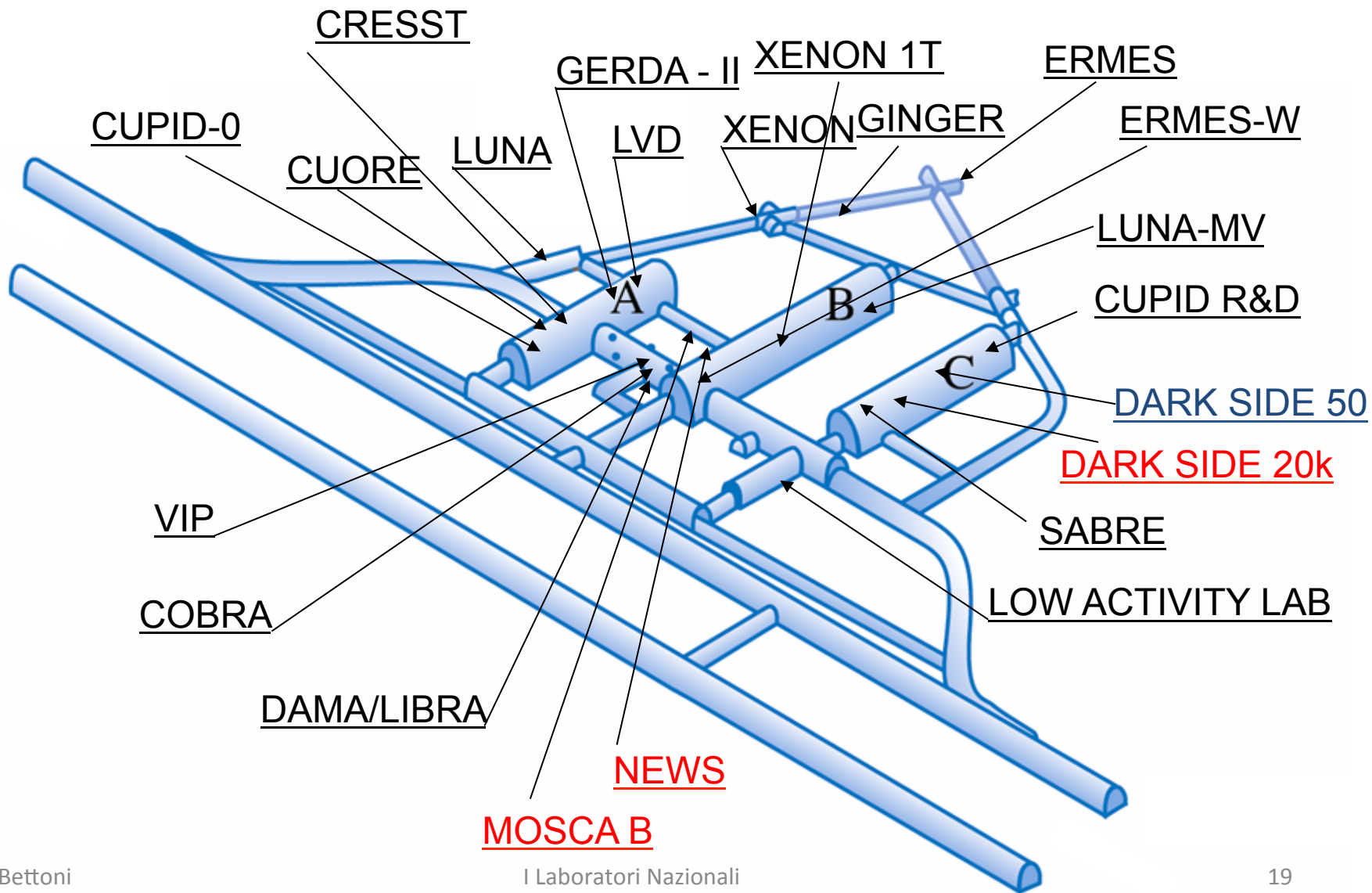
LNGS

- 42.46°N 13.57°E
- Muon flux: $3.0 \cdot 10^{-4} \text{ m}^{-2}\text{s}^{-1}$
- Neutron flux:
 - $2.92 \cdot 10^{-6} \text{ cm}^{-2}\text{s}^{-1}$ (0-1 keV)
 - $0.86 \cdot 10^{-6} \text{ cm}^{-2}\text{s}^{-1}$ (> 1 keV)
- Rn in air: 20-80 Bq m⁻³
- Surface: 17 800 m²
- Volume: 180 000 m³
- Ventilation: 1 vol / 3.5 hours

- 1000 users from 29 countries
- 92 Staff

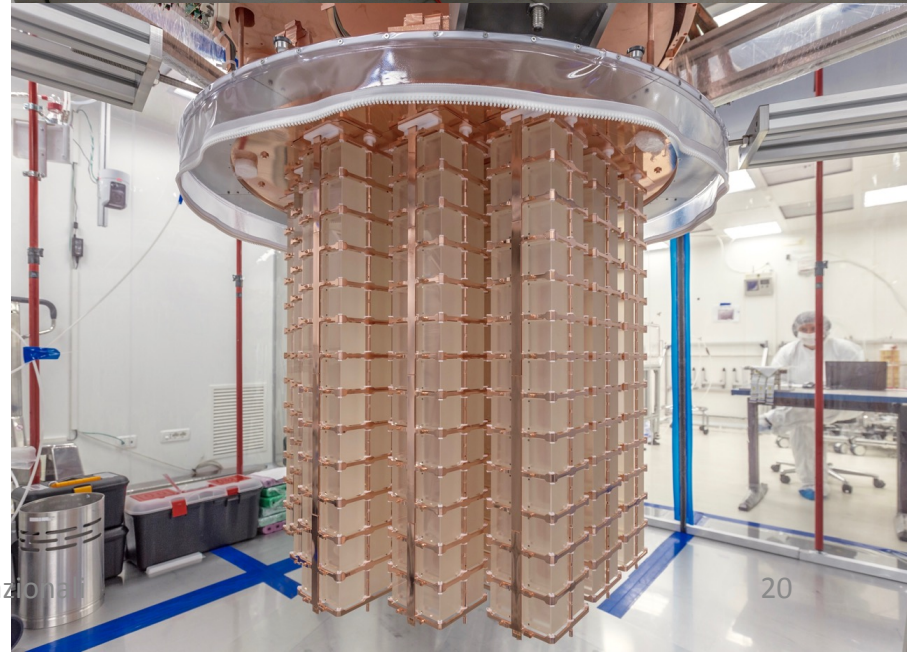


Attività a LNGS



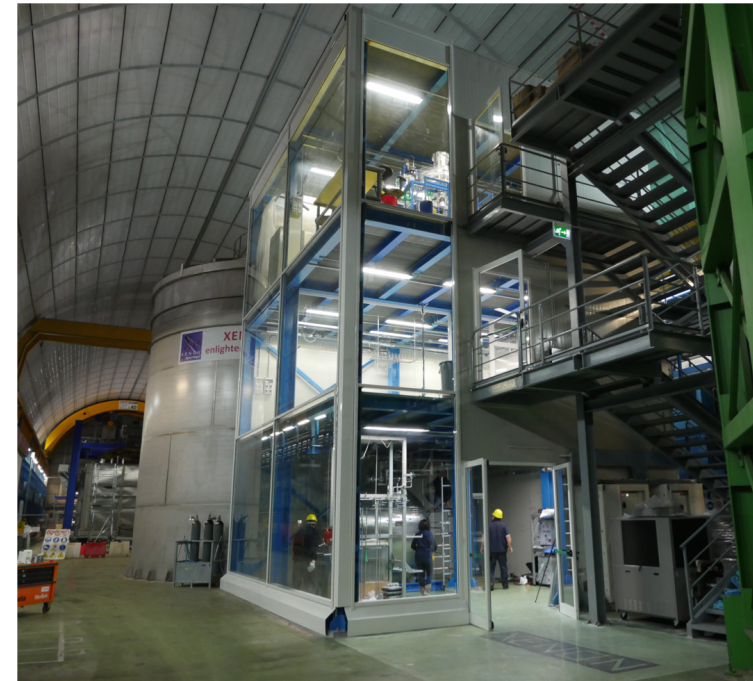
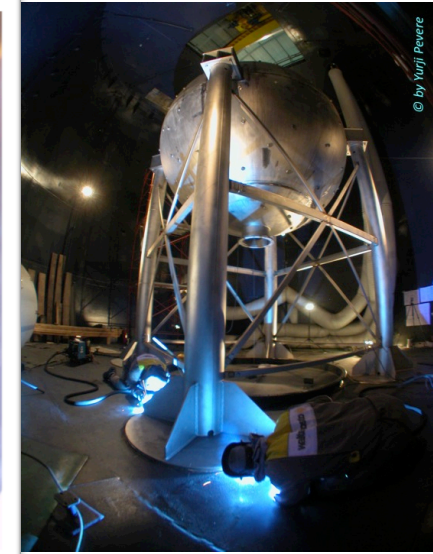
Neutrini

- Neutrinoless Double Beta Decay
 - Gerda / Gerda-II: ^{76}Ge
 - **CUORE** – *the coldest m^3 in the world* : ^{130}Te
 - Cobra: ^{116}Cd
 - *CUPID 0: ZnSe crystals (enriched ^{82}Se)*
- Neutrini sterili?
 - Borexino-SOX (CeSOX first)



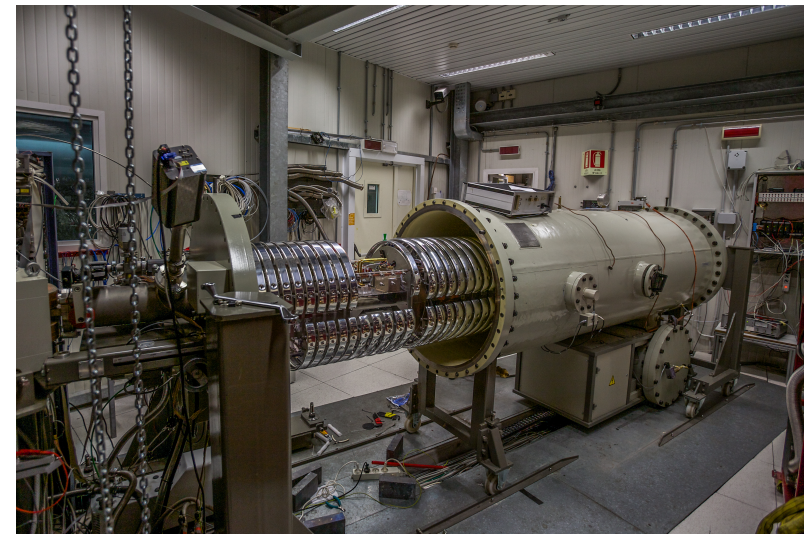
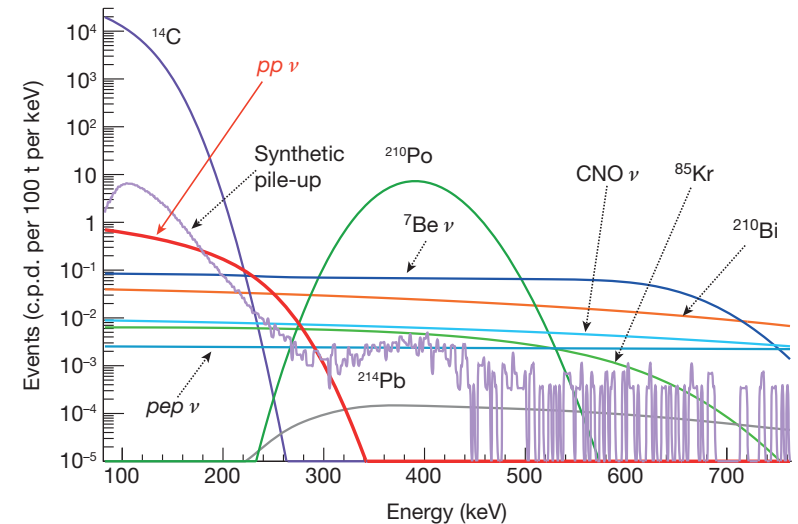
Materia Oscura

- DAMA/Libra: NaI
 - Reports annual modulation
- NaI
 - INFN/LNGS is going to support independent test of DAMA result: [SABRE](#)
 - [COSINUS](#): NaI as scintillating bolometer
- CRESST
 - CaWO_4 scint with bolometric r/o
- XENON family
 - Double phase liquid Xe TPC
- DarkSide 50 kg -> 20 t
 - Liquid Ar TPC double phase



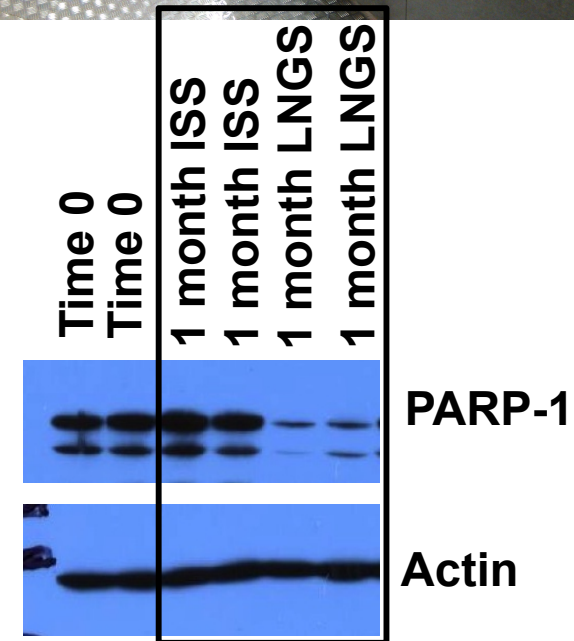
Astrofisica - Nucleosintesi

- **LVD**
 - Osservatorio per neutrini di SN
- **Borexino**
 - Neutrini solari: misura real time di neutrini da fusione pp; prossima sfida: misura di neutrini da ciclo CNO
 - Geo neutrini
 - Record mondiale di radiopurezza
- **LUNA**
 - Misure di sezioni d'urto rilevanti per combustione stelle, sintesi elementi nelle stelle, sintesi primordiale di elementi



Interdisciplinare

- **GINGER**
 - Ring-laser to probe Lense-Thirring effect
- **Cosmic Silence**
 - Study effect of very low radiation doses on cells, fleas, ...
 - Test Linear No Threshold model
- **ERMES-W**
 - Primary resources, global geodynamic...
- **VIP**
 - Test Pauli Exclusion Principle



Laboratori Nazionali di Legnaro (LNL)

Mission:

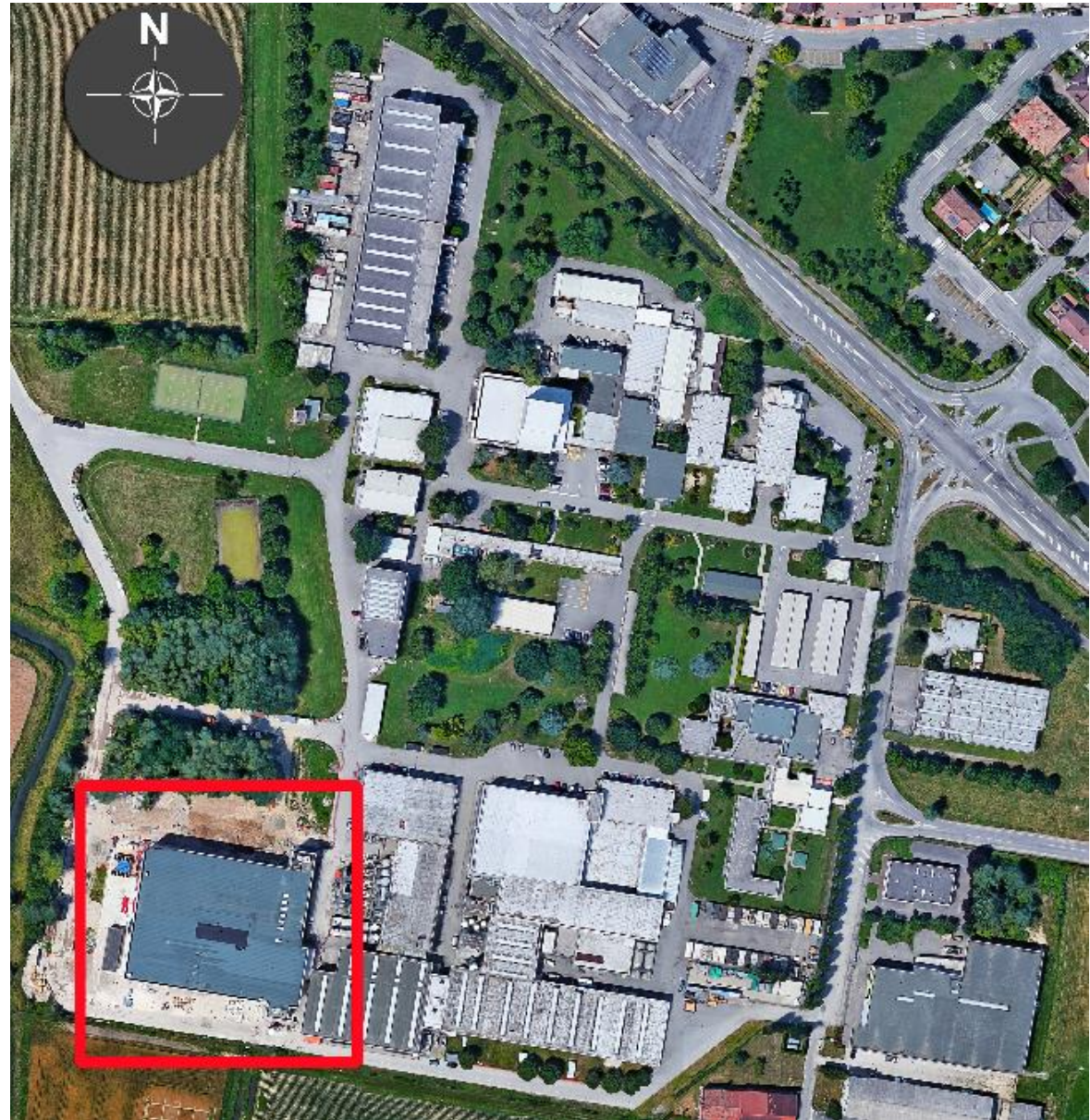
- Nuclear physics and nuclear astrophysics:
 - nuclear spectroscopy
 - reaction dynamics
- Advanced technologies for applications to nuclear physics and other fields
- Technology transfer

Strengths:

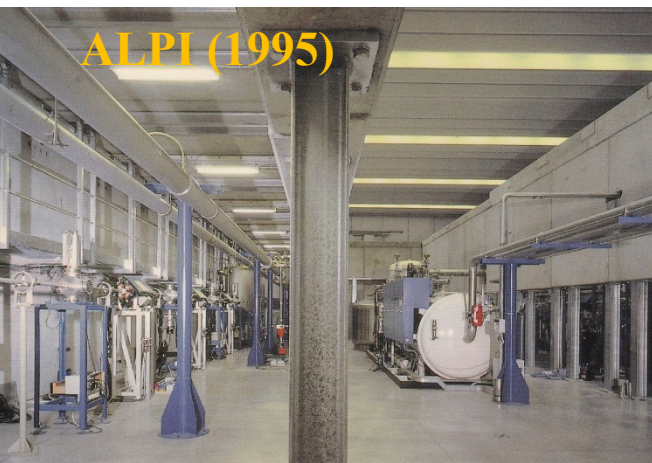
- Development of accelerators (e.g. RFQ)
- Radiation detectors
- Surface technology

Personnel:

- 138 staff
- 700 users (50 % from Italy)



LNL - Acceleratori



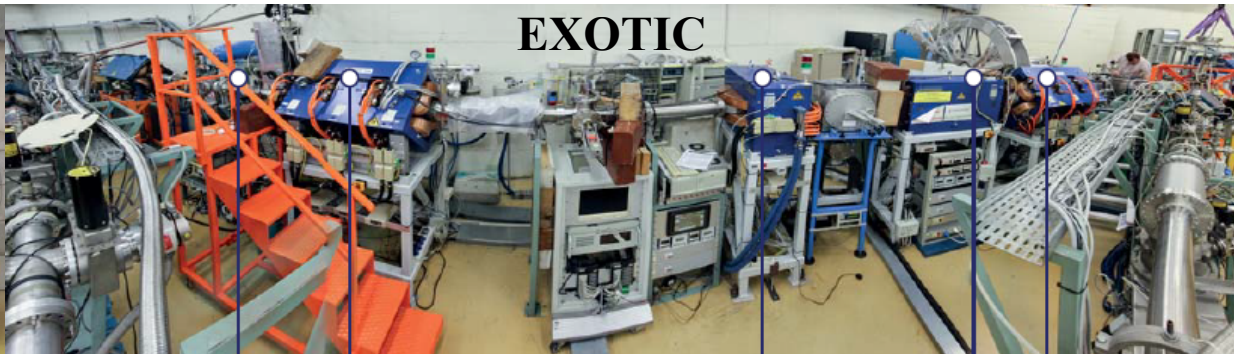
LNL – Apparati Sperimentali

PRISMA



INFN
PRISMA - Spettrometro magnetico a grande accettanza - 2007
Doc. No. 2/2004 LNL - 2010 - Associazione F. Mezzetta

EXOTIC



Gas Target

1^a Quadrupole Triplet

30° Dipole Magnet

Wien Filter

2^a Quadrupole Triplet

LIRAS



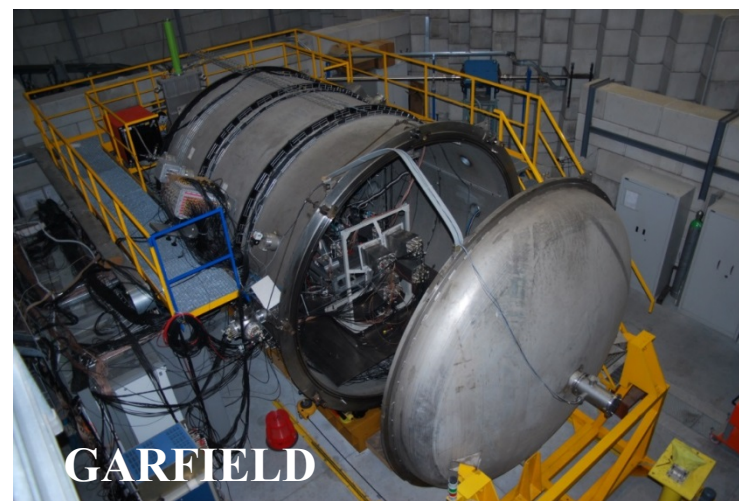
D. Belloni

GALILEO



I Laboratori Nazionali

GARFIELD



Summary of activities

Special projects

SPES cyclotron to study nuclear physics

LARAMED Develop/study radioisotopes of biomedical interest

IFMIF radiofrequency quadrupole accelerators

MUNES neutron source

ITALRAD nuclear physics applied to environment

Physics projects

GAMMA SPECTROSCOPY

APPLIED NUCLEAR PHYSICS

RADIOBIOLOGY and DOSIMETRY

ASTROPHYSICS searches: QUAX

Technological activities

Surface material treatment

Computing infrastructure (Tier2)

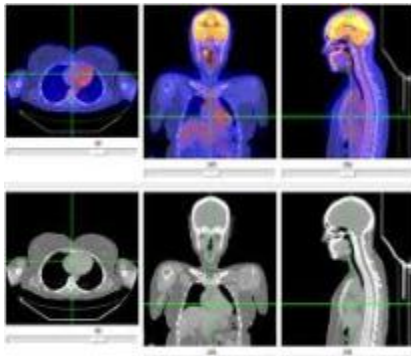
Dissemination

Experiments in CSN5: technological research, interdisciplinary physics, accelerators

II Progetto SPES

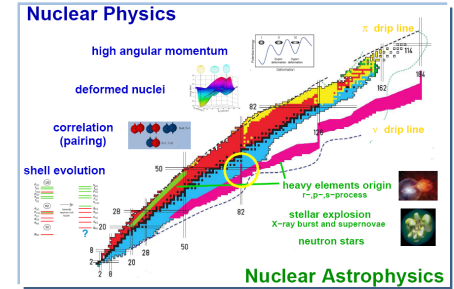


Cyclotron



Radioisotopes for Nuclear Medicine

Selective
Production of
Exotic
Species



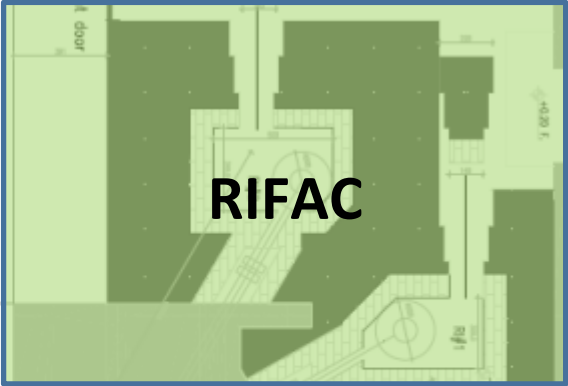
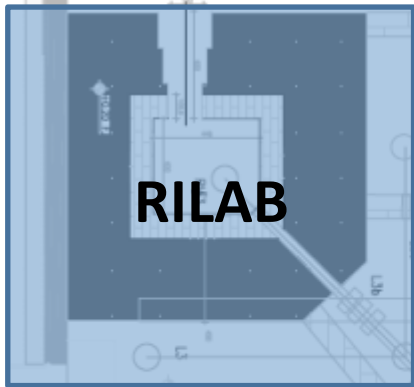
Production & re-acceleration
of exotic beams. Neutron-rich ions
from p-induced Fission on UCx (10^{13} f/s)



Accelerator based
neutron sources

SPES Layout

Research

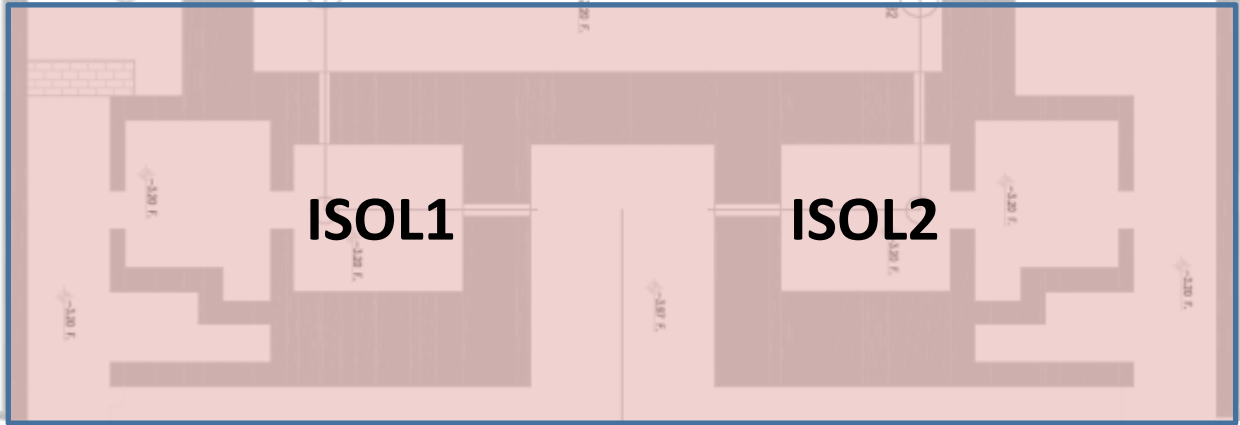


Production

Double extraction cyclotron

A central diagram showing the location of the double extraction cyclotron. It is represented by a circular area with several lines radiating outwards, indicating its connection to the RILAB and RIFAC facilities. The text 'Double extraction cyclotron' is centered within this area.

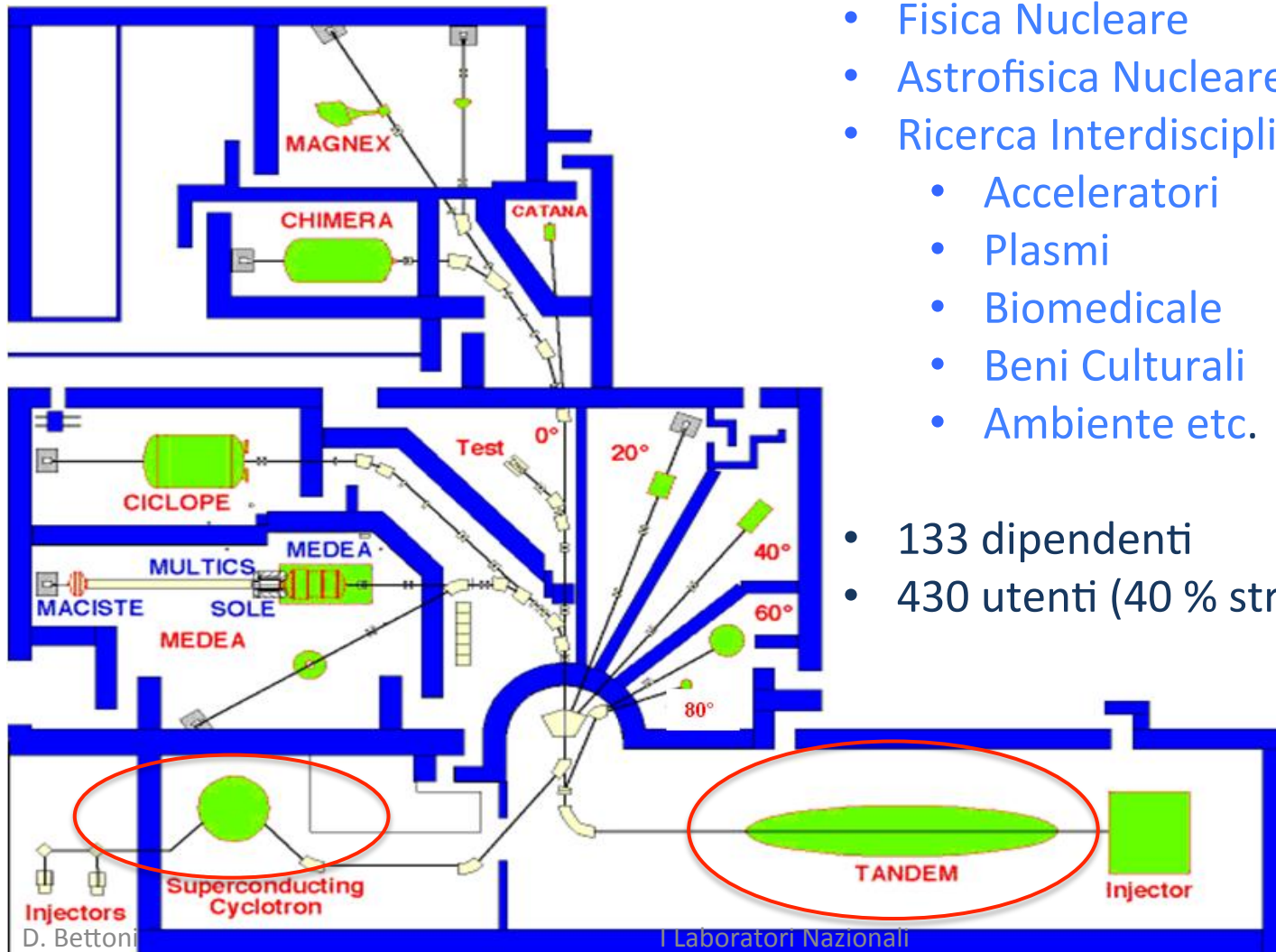
Nuclear Physics



Nuclear Physics

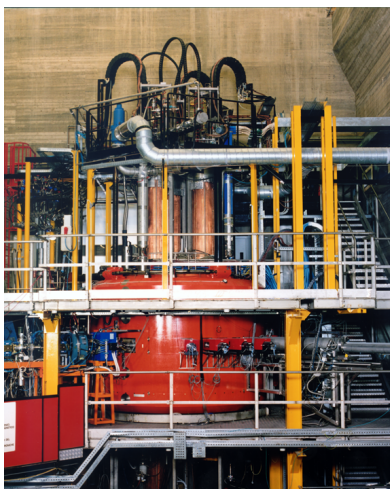
Laboratori Nazionali del Sud (LNS)

LNS



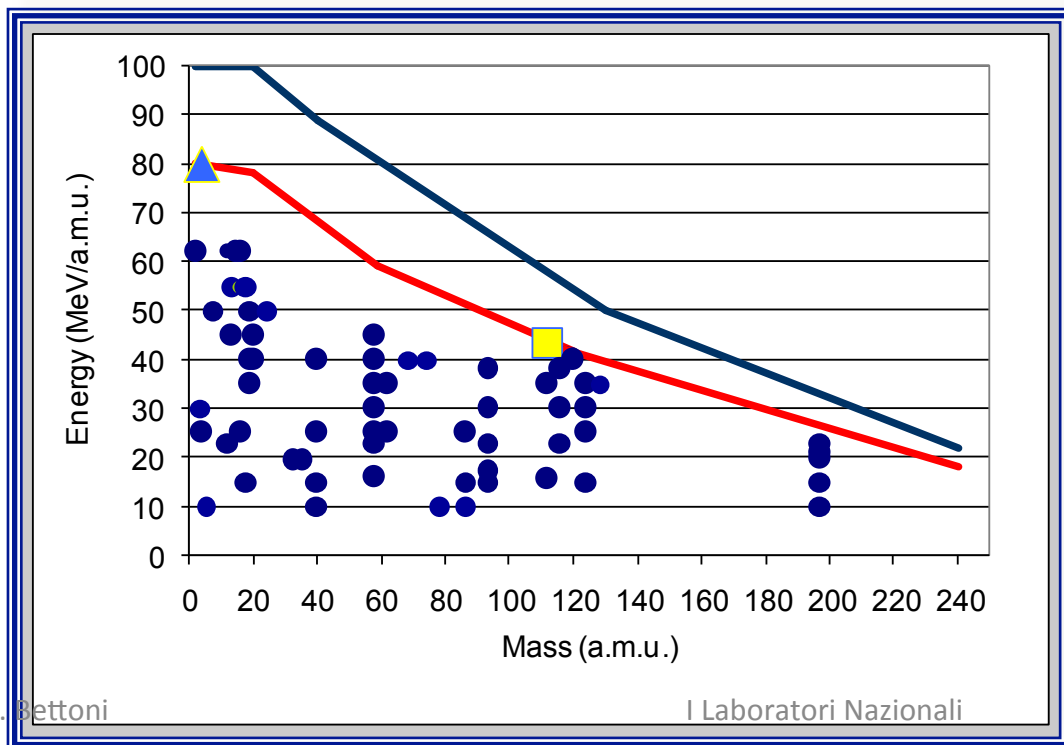
- Fisica Nucleare
- Astrofisica Nucleare e Particellare
- Ricerca Interdisciplinare
 - Acceleratori
 - Plasmi
 - Biomedicale
 - Beni Culturali
 - Ambiente etc.
- 133 dipendenti
- 430 utenti (40 % stranieri)

Ciclotrone Superconduttore (CS)

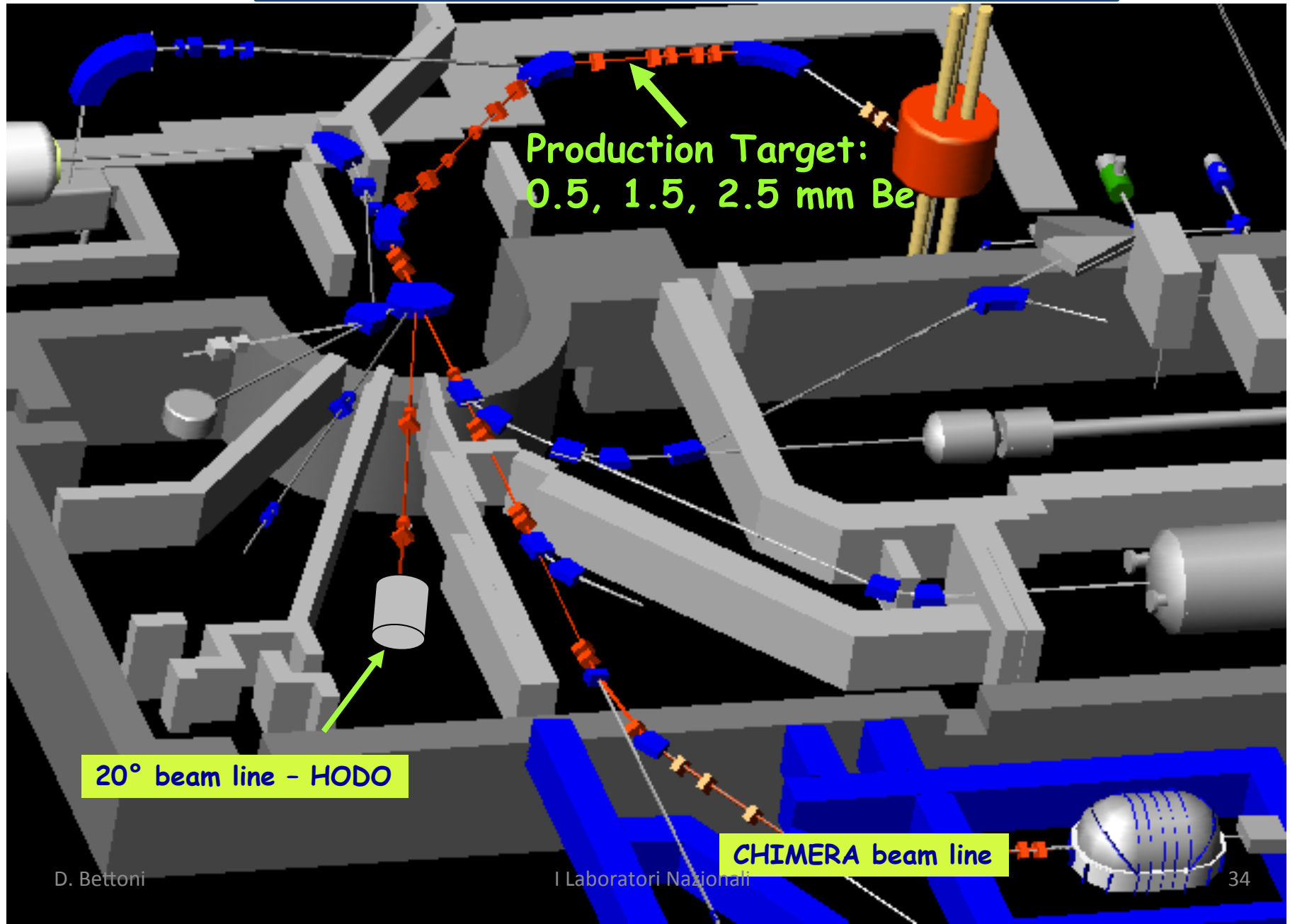


Bending limit	K=800
Focusing limit	Kfoc=200
Pole radius	90 cm
Yoke outer radius	190.3 cm
Yoke full height	286 cm
Min-Max field	2.2-4.8 T
Sectors	3
RF range	15-48 MHz

AX	E (AMeV)
H ₂ ⁺	62,80
H ₃ ⁺	30,35,45
² D ⁺	35,62,80
⁴ He	25,62,80
He-H	10, 21
⁹ Be	45
¹¹B	55
¹² C	23,62,80
¹³C	45,55
¹⁴ N	62,80
¹⁶O	21,25,55,62,80
¹⁸O	15,55
¹⁹ F	35,40,50
²⁰Ne	20,40,45,62
²⁴ Mg	50
²⁷ Al	40
³⁶ Ar	16,38
⁴⁰Ar	15,20,40
⁴⁰ Ca	10,25,40,45
^{42,48} Ca	10,45
⁵⁸ Ni	16,23,25,30,35,40,45
^{62,64} Ni	25,35
^{68,70}Zn	40
⁷⁴ Ge	40
^{78,86} Kr	10
⁸⁴ Kr	10,15,20,25
⁹³ Nb	15,17,23,30,38
¹⁰⁷ Ag	40
¹¹² Sn	15.5,35,43.5
¹¹⁶ Sn	23,30,38
¹²⁴ Sn	15,25,30,35
¹²⁹ Xe	20,21,23,35
¹⁹⁷ Au	10,15,20,21,23
²⁰⁸ Pb	10

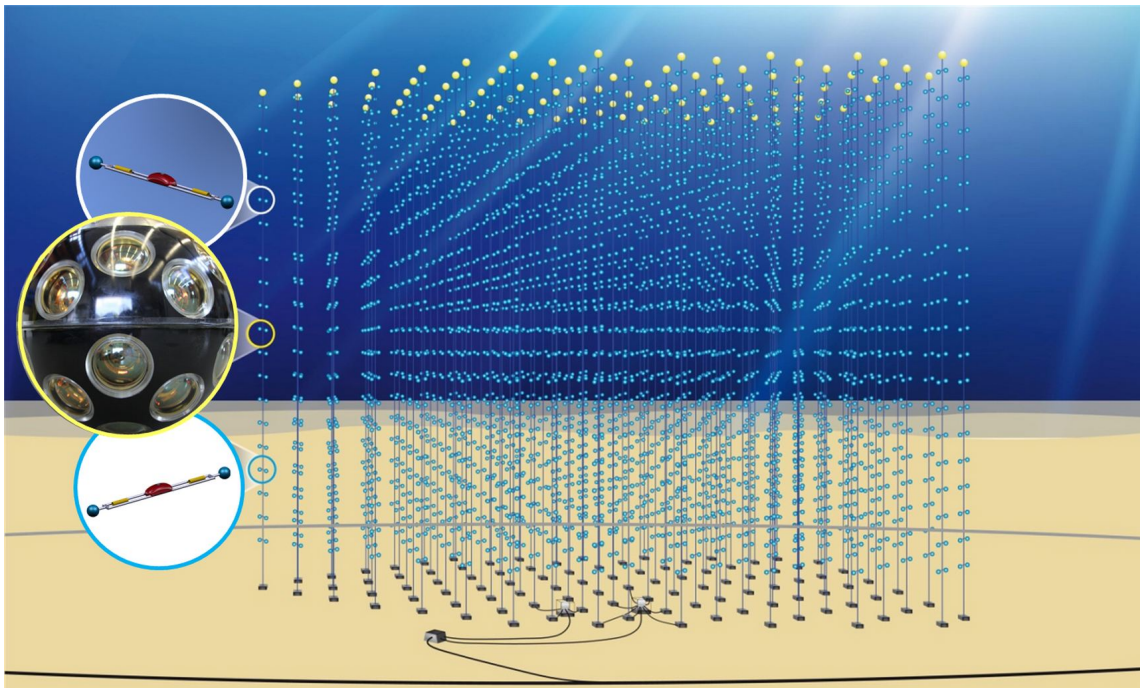


FRIBS: in Flight Radioactive Ion BeamS



The giant-scale detector KM3NeT

Faintness of neutrino fluxes and small interaction probabilities oblige to use large natural target such as sea-water: a volume of 5 km³ of seawater will be instrumented with optical detectors.



5 building blocks
120 Detection Units (DU)
750 m DU height
180m DU distance
5 km³ volume
Budget 210 M€

KM3NeT-It is funded by INFN since 1999 (NEMO)
In 2012 the project was awarded with a PON grant of 21 M€



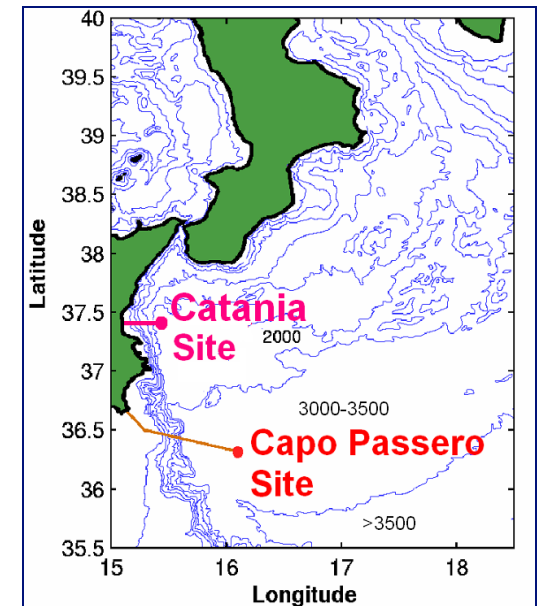
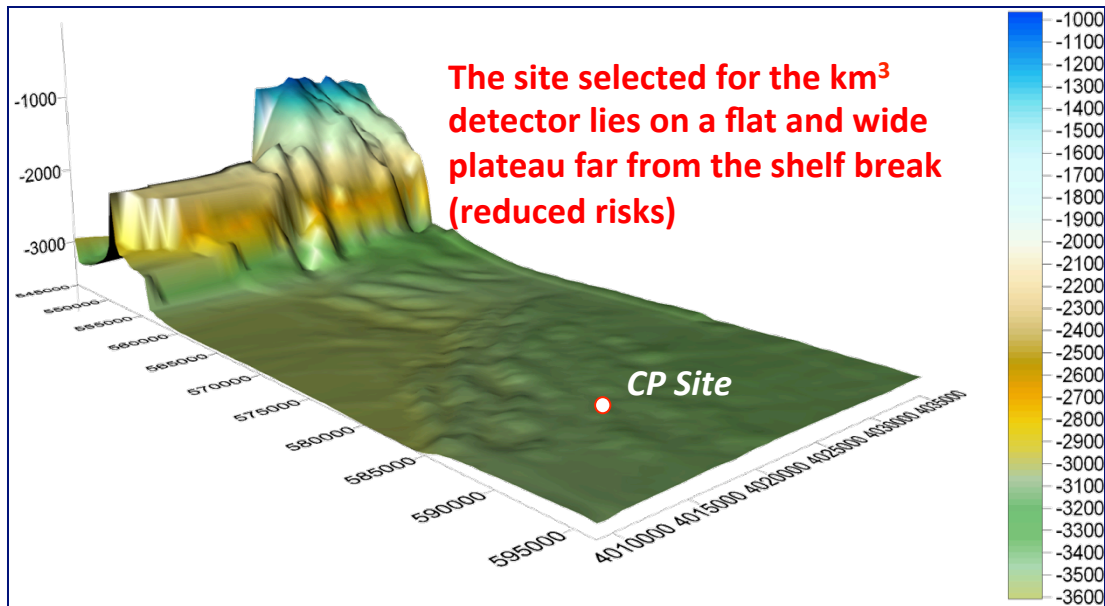
KM3NeT is a EU funded ESFRI Infrastructure since 2006 inserted in new ESFRI list 2016-2020.

INFN led the Preparatory Phase

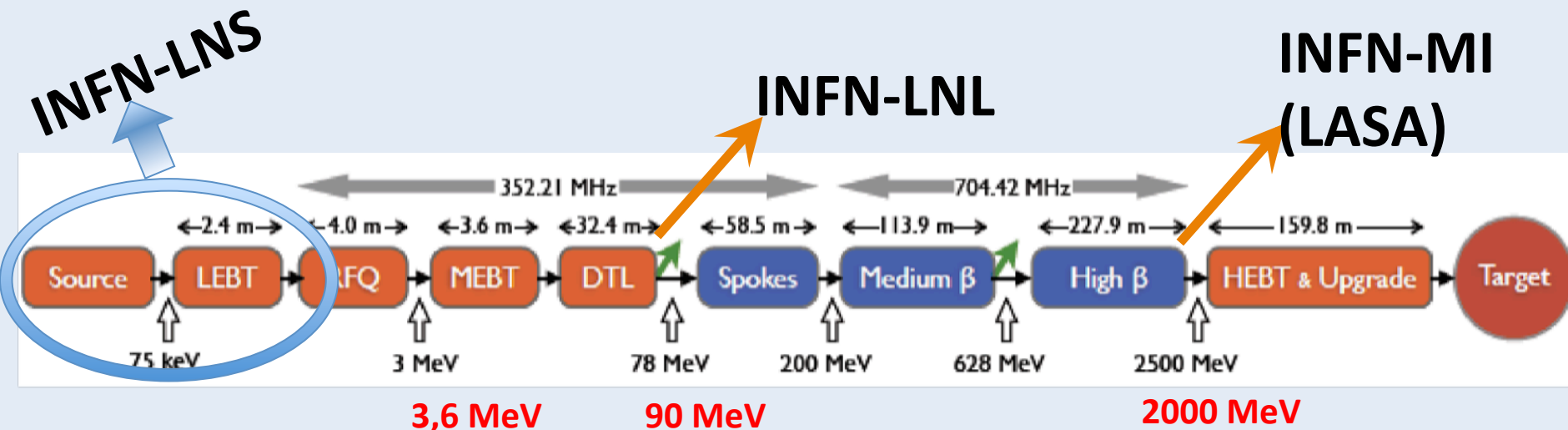
The Capo Passero Site

More than 30 naval campaigns seeking deep sea sites in the Mediterranean Sea. Capo Passero is an optimal site.

- *Depth >3500 m, 90 km distance from the shore*
- *Excellent water optical properties ($L_a \approx 70 \text{ m} @ \lambda = 440 \text{ nm}$)*
- *Optical background from bioluminescence extremely low*
- *Deep sea water currents are low and stable (3 cm/s avg, 10 cm/s max)*
- *Wide abyssal plain: large extension of the detector*



ESS - The INFN contribution



INFN has been involved in the Design Update phase (2011-12), for several components of the LINAC, and it is involved in the next phase, aimed to the construction of prototypes :

- The Proton source
- The LEBT
- The Drift Tube Linac

Conclusioni

- I Laboratori Nazionali svolgono **un duplice ruolo**
 - Infrastrutture di ricerca a disposizione della comunità nazionale e internazionale
 - Infrastrutture tecnico-scientifiche a supporto dell'attività delle sezioni e degli esperimenti
- I Laboratori Nazionali offrono **opportunità a tutta la comunità scientifica**, in primo luogo a quella interna all'ente.
- **Lavorare nei LN è un modo per dare un contributo particolarmente significativo alla vita dell'Istituto e alla realizzazione della sua missione.**