

# LNGS: un laboratorio per la ricerca sul **quantum computing**?

Sandra Parlati LNGS 12 febbraio 2020

# L'idea nasce da un incontro tra donne



**ADA LOVELACE DAY** 8 Ottobre 2019

SALA CONVEGNI CNR - PIAZZALE ALDO MORO 7 - ROMA

9:00 - 9:30 REGISTRAZIONE PARTECIPANTI

9:30 - 9:45 PRESENTAZIONE DELLA GIORNATA  
Guido Righini (CNR - IC)  
Sveva Avveduto (CNR - IRPPS)

9:45 - 10:00 SALUTI DEI PRESIDENTI E RAPPRESENTANTI DEGLI ENTI DI RICERCA

10:00 - 10:30 LA MACCHINA DEL TEMPO : VIAGGIO VIRTUALE NELLA STORIA DELLA SCIENZA AL FEMMINILE  
Fabio Fornasari (CNR - IRPPS)

10:30 - 11:00 IL LATO ROSA DELLA SCIENZA : A CHE PUNTO SIAMO  
Sveva Avveduto (CNR - IRPPS)

11:00 - 11:45 SEMINARIO DIVULGATIVO  
Paola Verrucchi (CNR - ISC)

11:45 - 12:00 DICCI LA TUA! SESSIONE INTERATTIVA SULLA PIATTAFORMA MENTIMETER  
Ilaria Di Tullio (CNR - IRPPS) - Lucio Pisacane (CNR - IRPPS)

12:00 - 12:15 RITORNO AL PRESENTE : RISULTATI DELLA MACCHINA DEL TEMPO  
Fabio Fornasari (CNR - IRPPS)

12:15 - 13:00 SESSIONE MULTIMEDIALE  
Guido Righini (CNR - IC)

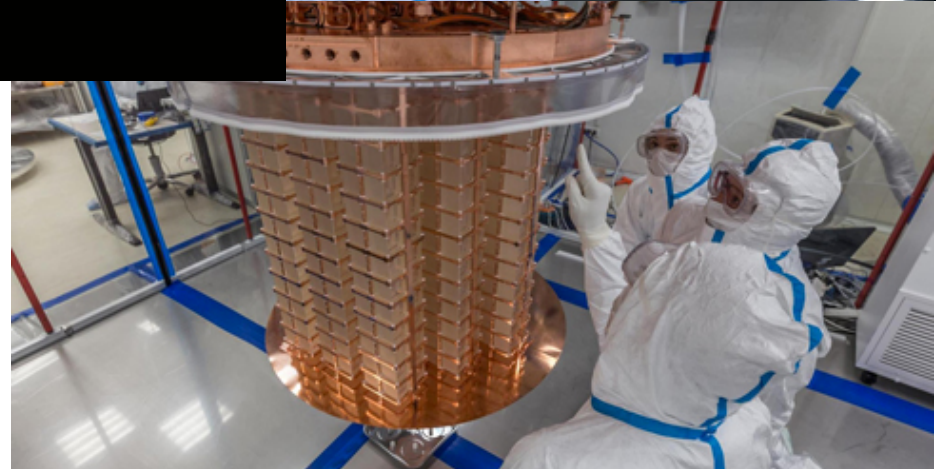
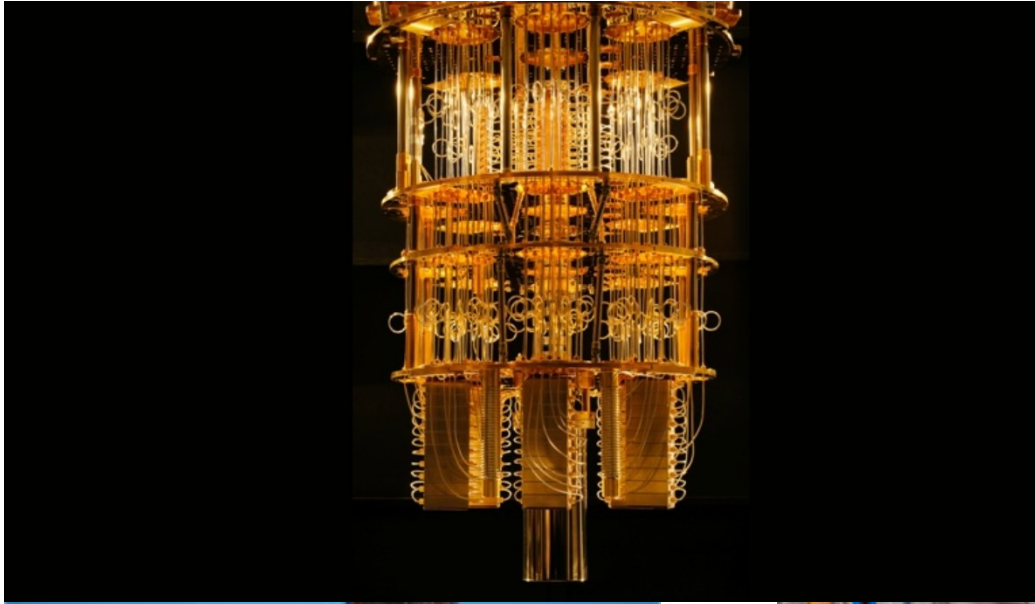
13:00 - 14:30 PAUSA PRANZO

14:30 - 16:30 TAVOLA ROTONDA :  
LE NUOVE INIZIATIVE DI DIVULGAZIONE  
VERSO LE SCUOLE NELL'AMBITO DELLA  
PCTO

# 28 novembre 2019: seminario divulgativo di Paola Verrucchi sul quantum: 200+ studenti!



# ...evidenti analogie



# Novembre 2019 – febbraio 2020

- Dalle prime interazioni con Paola nasce l'idea di proporre i LNGS come centro di ricerca sul quantum computing
- Idea condivisa e sviluppata da ricercatori, tecnologi e tecnici della divisione ricerca dei LNGS
- Contatti con Direttore LNGS, S.Pascazio, F.Tafuri, L.Cardani, O.Adriani, A.Zoccoli, L.Tripiccione...
- Workshop “Quantum Technologies within INFN”  
20-21 gennaio
- Riunione 3 febbraio ai LNGS.

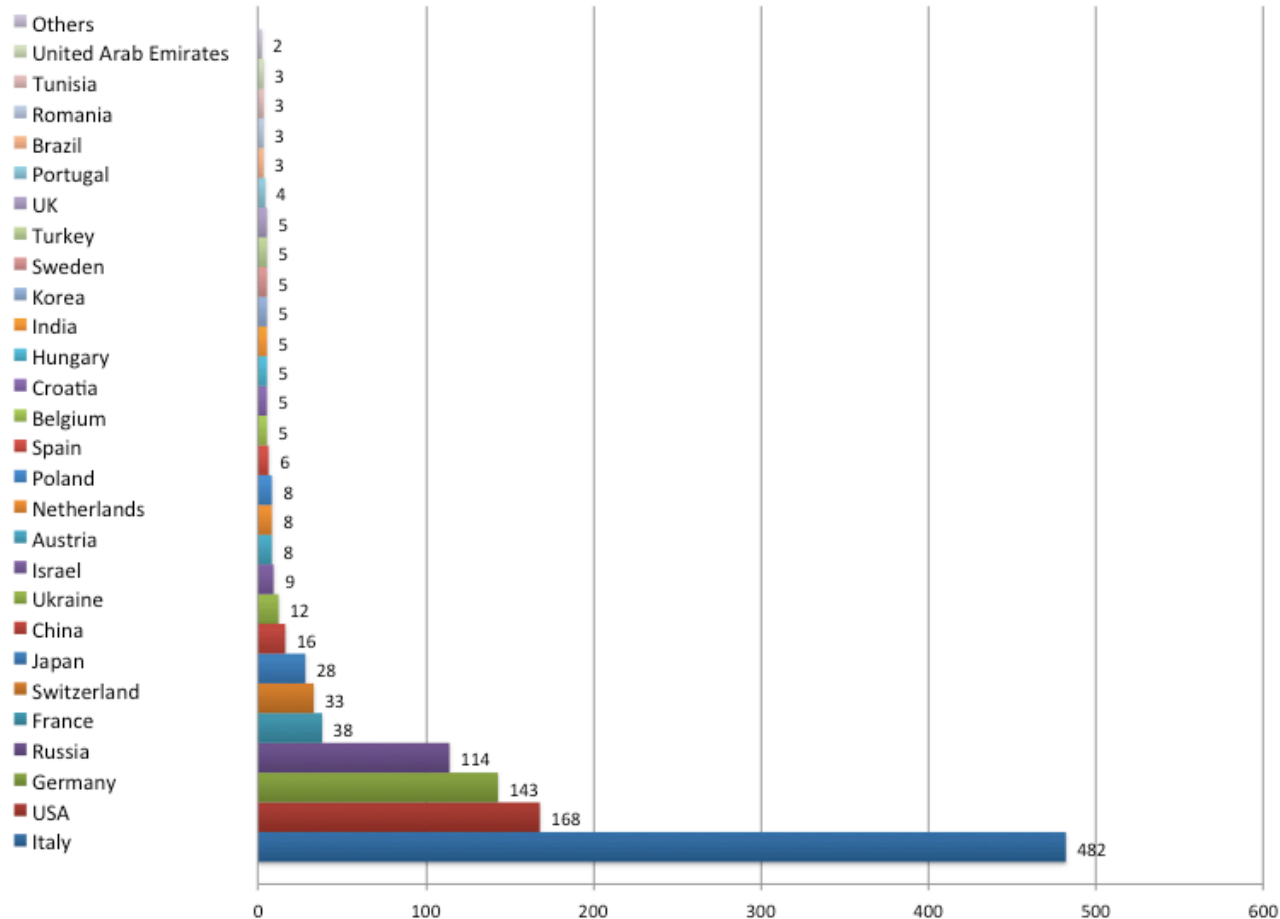
# La motivazione

- I LNGS sono “speciali”? Sono un centro di ricerca migliore di altri per il quantum computing?
  - **Sito sotterraneo, protetto da 1400m di roccia del Gran Sasso!**
  - Laboratorio con 30 anni di esperienza, dotato di infrastrutture, servizi e know how!
  - Centro di ricerca a livello mondiale

**Noi pensiamo di si!**

# I LNGS, i laboratori sotterranei più importanti al mondo! Ambiente internazionale...

## LNGS DATA USERS IN 2015

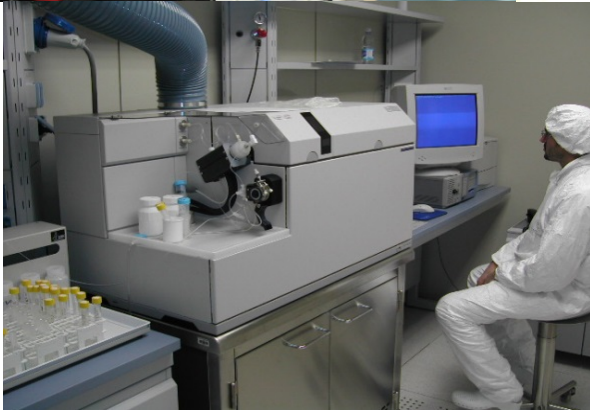
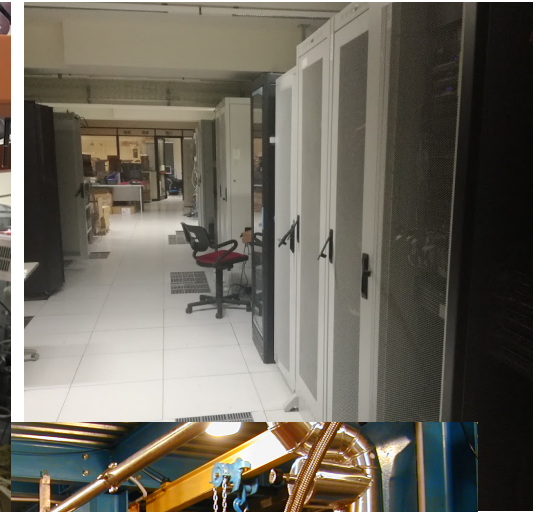
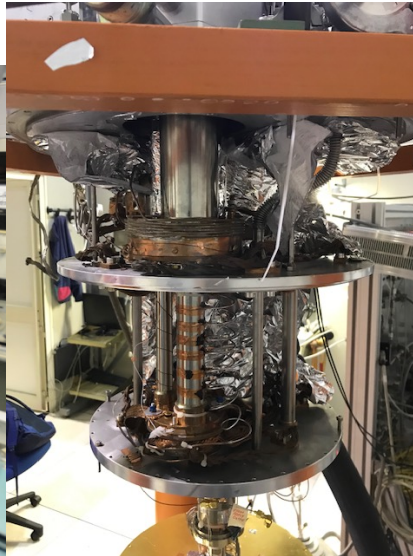
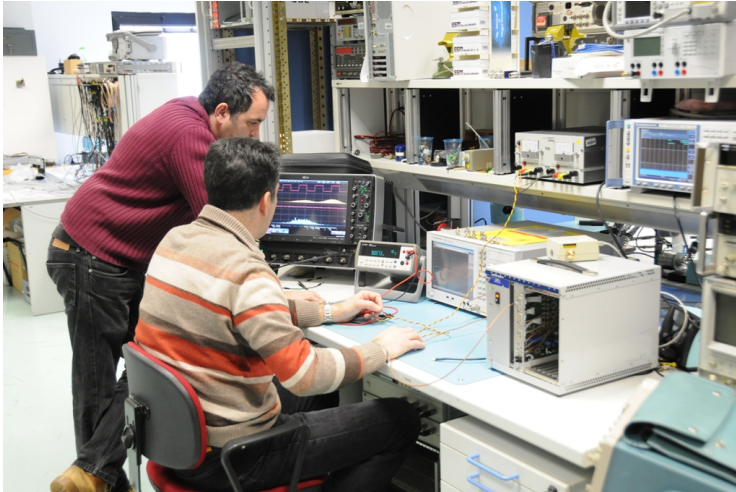


# Gruppi di ricerca

- Gruppi di ricerca esterni provenienti da 29 paesi diversi
- Sono circa 1100 i ricercatori esterni (italiani e stranieri) impegnati nelle ricerche ai LNGS
- 15+ esperimenti in diverse fasi di realizzazione
- **Ricercatori dei LNGS:**
  - Fisica delle astroparticelle
  - Fisica nucleare
  - Fisica teorica



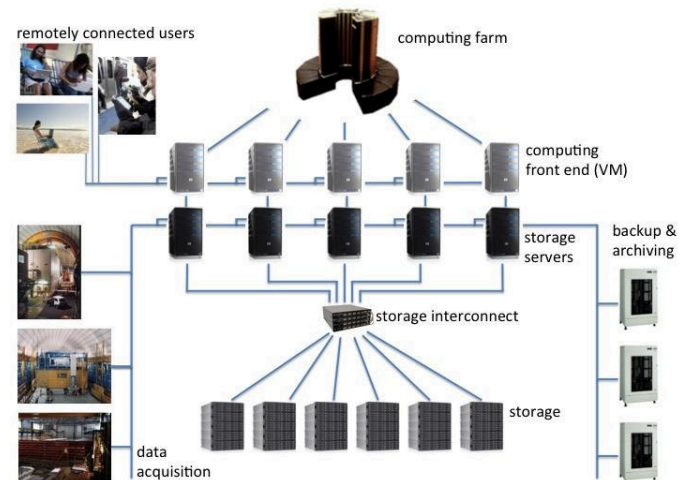
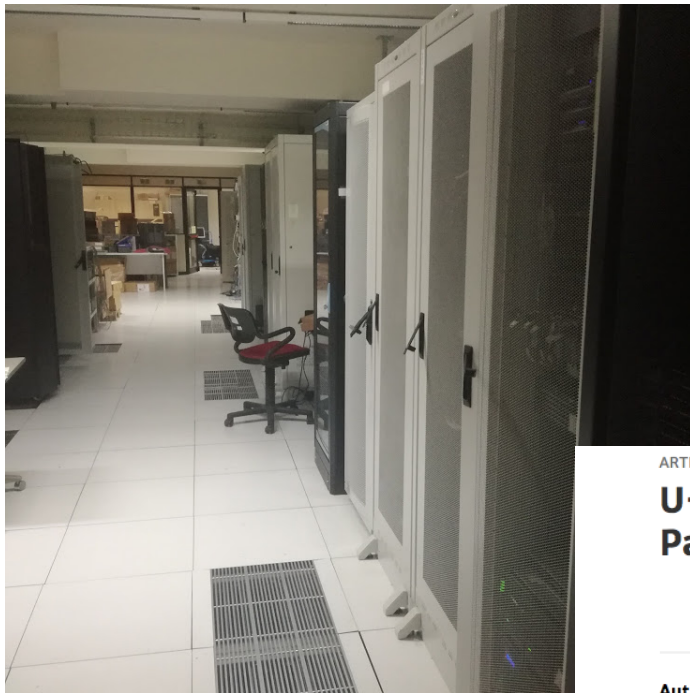
# Servizi della Divisione Ricerca



# Servizio Calcolo e Reti

(responsabile S.Parlati)

- Calcolo scientifico a supporto degli esperimenti e dei progetti
- Sviluppo di sistemi innovativi per il calcolo scientifico



ARTICLE

## U-LITE, a Private Cloud Approach for Particle Physics Computing



**Authors:** [Barbara Demin](#), [Sandra Parlati](#), [Pietro Fedele Spinnato](#),  
 [Stefano Stalio](#) [Authors Info & Affiliations](#)

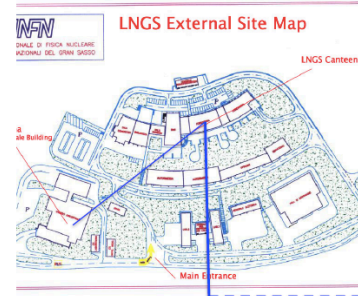
**Publication:** International Journal of Cloud Applications and Computing • January 2019

• <https://doi.org/10.4018/IJCAC.2019010101>

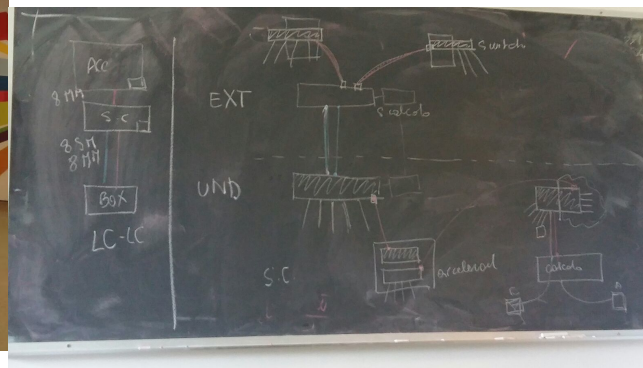
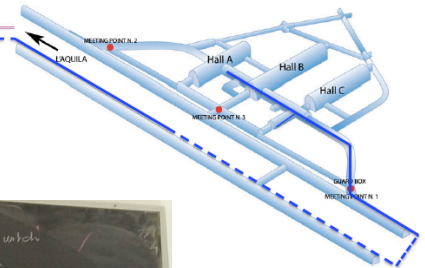
Sandra Parlati - LNGS 12 febbraio 2020

# Servizio Calcolo e Reti

- Progettazione e gestione di infrastrutture di rete e di servizi sul sito sperimentale;
- Grande cura all'affidabilità della rete e dei servizi informatici
- Programmi di formazione e divulgazione in ambito di tecnologie di calcolo



Variazioni possono essere previste: es. estensione di una parte delle fibre verso la sala router ai lab esterni. Oppure derivazione di una parte delle fibre verso la saletta TD ai lab sotterranei.



Sandra Parlati - LNGS 12 febbraio 2020

# Servizio tecniche speciali

(responsabile M.Laubenstein)

- Selezione materiali radiopuri per esperimenti;
- Attualmente 15 rivelatori a germanio ultrapuro (12 INFN, 3 altre istituzioni) in configurazione low level e ultra-low level (materiali per i rivelatori selezionati, schermature speciali);
- Sensibilità raggiunte per masse grandi al livello di una decina di  $\mu\text{Bq}/\text{kg}$  per rame e piombo;
- Sensibilità raggiunte per componenti elettronici al di sotto del  $\mu\text{Bq}/\text{pezzo}$ ;

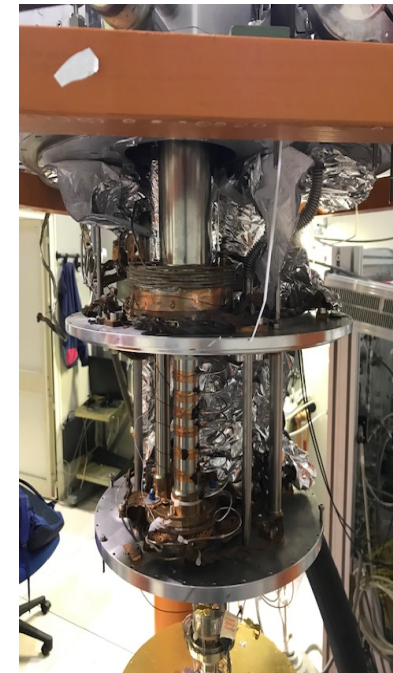
# Servizio tecniche speciali laboratorio Stella



# Servizio Criogenia e Vuoto

(Responsabile: Matthias Junker)

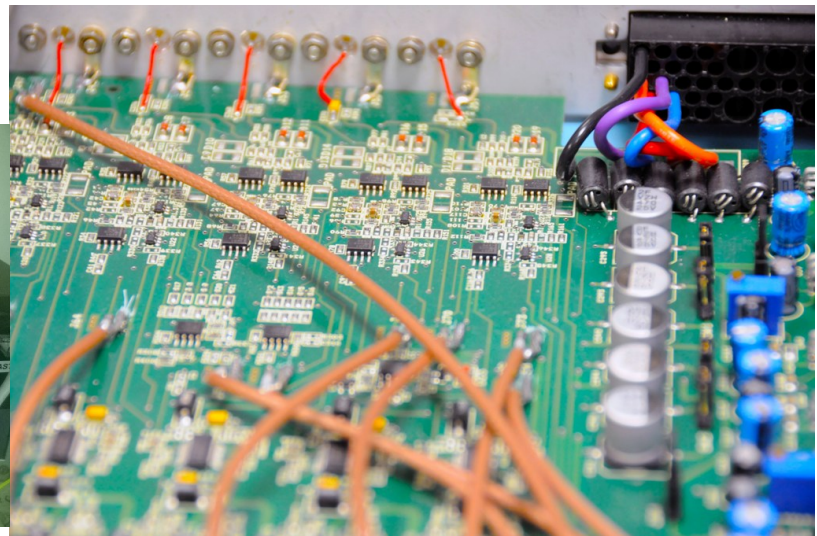
- Fornisce assistenza agli utenti per l'impiego e la manutenzione dei sistemi da vuoto e di refrigeratori a diluizione;
- Collabora alla progettazione di nuovi impianti da vuoto ed criogenici per progetti presso LNGS;
- Cura in outsourcing la conduzione del impianti di liquefazione ad elio operativi presso i Laboratori;
- Esperienza nella conduzione di impianti sperimentali complessi e nella implementazione di progetti scientifici complessi



# Servizio di elettronica

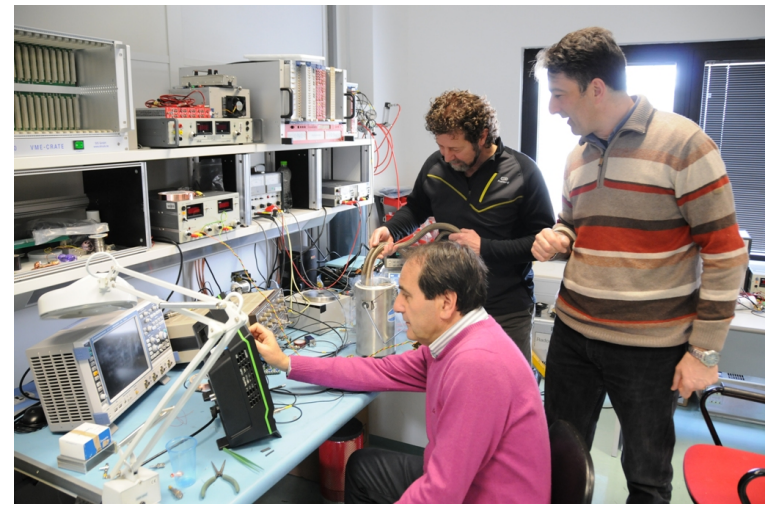
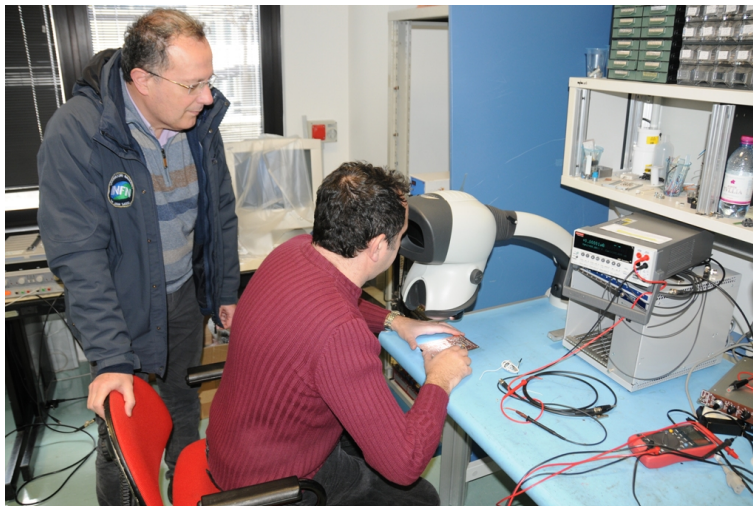
(responsabile N.D'Ambrosio)

- Progettazione e realizzazione di parti elettroniche (front-end, digitalizzazione, studio di rivelatori).
- Progettazione e realizzazione di elettronica utilizzata a temperature criogeniche
- Programmazione di FPGA per il trattamento di segnali di apparati sperimentali



# Servizio di elettronica

- Programmazione di microcontrollori per la gestione di motori passo-passo, sensori, attuatori e segnali digitali ed analogici.
- Pool di strumentazione di elevato livello
- Automazione di parti meccaniche ed elettroniche con PLC
- Progetto di PCB multistrato
- Collaborazione attività di outreach (es. “Telescopio per Raggi Cosmici” ) e formazione di borsisti





# Servizio di chimica e impianti chimici

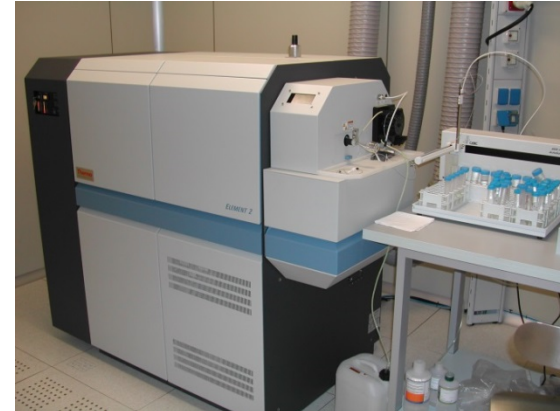
(responsabile M.Balata)

## Misura degli elementi in traccia: spettrometri ICP-MS

Laboratorio a contaminazione controllata ISO6 per trattamento campione e misure in traccia



Spettrometro di massa quadrupolare



Spettrometro di massa ad alta risoluzione

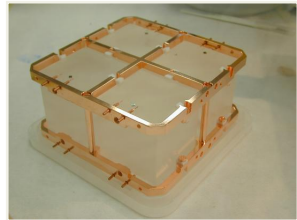
## Misura rapporti isotopici ad alta precisione



- Discriminazione tra valori di rapporti isotopici <math><0.02\%</math>
- Precisione interna della misura >math>>0.005\%</math>

# Selezione di materiali radiopuri di varia natura

- $\approx$  200 campioni/anno
- Centinaia campioni/anno (reagenti acqua ultra pura ect)



Cristalli e reagenti



Metalli e leghe



Materiali compositi



(PCB)

## Potenzialità ICP-MS:

- Misura strumentale rapida (trattamento campione spesso necessario e delicato)
- Sensibilità elevata
- Quantità campione richiesto molto piccola (mg-g)
- Possibilità di distinguere contributo contaminazione di singoli componenti di materiali eterogenei

Sensibilità per rame elettrolitico		
	pg/g	uBq/Kg
Th	0,5	2,0
U	0,2	2,4
Sensibilità in acqua UP		
<sup>226</sup> Ra	0,000002	70
Th	0,005	0,02
U	0,005	0,06

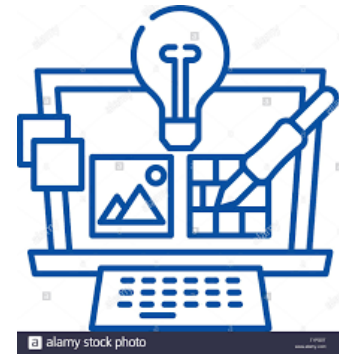
# Altri servizi LNGS a supporto della ricerca

- Divisione tecnica: edilizia, meccanica, impianti elettrici, antincendio e sicurezza, impianti a fluido
- Servizio Alta Formazione e finanziamenti esterni
- Servizio relazioni esterne e informazione scientifica
- Servizio coordinamento tecnico
- Servizio Prevenzione e Protezione
- Servizio Ambiente, Direzione, Amministrazione

# La nostra proposta

- Contattare i gruppi italiani ed europei che già lavorano nel quantum computing e impostare scambi di informazioni/conoscenze/competenze.
- Testare ai LNGS, laboratori sotterranei, componenti di computer quantistici, qubits, per valutare se funzionano meglio, grazie al ridotto background!
- Creare una “facility” sotterranea per ospitare progetti di ricerca sul quantum computing, supportata da infrastrutture e servizi per la criogenia, screening e selezione dei materiali, schermatura,..
- Apprendere linguaggi di programmazione per computer quantistici e partecipare allo sviluppo di algoritmi per applicazioni in ambito scientifico
- Creare contatti e collaborazioni con aziende che operano nel quantum computing
- Avviare ai LNGS un programma di outreach sulle discipline legate al quantum computing (es. computazione quantistica)
- Partecipare insieme alla comunità quantum italiana ed europea a bandi per il finanziamento di ricerche sul quantum computing!

# La nostra proposta



- La proposta nasce dal personale dei LNGS: ricercatori, tecnologi e tecnici dei Servizi!
- L'idea generale e' di voler sviluppare sinergie tra i servizi e i ricercatori dei LNGS per offrire opportunità alla comunità quantum in un sito di per se' speciale come i laboratori sotterranei.
- Sottoponiamo alla comunità quantum italiana ed europea la nostra "manifestazione di interesse".