



Istituto Nazionale di Fisica Nucleare

# Istituto Nazionale di Fisica Nucleare La Sezione di Perugia

Patrizia Cenci

INFN Perugia

Workshop Orientamento

14 aprile 2022

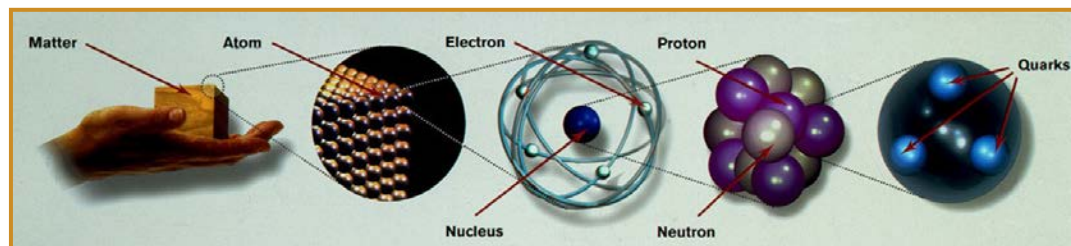
Dipartimento di Fisica e Geologia - Università degli Studi di Perugia

# Introduzione

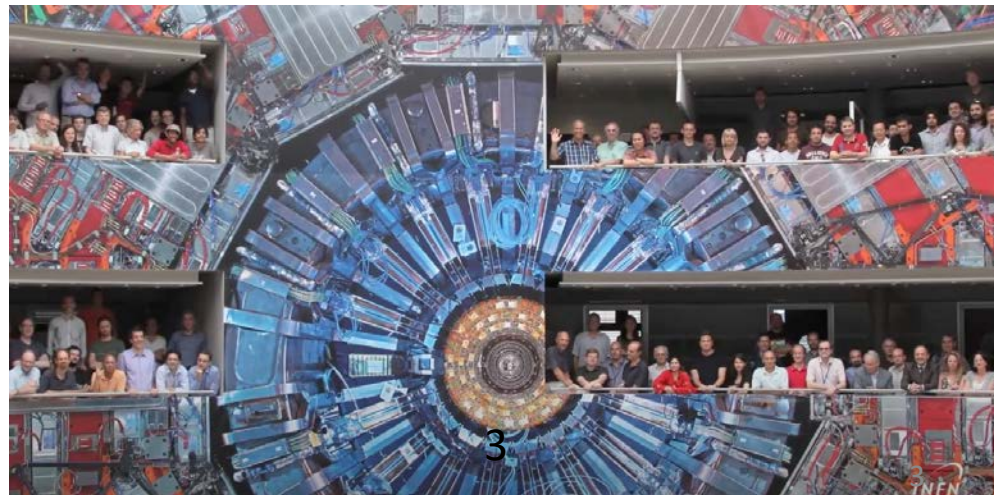
Ogni oggetto nell'Universo è composto dagli stessi costituenti fondamentali:  
particelle elementari di materia

La Fisica delle Particelle studia questi minuscoli costituenti fondamentali e  
come interagiscono per formare l'Universo come lo conosciamo

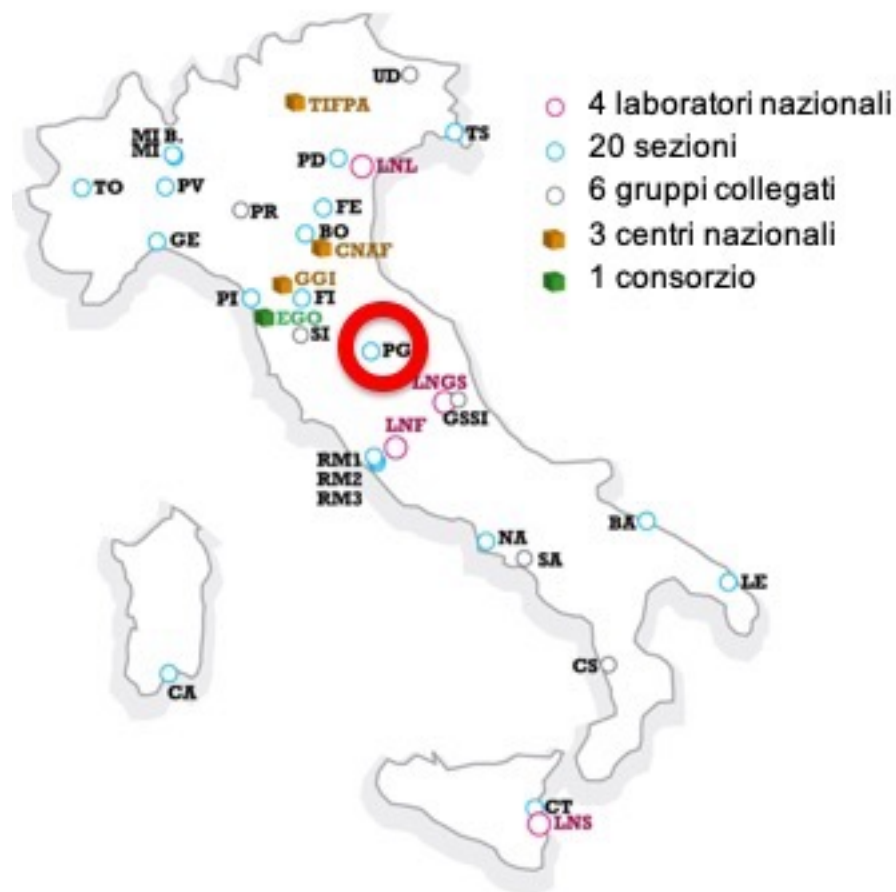
**L'INFN è l'ente pubblico di ricerca dedicato allo studio dei costituenti  
fondamentali della materia e delle leggi che li governano**



- **Istituito nel 1951** (Università di Roma, Padova, Torino e Milano) per proseguire e sviluppare la tradizione scientifica iniziata negli anni '30 con le ricerche teoriche e sperimentali di fisica nucleare di **Enrico Fermi** e della sua scuola  
  
=> **70 ANNI DI ATTIVITA' INFN**
- Negli anni '50 l'INFN progetta e costruisce il **primo acceleratore italiano a Frascati** (primo Laboratorio Nazionale dell'Istituto) e inizia la partecipazione alla ricerca del **CERN**, Centro europeo di ricerche nucleari di Ginevra
- Oggi conta circa 5000 scienziati e scienziate il cui contributo è riconosciuto internazionalmente nei laboratori europei e in numerosi centri di ricerca mondiali



- L'INFN svolge **attività di ricerca, teorica e sperimentale, nei campi della fisica subnucleare, nucleare e astroparticellare**, nel contesto di collaborazioni internazionali, in ambiti di elevata competizione
- Opera in **stretta collaborazione e sinergia con il mondo universitario italiano**, sulla base di consolidati rapporti pluridecennali
- Sviluppa **tecnologie e strumenti di ricerca d'avanguardia**, sia nei propri laboratori sia in collaborazione con il mondo dell'industria, e favorisce l'**innovazione** promuovendo il **trasferimento** al mondo produttivo e alla società **delle proprie conoscenze e tecnologie**
- E' fortemente presente sul territorio nazionale





# Panoramica INFN-PG

- **1981:** nasce il Gruppo Collegato INFN di Perugia
- **1989:** fondata la Sezione INFN di Perugia (prof. Giancarlo Mantovani)
- **Prime attività di ricerca:**
  - fisica sperimentale: esperimenti con acceleratori (CERN a Ginevra, SLAC a Stanford - USA )
  - fisica teorica: studio del nucleo e della struttura adronica, interazioni fondamentali
- **I rapporti con l'Università** sono regolati da Convenzioni Quadro
  - **UniPG:** Dipartimento di Fisica e Geologia e Polo Universitario di Terni (protocollo aggiuntivo)
  - **UniCAM:** Scuola di Scienze e Tecnologie
- **Personale INFN-PG (marzo 2022)**
  - 52 dipendenti (14 d): 15 ricercatori, 4 tecnologi, 6 amministrativi, 9 tecnici, 18 assegnisti e borsisti
  - 135 associati (37 d): ~75% UniPG, ~20% UniCAM, ~5% altri EPR (CNR, INAF, etc)
- **Attività in tutte le aree di ricerca dell'INFN** : 5 Commissioni Scientifiche + Calcolo e Reti
- Numerose attività e progetti su **fondi esterni** (EU-H2020, MUR, MAECI, MISE, ...)
- **Attività di terza missione:** vivace attività di trasferimento tecnologico e divulgazione



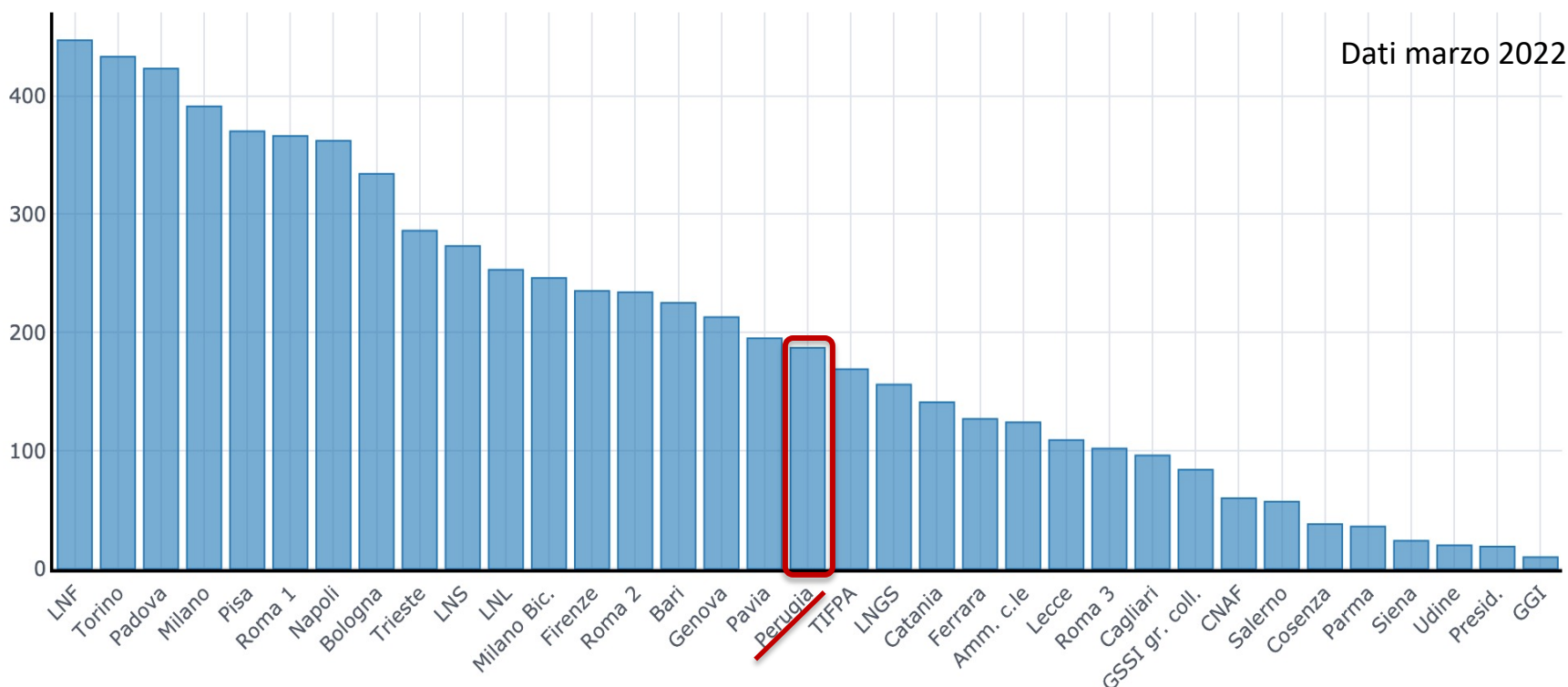
# Le aree di ricerca dell'INFN

- **Fisica delle particelle con acceleratori** (Commissione Scientifica Nazionale 1)
- **Fisica Astroparticellare e onde gravitazionali** (Commissione Scientifica Nazionale 2)
- **Fisica Nucleare** (Commissione Scientifica Nazionale 3)
- **Fisica Teorica** (Commissione Scientifica Nazionale 4)
- **Settore dell'alta tecnologia** (Commissione Scientifica Nazionale 5): ricerca e sviluppo di tecnologie innovative e loro applicazioni in ambiti diversi
- **Calcolo Scientifico** (Big Data e Intelligenza Artificiale)

L'attività di ricerca della Sezione INFN di Perugia  
abbraccia tutte queste aree di ricerca

# Personale sedi INFN

## Dipendenti e Associati per sede Tutte le sedi



### Dati marzo 2022 Sezione INFN di Perugia:

Elaborazione di Rosario Esposito, interfaccia web di Luca Lista, INFN Sezione di Napoli. Dati: Godiva.

Dipendenti 52 (50 Tempo Indeterminato + 2 Tempo Determinato, 14 donne)

Assegnisti/borsisti: 18 (3 donne), Associati: 135 (37 donne)

- **Servizi della Sezione:**
  - Servizio di Amministrazione (3 unità)
  - Servizio di Direzione e del Personale (3 unità)
  - Servizio Calcolo e Reti (2 unità)
  - Servizio di Prevenzione e Protezione (3 unità)
  - Servizio Tecnico Generale (4 unità)
- **Servizi della Sezione in comune con UniPG (Dipartimento Fis&Geo) e CNR:**  
condivisione di spazi, strumentazione e personale, ottimizzando le risorse disponibili per tutte le attività di ricerca
  - Servizio Unico di Elettronica (2 unità INFN, 1 Univ.)
  - Servizio Unico di Officina Meccanica (1 unità INFN, 3 Univ., 1 CNR-IOM)



- **Due laboratori INFN di interesse generale:**
  - **Clean Room:** a Perugia, presso il Dipartimento di Fisica e Geologia di UniPG
    - due settori indipendenti (50 mq ciascuno) in classe 10000 (ISO07) con controllo di temperatura, umidità, filtrazione aria; utilizzata da molti gruppi, anche esterni, per test e assemblaggio di rivelatori (semiconduttore) ed elettronica
  - **Laboratorio SERMS** (Studio degli Effetti della Radiazione sui Materiali dello Spazio), presso il Polo Universitario di Terni (Dipartimento di Ingegneria dei Materiali - UniPG)
    - Collaborazione tra INFN, UniPG e SERMS s.r.l. per lo sviluppo di strumentazione scientifica avanzata per applicazioni spaziali (test in condizioni estreme)
    - attrezzato con strumentazione finanziata dall'INFN, include due clean room.
  - **Sei laboratori** dedicati a diverse attività di ricerca (Virgo, CMS, NA62, R&D Rivelatori ed Elettronica per applicazioni in vari ambiti), **due sale calcolo** , tutti situati presso il Dipartimento Fis&Geo a Perugia

# Aree di ricerca INFN-PG

**Le attività di ricerca della Sezione INFN di Perugia fanno riferimento a tutte le Commissioni Scientifiche Nazionali e alla Commissione Calcolo e Reti dell'INFN**

- **CSN1:** esperimenti ai grandi acceleratori ed esperimenti di fisica del sapore, al CERN e altrove, con importanti responsabilità sia nella realizzazione di rivelatori di punta che nelle analisi fisiche, previsto un notevole impegno di risorse nei prossimi anni
- **CSN2:** esperimenti e responsabilità importanti nel settore astro-particellare e delle onde gravitazionali con rilevanti prospettive nelle misure multi-messenger e negli esperimenti di nuova generazione per la misura delle onde gravitazionali
- **CSN3:** esperimenti di fisica nucleare di base e applicata, interessanti correlazioni con la fisica astro-particellare
- **CSN4:** iniziative di ricerca in diversi settori di notevole interesse, interazioni fruttuose con i gruppi sperimentali della Sezione.
- **CSN5:** attività di punta della sezione nel settore della ricerca e sviluppo di rivelatori di particelle e della elettronica associata con applicazioni rilevanti in ambito medico e nel settore delle tecnologie quantistiche
- **Commissione Calcolo e Reti:** attività nei settori del Big Data e dell' Intelligenza Artificiale

# CSN1: fisica delle particelle

**CSN1:** studio delle interazioni dei costituenti fondamentali della materia con esperimenti agli acceleratori di particelle.

**Linea di ricerca presente sin dall'inizio delle attività della Sezione:** consolidata esperienza nella progettazione e costruzione di rivelatori innovativi e nella elaborazione dei dati sperimentali

## Attività di ricerca a Perugia:

- esperimenti ad acceleratori al CERN (Ginevra), a SuperKEKB (Giappone) e a BEBPC II (Cina)
- **Futuro:** attività intensa per il miglioramento dei rivelatori in vista di HL-LHC (CERN): nuova sfida dal punto di vista tecnologico a medio e lungo termine

### CERN (CH)

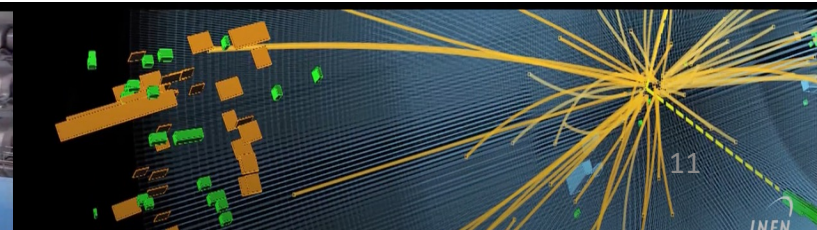
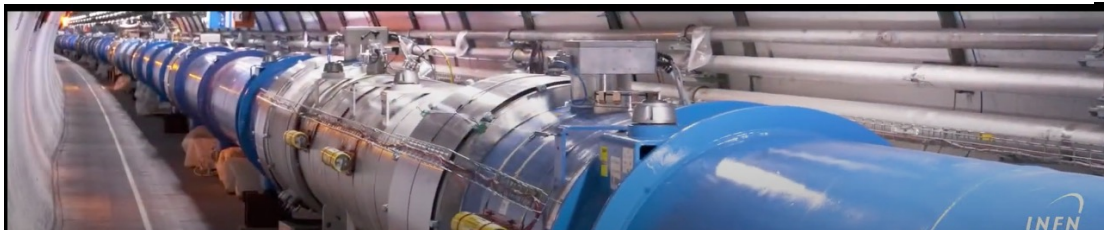
CMS, LHCb @ LHC  
MUonE, NA62 @ SPS  
Fase2\_CMS e LHCb @  
HL-LHC

### SuperKEKB (JP)

Belle2

### BEPC II (CN)

BES III



# CSN2: fisica astro-particellare

**CSN2:** ricerca nel campo delle astro-particelle e della fisica fondamentale. Quattro settori di indagine:

Fisica del  
Neutrino

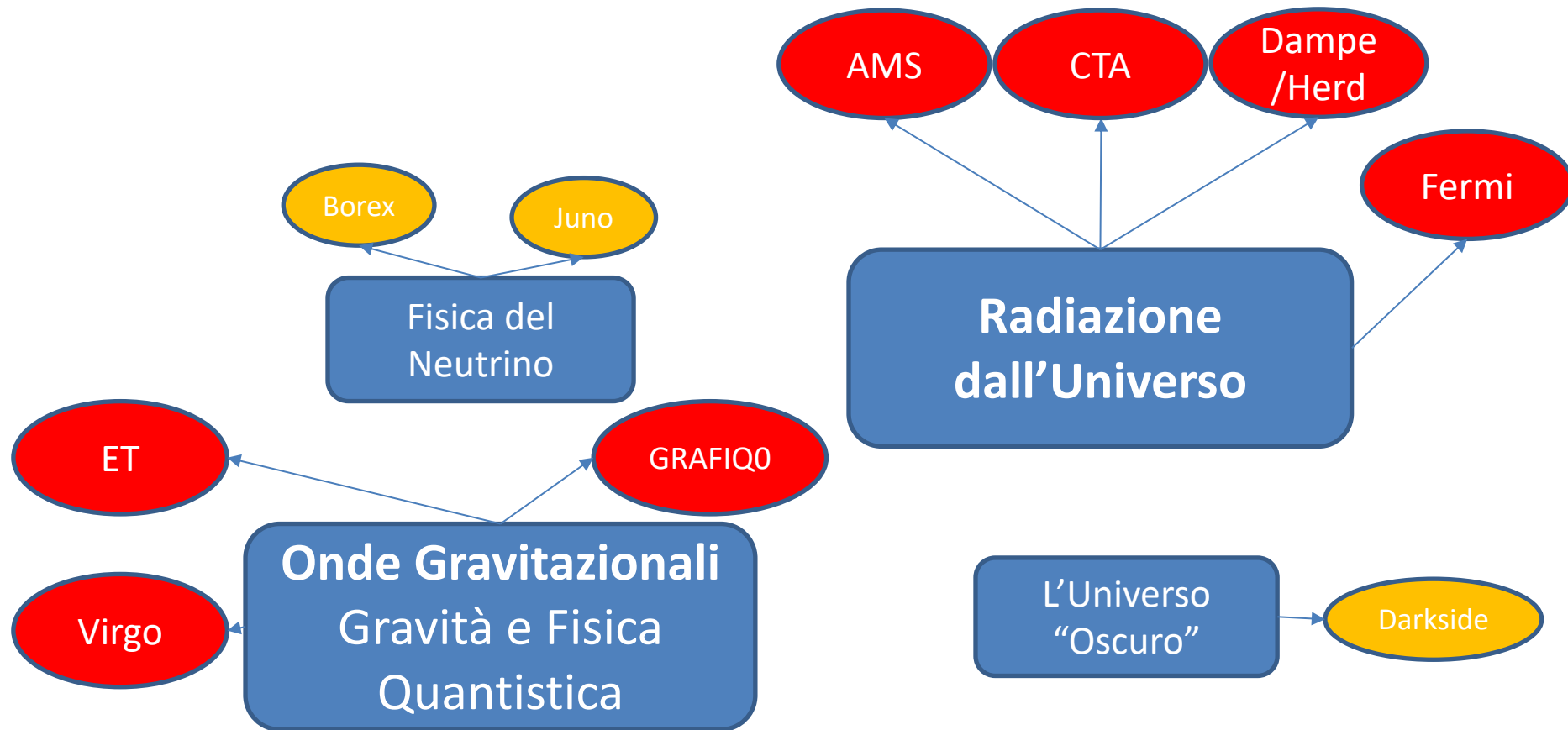
Radiazione  
dall'Universo

Onde Gravitazionali  
Gravità e Fisica  
Quantistica

l'Universo  
"Oscuro"

# CSN2: fisica astro-particellare

Ruolo rilevante della Sezione in due settori:

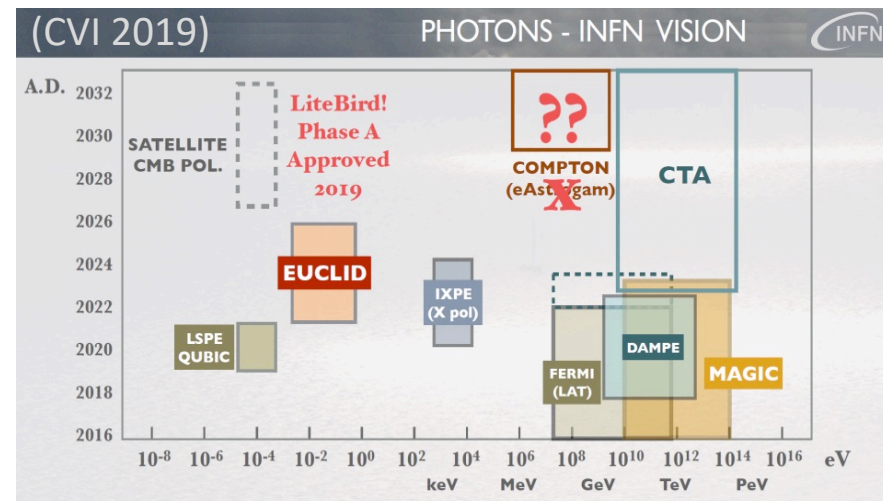


=> **Astronomia multi-messaggera a PG**: fotoni e raggi cosmici + onde gravitazionali

# Futuro della CSN2 a Perugia

## Ruolo primario di Perugia nei progetti futuri della CSN2:

- **CTA + Herd** (successore di Dampe-AMS)
- **ET Telescope: osservatorio di onde gravitazionali di terza generazione**
  - Collaborazione pan-Europea, competizione Italia-Olanda per il sito che ospiterà il nuovo osservatorio
  - A Perugia c'è il coordinamento nazionale e internazionale di ET (M. Punturo)
  - Progetto ETIC (PNRR Infrastrutture di Ricerca), collaborazione INFN-UniPG (e altre istituzioni italiane)
    - laboratorio CAOS proposto da UniPG: sviluppo sospensioni criogeniche, applicazioni anche nel settore geofisico





# CSN3: struttura e dinamica della materia nucleare

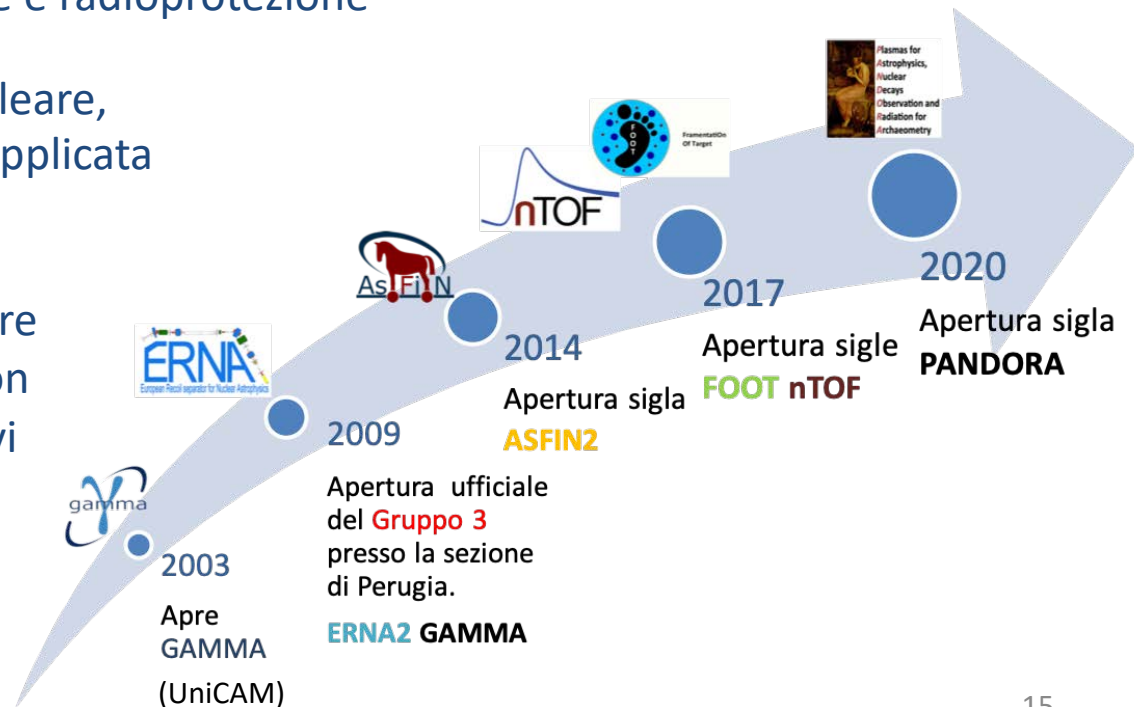
**CSN3:** istituita a Perugia nel 2009

**Origini:** calcoli teorici in esperimenti di astrofisica nucleare (nucleosintesi stellare)

**Evoluzione:** progressiva crescita dell'attività sperimentale di misura e di sviluppo di rivelatori per spettroscopia nucleare e radioprotezione

**Oggi:** esperimenti di astrofisica nucleare, struttura nucleare, fisica nucleare applicata (settore medico)

**Futuro:** misure di astrofisica nucleare e spettroscopia dei nuclei esotici con sorgenti di nuclei instabili radioattivi  
=> complemento importante nel campo della astronomia multi-messaggera



# CSN4: fisica teorica

Linee di ricerca e progetti della CSN4 a Perugia (ex Iniziative Specifiche)

## **Teorie di gauge e dei campi**

GAST (G. Grignani)  
*(Gauge and String Theories)*

## **Fisica Nucleare e Adronica**

NINPHA (S. Scopetta)  
*(National Initiative for Nuclear  
and Hadronic Physics)*

## **Metodi Matematici**

QUANTUM (S. Mancini)  
*(Quantum Information and  
Quantum Technologies)*

## **Fisica Statistica e**

## **teoria di campo applicata**

LINCOLN (S. Pilati)  
*(Learning Complex Networks)*

Ulteriore settore di studio: Fenomenologia delle interazioni fondamentali (O. Panella, Esp. ENP)

=> forte sinergia con i gruppi sperimentali: onde gravitazionali e astronomia multi-messaggera, fisica delle particelle elementari e delle interazioni fondamentali agli acceleratori

# CSN5: alta tecnologia

**CSN5 dell'INFN:** coordina le ricerche tecnologiche e lo sviluppo di nuove applicazioni, promuove l'utilizzo di strumenti, metodi e tecnologie della fisica fondamentale in altri settori. Quattro settori principali di indagine:

Rivelatori di particelle

Applicazioni  
interdisciplinari della  
tecnologia INFN

Elettronica e software

Acceleratori di  
particelle

# CSN5: ricerca tecnologica e applicata INFN-PG

## **Interdisciplinare**

- **Quantum Tecnology e Computing (UniCAM)**
- **Applicazioni in ambito medico:**
  - sensori 3D al diamante per dosimetria su fasci per uso radioterapeutico; dosimetria in tempo reale per radiologia interventistica; chirurgia radioguidata con elettroni (beta-)
  - studio correlazioni agenti inquinanti – dati epidemiologici e diffusione Covid-19

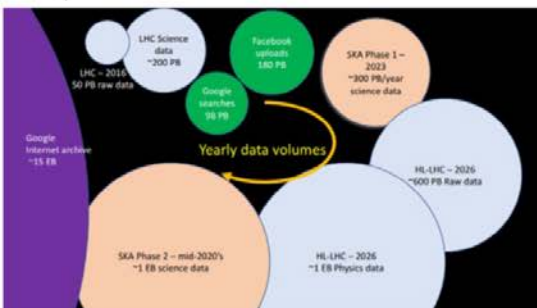
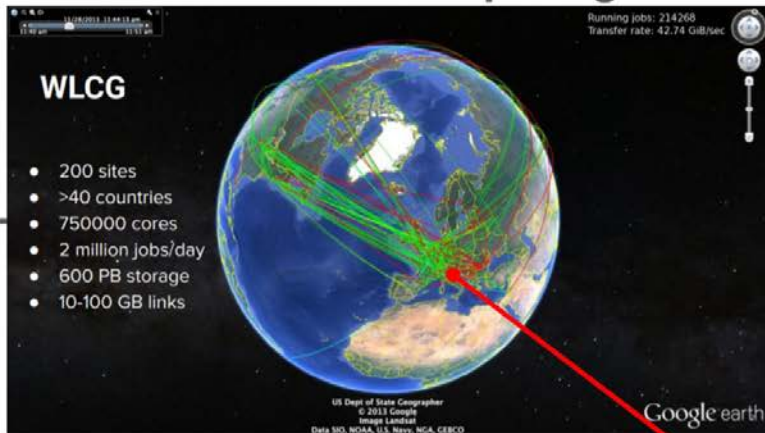
## **Ricerca e sviluppo di rivelatori di particelle, elettronica, software**

- rivelatori di Silicio Amorfo in tecnologia 3D per uso in ambienti con alta radiazione di fondo (HL-LHC o monitor di fasci di particelle in generale)
- elettronica: transistori ad effetto campo con capacità negative per applicazioni innovative in esperimenti di fisica delle alte energie (Grant CSN5 giovani)
- calcolo avanzato: applicazioni e sviluppi

# Calcolo Scientifico INFN

Nasce dalla spinta di creare sistemi efficienti di analisi dei *big data* richiesti dagli esperimenti di LHC e dalle esigenze crescenti degli esperimenti di nuova generazione => calcolo distribuito => WWLCG

## World-Wide LHC Computing Grid



Italian Contribution about  
10%



# Calcolo Scientifico INFN-PG

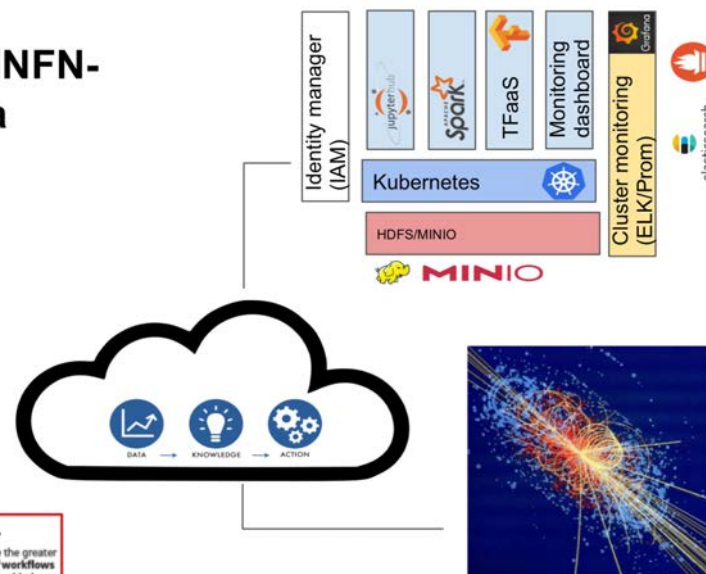
Perugia è un nodo GRID dal 2003  
sorto per analizzare dati di CMS

Disponibili oltre 200 CPU per il  
calcolo parallelo e distribuito e  
oltre 50 TB di spazio disco

## Big Data at INFN-Perugia

Development of **Cloud Computing platforms and applications** for Big Data processing supporting

- Scientific Computing
- Non-physics communities



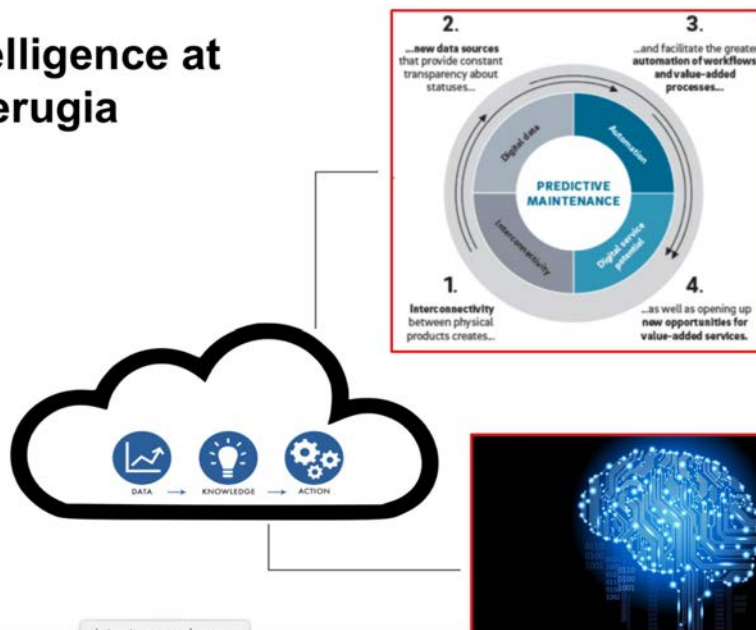
## Artificial Intelligence at INFN-Perugia

Development of **Machine Learning techniques** for Operational Intelligence applied to systems and services

- enabling the smart automation

Management and development of technologies to support **Internet of Things**

- From sensors to predictive maintenance of services



INFN-PG ricopre un ruolo  
rilevante sul piano nazionale  
e internazionale in due  
settori: **Big data** e  
**Intelligenza Artificiale**



# Conclusioni

- La Sezione INFN di Perugia è vitale e dinamica
  - Attività di ricerca, sia sperimentale che teorica, ampia e diversificata
  - Notevole attività di sviluppo tecnologico, applicativo e interdisciplinare
  - Capacità di attrarre e gestire fondi esterni (Progetti EU, fondi MUR, MAECI, MISE)
  - Interessanti prospettive per la ricerca dei prossimi anni a breve, medio e lungo termine
- Alla base del successo dell'attività di ricerca di ambito INFN è **la stretta collaborazione tra INFN e Università**, una importante sinergia basata sull'ottimizzazione delle risorse disponibili che vengono messe in comune
- In questo schema, la formazione degli studenti e dei giovani ricercatori riveste un ruolo fondamentale e costituisce una delle missioni dell'INFN, grazie alla possibilità di proporre percorsi di elevata specializzazione spendibili nella ricerca di base e in molti settori professionali
- Ogni anno partecipano all'attività dell'INFN un migliaio tra laureandi, dottorandi e borsisti e molti laureati in fisica hanno svolto la propria tesi in ambito INFN
- Disponibile a Perugia un'ampia scelta di attività per gli studenti interessati