

CSN 5

Ricerca tecnologica e interdisciplinare



V. Bonvicini INFN - Trieste

Giornate di Studio sul Piano Triennale INFN, Bari, 8-9 Novembre 2019





Outline

- CSN5: compiti istituzionali
- CSN5: riorganizzazione, quadro generale e attivita'
- I Grant per giovani ricercatori/ricercatrici
- Le Call: una prima valutazione del loro impatto
- La CSN5 e il TT
- Sguardo al futuro: strategie e criticita'
- Conclusioni





CSN 5

- Missione: coordinare e finanziare:
 - l'R&D tecnologico per le attivita' sperimentali "core" dell'Ente.
 - Le applicazioni interdisciplinari delle tecnologie, strumenti e metodi sviluppati per la fisica fondamentale ad altri settori.
 - Coordinamento di ricercatori appartenenti a diverse aree scientifiche, contribuendo a rafforzare i rapporti tra l'INFN con l'Universita' e gli altri Enti Pubblici di Ricerca (CNR, IIT, ASI, INAF, INGV, INRIM).
- Aree scientifiche:
 - Acceleratori di particelle e tecnologie associate
 - Rivelatori di particelle
 - Elettronica e Software
 - Applicazioni interdisciplinari
 - Fisica medica
 - Fisica ambientale
 - Beni culturali
- **Budget:** ~ 5.2 M€





CSN5: quadro generale -1

- Processo di riorganizzazione avviato da diversi anni e ormai entrato a regime
 - Razionalizzazione delle attivita', riduzione del numero delle sigle
 - Allocare risorse significative a un numero minore di progetti, aumentando il loro potenziale di impatto
 - Introduzione delle "Call for proposals"
 - Progetti di grande taglia, budget O(1 M€) in 3 anni
 - Favorire l'aggregazione della comunita' scientifica su temi di punta e strategici, nonche' l'eccellenza dei progetti
 - Fornire alla CSN5 uno strumento efficace di politica scientifica
 - Introduzione dei "Grant per giovani ricercatori/ ricercatrici"
 - Sostenere il lavoro di eccellenza di giovani ricercatori/ricercatrici nell'ambito delle line di R&D tecnologico proprie dell'Ente
 - Incoraggiare l'autonomia scientifica dei giovani ricercatori/ricercatrici
 - Permettere ai giovani di acquisire esperienza di scrittura/gestione/conduzione di un progetto per future applicazioni ad altri bandi (ERC, SIR, MC, ...)





CSN5: quadro generale - 2

Publications:

Total: 389

ISI: 354 (91%)

<I.F.>: 2.68

<Pub./Exp.>: 5

Milestones:

56 Esp. standard, 8 Call, 12 Grant

Number of milestones: 258 (3.4/Exper.)

Completion: 80.8% (was 78.7% in 2017),

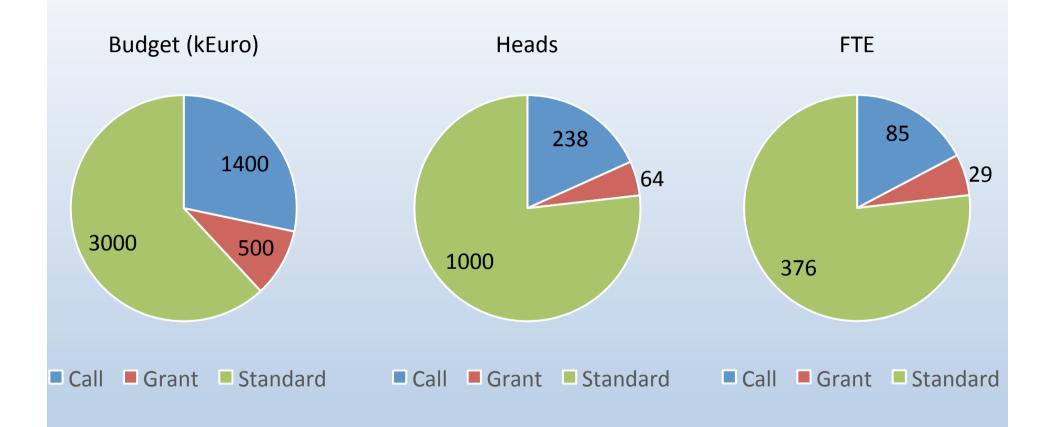
Heads & FTE:

1302 Heads 489 FTE





Calls and Grants 2018

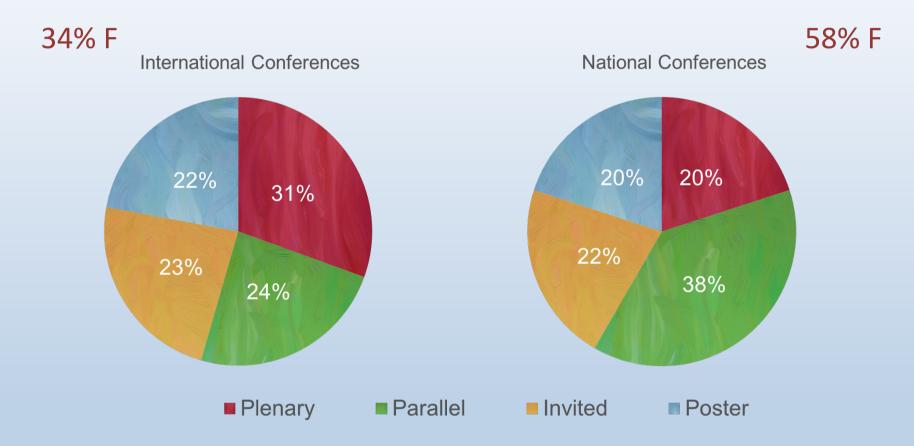


In 2018: 8 Calls (2 in prolungamento, a budget quasi nullo), 12 Grants



Talks 2018





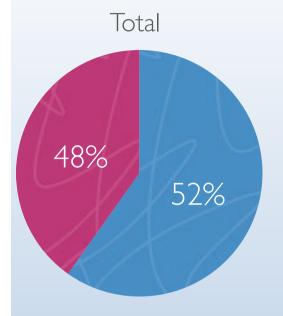
• 380 (334) International + 63 (63) National = 443 (397)

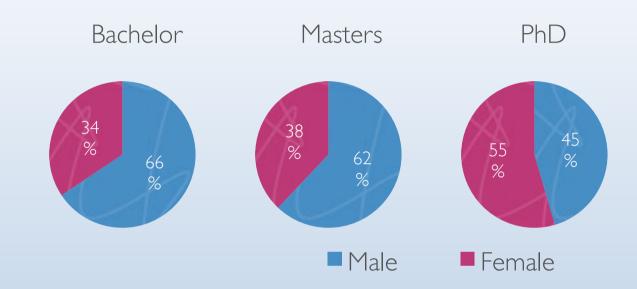
(2017 data in parenthesis)





THESES 2018





	Bachelor	Master	Old Master	PhD	Total
Total	32	56	2	22	112





Grant giovani - 1

- Primi grant erogati nel 2014
 - Primo anno: 3 grant, 2 finanziati dalla CSN5 e 1 dalla Giunta Esecutiva
 - Dall'anno successivo: 6 grants (3 finanziati dalla CSN5, altri 3 dalle CC.SS.NN. 1, 2 e 3)
 - Erogati finora 33 grant, selezione del 2019 in corso, assegnazione 2-3 dicembre 2019 durante la riunione dedicata della CSN5
- Durata: biennale
- Candidati: giovani non strutturati con PhD conseguito da ≤
 8 anni dalla data del bando
- Finanziamento annuo: 30 k€ (borsa) + fino a 75 k€ (budget di ricerca)
- Progetti vincitori inquadrati come sigle di esperimento della CSN5





Grant giovani- 2

- Meccanismo di selezione: concorso a due fasi
 - Preselezione a cura di una commissione formata da cinque revisori esterni alla CSN5, scelti dalla Giunta Esecutiva e dal Presidente della CSN5
 - Presentazione dei progetti preselezionati innanzi alla CSN5 riunita in seduta plenaria, cui segue una valutazione finale operata da una commissione giudicatrice (Presidente della CSN5, quattro componenti della CSN5 e un componente esterno nominato dalla GE).





Grant giovani - 3

- Il meccanismo competitivo assicura un'elevata qualita' media dei progetti
- Highlights:
 - 1 SIR, 1 POR/FESR, 1 Marie Curie Fellowship, 2 Bandi giovani Min. Salute, 1 Call europea EMPIR,
 - 4 vincitori di grant tra i vincitori del concorso a 58 posti per ricercatori sperimentali (n. 18221/2016)
 - 3 vincitori di grant tra i vincitori del concorso a 9 posti per ricercatori di Gr. 5 (n. 20011/2018)
 - Ottenuti finora ~ 1.3 M€





RSD

- Resistive AC-coupled silicon Detectors
 - Grant for young researchers started in 2018
 - PI: Marco Mandurrino (INFN TO)



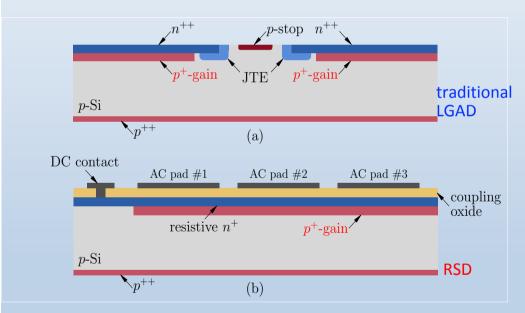
 Objective: development of fast silicon detectors with 100% fill-factor for 4D particle tracking (devices fabricated at FBK – Trento)



RSD project



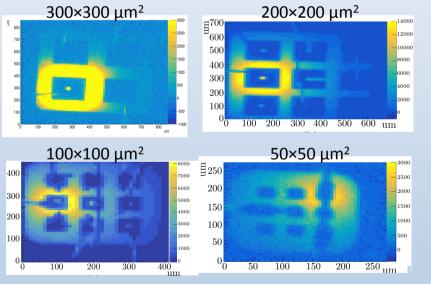
Silicon detectors based on the **internal multiplication** (LGAD technology) and without any segmentation: **100% fill-factor** through the **Resistive AC-Coupled** readout principle.



Spatial segmentation:

in the first batch **RSD1** we achieved the realization of sensor modules with pitch down to $50\times50 \ \mu m^2$

2D maps of charges with a TCT IR laser



M. Mandurrino et al., IEEE Electron Device Lett. (2019), DOI: 10.1109/LED.2019.2943242

RSD are LGAD-based devices with:

- 1. Unsegmented gain layer \Rightarrow 100% fill factor, segmentation obtained at the level of the AC metal pads
- 2. N-type resistive implant beneath the coupling to:
 - A. Induce the signal on the AC metal pads
 - 11/9/2019

 V. Bonvicini Piano Triennale INFN Bari
 B. Control the discharge of the multiplied charge via the RC constant of the equivalent circuit

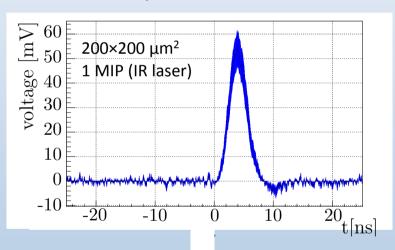


RSD project



Timing:

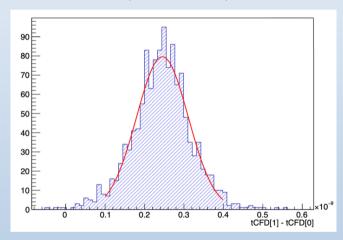
Bipolar signals have an **LGAD-like first dominant lobe** (due to the *coupling* with the AC pad) and a **second undershoot** (due to the *discharge* process along the resistive sheet)



risetime: 500 ps - 1 ns

Preliminary **time resolution** tests carried out at CERN on a $300\times300~\mu m^2$ **RSD1** sensor – **not fully optimized for timing** – at 20 °C and 400 V

⁹⁰Sr β-source setup



 σ = 46 ps

M. Mandurrino et al., IEEE Electron Device Lett. (2019), DOI: 10.1109/LED.2019.2943242

RSD



- Extremely promising results
 - Best results worldwide (for what is known in literature) of devices fabricated with this technology
 - Results presented in June 2019 at the RD50 meeting ⇒ large international interest
 - Requests from CERN, Santa Cruz and Zurich to take part in the characterization of the RSD fabricated with this technology





Valutazione dell'impatto delle Call-1

- Prime Call partite nel 2014
- La CSN5 ha avviato una valutazione dell'efficacia e dell'impatto scientifico del metodo
 - Valutazione estremamente positiva sui risultati delle prime
 5 Call che hanno concluso la loro attivita' in CSN5
 (CALOCUBE, CHIPIX65, MAGIX, AXIOMA, COSINUS)
 - In termini di produttivita' scientifica
 - In termini di impatto del progetto (aumento del ruolo della comunità INFN nell'ambito di progetti/collaborazioni internazionali, evoluzione dell'R&D verso esperimenti full-scale nelle CSN1/2/3, ecc.)
 - Rapporto sullo stato delle Call inviato al CVI e al management

Valutazione dell'impatto delle Call- 2 CSN5 **MAGIX**

5 coils hybrid

- Sviluppo di magneti e materiali superconduttori per futuri acceleratori (HL-LHC, ma non solo)
- Output scientifico in breve:
 - 18 papers on international journals
 - 7 presentazioni a conferenze internazionali
 - 3 tesi specialistiche





Valutazione dell'impatto delle Call- 2 MAGIX

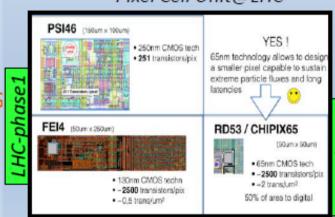
- Risultati principali
 - Sviluppo dei prototipi dei magneti correttori "Higher Order" (HO) per HL-LHC (5 diversi disegni) su design superferrico.
 - Progetto, realizzazione e test di un magnete innovativo (RCSM, Round Coil Superferric Magnet, realizzato al LASA) con un coil in MgB₂
 - Progetto del dipolo di separazione (D2) per HL-LHC
- Partecipazione di un'industria italiana (SAES-RIAL vacuum) alla costruzione degli ultimi due correttori HO, conseguente qualifica dell'industria nella tecnologia dei superconduttori
 - I risultati ottenuti sui prototipi hanno permesso nel 2019 il lancio della produzione della serie di 54 magneti correttori HO per HL-LHC, consegni

Valutazione dell'impatto delle Call- 4 CSN5

- Sviluppo di un CHIP innovativo per rivelatori a PIXel,
 utilizzando per la prima volta nella comunita' HEP una
 tecnologia CMOS 65 nm (obiettivo LHC fase II)
- 44 participanti (50% progettisti di ASIC), forte supporto da CMS and ATLAS

• Sforzo condiviso a livello internazionale all'interno di RD53

- Output scientifico in breve:
 - 43 talks at International conferences
 - 2 BS, 5 MS, 3 PhD theses
 - 40 papers on International journals



CSN5

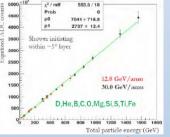
Valutazione dell'impatto delle Call- 5 CSN5

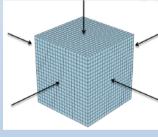
- CHIPIX65 ha introdotto nell'INFN l'uso della tecnologia CMOS 65 nm e la sua applicazione ad un ASIC di readout per i pixel di LHC fase II, progettando, realizzando e testando con successo un dimostratore.
- CHIPIX65 ha permesso all'INFN di avere un ruolo chiave all'interno di RD53: 50% di tutti i design blocks (IP) del prototipo "large scale" RD53A (area 2cm², 400x192 pixel), 40% del design team di RD53A, team leader.
- Il prototipo RD53A e' stato estesamente caratterizzato dimostrando una radiation hardness fino almeno a 500 Mrad, ed e' stato usato da ATLAS e CMS nel 2018 e 2019 nell'ambito della prototyping phase per HL-LHC.
- I risultati ottenuti nell'R&D CHIPIX 65 evolveranno verso il design dei chip finali per ATLAS e CMS.

Valutazione dell'impatto delle Call- 6 CSN5

- Sviluppo di calorimetria omogenea ad alta accettanza per esperimenti di raggi cosmici nello spazio.
- Prima dimostrazione reale della fattibilita' di realizzare un calorimetro omogeneo e isotropo a larga accettanza per misura diretta di raggi cosmici nello spazio.
- Costruito un prototipo su larga scala (~ cristalli di 700 CsI(Tl), 35 X_0 , 1.6 λ_1), estensivamente studiato con simulazioni e test su fascio
 - Dimostrata una risoluzione energetica 1-2% per particelle e.m.
 - Range dinamico 10⁷ MIP
- Output scientifico in breve:
 - 29 talks at conferences/workshops
 - 7 MS, 7 BS, 2 PhD theses

8 papers on International journals (+ 2 summary papers in preparazione)

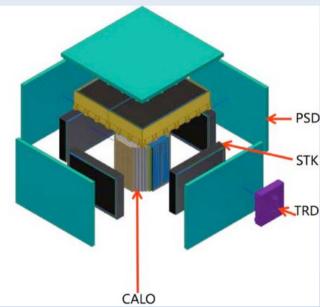




Valutazione dell'impatto delle Call- 7 CSN5



- La missione HERD ha adottatto il concetto di CALOCUBE
 - Esperimento previsto sulla stazione spaziale cinese ~ 2028, 4 tons, grande area
 - Misura diretta al "ginocchio" (PeV)
 di raggi cosmici carichi
 - Misura di elettroni e positroni a 10 TeV
 - Misura di γ al di sopra di qualche GeV
- Sigla HERD_DMP in CSN2

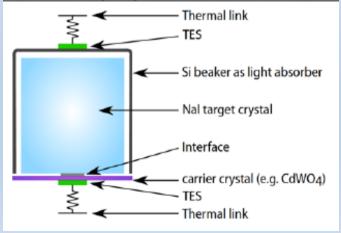


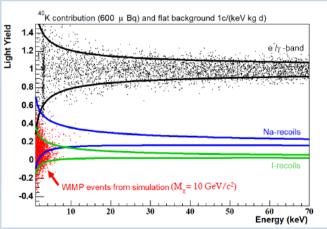


Valutazione dell'impatto delle Call- 8 CSN5 COSINUS

- Calorimetro scintillante basato su cristalli di Nal operati a ~ mK (cross-check dei risultati di DAMA/ LIBRA) (Call tematica sulla DM)
- Output scientifico in breve:
 - 19 presentazioni a conferenze internazionali

6 papers on International journals





Valutazione dell'impatto delle Call- 9 CSN5

COSINUS



- Risultati principali
 - Soglia del segnale fononico 5 keV
 - Risoluzione del rivelatore di luce 15 eV
 - 13% dell'energia depositata rivelata nel canale di luce
 - Eccellente radiopurezza dei cristalli (~ DAMA/LIBRA)
 - → piena dimostrazione della fattibilita' del metodo
- Nel 2018 il PI di COSINUS (K. Schaeffner) ha ricevuto un grant dal Max Planck Institute for Physics (Munich, Germany) di 3.14 M€ per la realizzazione dell'esperimento COSINUS-1π a LNGS.
- Il CDR dell'esperimento e' stato sottomesso al CS di LNGS (aprile 2019) e la CSN2 ha approvato quest'anno l'esperimento con la sigla COSINUS_CSN2.
- Collaborazione attuale: INFN-LNGS, INFN-RM1, UniAQ, MPI (Germania), Institute for High Energy Physics Austrian Academy of Sciences e Technical University of Vienna (Austria), SICCAS (Cina), Helsinki Institute for Physics (Finlandia)

INFN Valutazione dell'impatto delle Call- 10 CSN5

AXIOMA



Interazione degli assioni cosmologici con lo spin degli

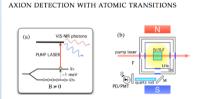
elettroni in sistemi particolari:

Cristalli dopati con ossidi o fluoruri

Cristalli semiconduttori

Cristalli di Terre Rare (dopati e non)

Output scientifico in breve:





- axion-induced transitions take place between Zeeman-split ground state levels in rare-earth doped materials
- transitions involve electrons in the 4f shell (as if they were free atoms...)
- ▶ a tunable laser pumps the excited atoms to a fluorescent level
- rystal immersed in LHe and superfluid He
- 11 papers on international journal (+ 1 submitted)
- 13 presentazioni a conferenze internazionali
- 2 tesi triennali, 3 tesi specialistiche, 3 PhD

INFN Valutazione dell'impatto delle Call- 10 CSN5

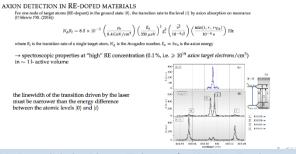




- Creazione di uno stato di Quantum Macroscopic Coherence su un sistema di > 10¹³ atomi "phase locked" nello stato eccitato ⇒ emissione di Super-Fluorescenza. Risultato che potrebbe portare a nuovi rivelatori per fenomeni a bassissima sezione d'urto oggi non accessibili alle tecniche attuali.
- Vittoria di un grant ATTRACT sulle tecniche di emissione stimolata dalla radiazione incidente studiate in AXIOMA
- Progetto DEMIURGOS in CSN5 sull'uso di cristalli di Terre Rare drogati
- Realizzata una sorgente a raggi X con una nuova tecnologia, presentata al TT per esplorare eventuale interesse industriale

 Preparazione di un progetto ERC sul fenomeno della Superradianza ottenuto con cristalli di Terre Rare per sfruttare questo fenomeno quantistico macroscopico in

Fisica delle Particelle.







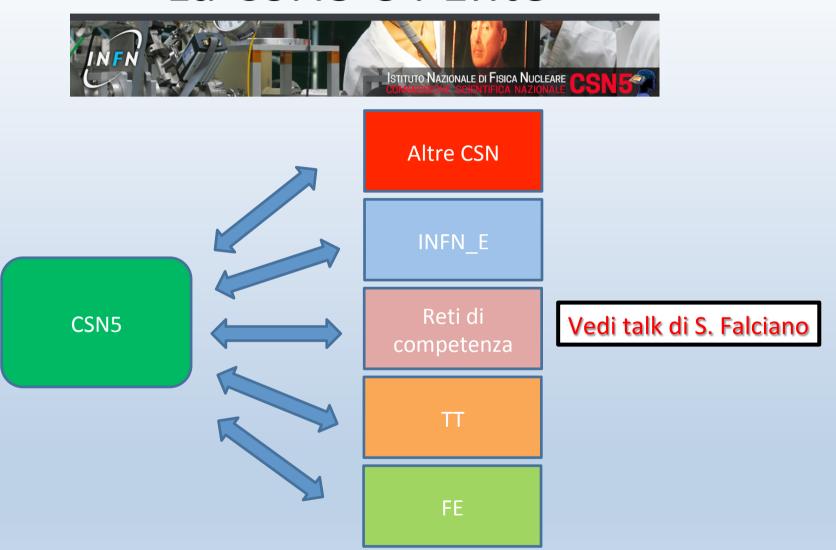
Call attive

- **SiCILIA** (S. Tudisco), Rivelatori, 2016: sviluppo di rivelatori a SiC avanzati di grande superficie per il telescopio $\Delta E/E$ di NUMEN (in chiusura)
- MOVE_IT (E. Scifoni) Fisica Medica/Adroterapia, 2017: TPS con fasci di ioni, ottimizzati su modelli biologici e validati sperimentalmente (prolungata al 2020).
- **TIMESPOT** (A. Lai), Rivelatori, <u>2018</u>: sviluppo di sensori 3D ad alta risoluzione temporale per tracciamento.
- **TERA** (S. Lupi), Acceleratori, <u>2018</u>: sorgente THz ad alta intensita' basata su laser.
- NEPTUNE (G. Cuttone), Fisica Medica/Adroterapia, 2019: Studio della proton-Boron Capture Therapy (p-BCT)
- **ARCADIA** (M. da Rocha Rolo), Rivelatori/Elettronica, <u>2019</u>: Sensori CMOS MAPS di grande area a svuotamento completo con elettronica veloce integrata.
- FIRE (B. Fraboni), Rivelatori, 2019: Sensori innovativi basati su OTFTs (Organic Thin Film Transistors).





La CSN5 e l'Ente







CSN5 e TT

- Link strategico e "naturale" con il TT
 - 2 componenti della CSN5 sono anche componenti della CNTT
- Valutazione, fin da subito, del potenziale "second use" di un dato progetto
 - Questa attività di "spotting" si esercita fin dall'inizio dell'attività sperimentale (proposta di esperimento in CSN5) e prosegue con il monitoraggio dell'attività durante la fase di esecuzione dell'esperimento, fino alla consuntivazione finale
 - Indirizzo dei proponenti verso il TT affinché siano da esso affiancati ed aiutati su tutto lo spettro della valorizzazione e del trasferimento: valutazione dei contenuti brevettabili, ricerca o consolidamento di partner industriali, ecc.
- Brevetti: su 52 brevetti depositati dal 2008 ad oggi
 - 28 derivano direttamente da esperimenti di CSN5
 - 10 da attivita' in collaborazione tra CSN5 e altre CSN
- "Ultimo miglio": progetti che hanno terminato l'R&D in CSN5 ma per le quali c'è un potenziale interessante (più o meno maturo) per <u>applicazioni di tipo industriale</u> dei risultati della loro attività scientifica e tecnologica e vi è effettivo interesse da parte dei proponenti a sviluppare ulteriormente i metodi/prototipi/tecnologie oggetto delle loro ricerche, indirizzando questo sviluppo verso le imprese e le applicazioni ⇒ Call R4I della CNTT per aumentare il TRL e le opportunita' di second use.
 - Finanziati dalla CNTT 14 progetti nelle 3 Call R4I (2018, 2019, 2020)
 - 8 provengono da esperimenti CSN5





Participazione alla Call ATTRACT

- EU call ATTRACT: il Progetto ATTRACT finanzia (Phase 1, budget 17 M€) 170 breakthrough technology concepts nel settore delle tecnologie per rivelatori e imaging in Europa
- Scopo: fornire un ponte tra ricerca di base e esigenze di mercato
- 35 applications da attivita' CSN5
 - 8 vincitori (23% success rate)
 - 3 da Calls, 5 da esperimenti "standard"
 - Buon success rate, in accordo con le previsioni
 - Success rate globale di tutti i progetti presentati ~ 10%
 - 11 vincitori complessivi INFN





Strategie future - 1

- Settori attenzionati (strategici per il futuro)
 - Rivelatori (semiconduttori e gas), elettronica ultra-scalata, fotonica al silicio, trigger&DAQ
 - Tecnologie per futuri acceleratori
 - Magneti, cavita', nuovi superconduttori HTS
 - Accelerazione al plasma
 - Calcolo e applicazioni trasversali dell'Al alle attivita' INFN (es. HEP, GW, Fisica Medica)
 - Machine Learning
 - Particle Therapy, Imaging diagnostic
 - On-line range monitoring
 - TPS
 - Radiobiologia e dosimetria
 - Quantum Technologies
 - Quantum computing
 - Quantum sensing





Strategie future - 2

- Rafforzare la filiera italiana della sensoristica a semiconduttore (un successo a cui la CSN5 ha fortemente contribuito)
 - FBK (sensori al Si a giunzione p-n e SiC-Schottky)
 - STM (SiC a giunzione)
 - Lfoundry (sensori CMOS)

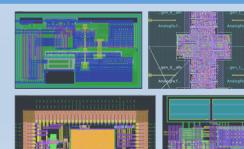


Esperimento SEED, Call ARCADIA













Strategie future - 3

- Quantum Technologies: item strategico
- Terminata la fase di selezione per la Call Europea QuantEra2: ottimi risultati per l'INFN!
 - Dei 12 progetti selezionati in totale, in 7 there c'e' un partner italiano
 - In 5 di questi 7 il partner italiano e' l'INFN ⇒
 - La comunita' INFN attiva/interessata nelle QT sembra pronta per aggregarsi in progetti piu' ambiziosi
 - I tempi sembrano maturi per una Call Tematica in CSN5 sulle QT nel 2020
 - Workshop in Padova (20 21 January 2020) per
 - Passare in rassegne le tecnologie quantistiche cutting-edge che possono essere di interesse per futuri esperimenti di Fisica delle Particelle/ Astroparticelle
 - Comporre un quadro completo delle attivita' QT gia' in corso nell'INFN
 - Esplorare opzioni e definire priorita' e line guida tematiche per aiutare a definire proposte per esperimenti INFN in questo settore
 - Discutere opzioni per sviluppare sinergie e collaborazioni in settori dove l'expertise e le risorse INFN possono fornire un contributo significativo





Workshops scientifici organizzati dalla CSN5

- R&D on diamond sensors, Roma, 5 Dicembre 2012
- VLSI Electronics in INFN, Padova, 13 Novembre 2013
- Status and future perspectives of charged particle therapy, CNAO Pavia, 17-18 Decembre 2013
- What's Next in Radiobiology within INFN, Napoli, 4 Aprile 2014
- Mini Workshop on Accelerators, LNL, 17 Febbraio 2015
- IPAB2016 (Intense and Powerful Accelerator Beams for industrial and energy application), LNL, 14-15 Marzo 2016
- II What's Next in Radiobiology within INFN, Trento, 12-13 Maggio 2016
- TERA-days (perspectives for THz applications), Roma, 5-6 Aprile 2017
- Muonic radiography within INFN: status and perspectives, Roma, 12
 Febbraio 2019
- Quantum Technologies within INFN: status and perspectives, Padova, 20-21 Gennaio 2020





Criticita'

- Diminuzione, nel corso degli anni, delle competenze di acceleratori all'interno della Commissione
 - Discorso affrontato con il MAC (referaggi) e la GE
 - Importante che ci sia attenzione da parte dei Direttori sulle candidature degli acceleratoristi (laddove presenti) a Coordinatore di Gr. 5
- Non sempre e' stato possibile finanziare 3 progetti Call meritevoli nella stessa tornata
- Il tipo di contratto (Borsa) attualmente conferito ai vincitori dei grant giovani non fornisce le coperture e i "benefit" (es. maternita') di altri tipi di contratto





Conclusioni

- Commissione molto attiva, scientificamente "sana" e in grado di dare un contributo significativo alle attivita' ed alle strategie complessive dell'Ente.
- La riorganizzazione ed i nuovi strumenti introdotti (Call for proposals e Grants per giovani ricercatori/ricercatrici) hanno dato e stanno dando risultati significativi
 - I Grant giovani costituiscono un notevole successo della Commissione (e dell'Ente)
 - Le Call verranno sempre piu' utilizzate in futuro come strumento di politica scientifica su temi strategici (Call tematiche)
- Le iniziative "standard" saranno comunque sempre salvaguardate, nei limiti del budget e puntando sulla qualita' e sulla complementarieta' delle iniziative, mantenendo la funzione essenziale della CSN5 di "culla delle idee".
- La CSN5 mantiene caratteristiche di unicità come "volano" di iniziative di frontiera sia di R&D puro, sia applicative.





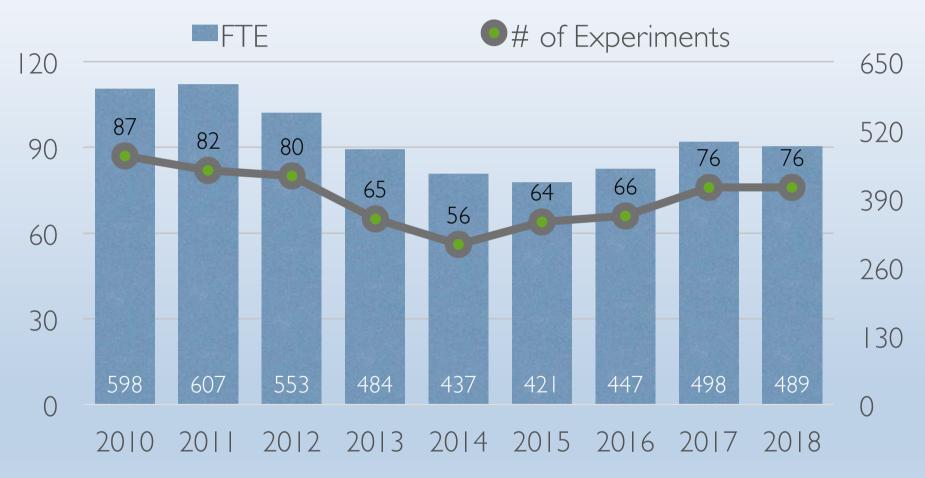


Back-up slides





Experiments



In 2018: 56 Standard exp + 8 Calls + 12 Grants for Young Researchers





Experiments





Heads and FTE





Projects in 2018

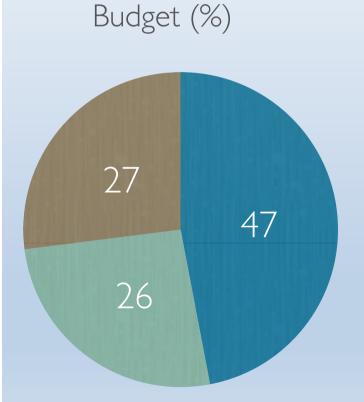


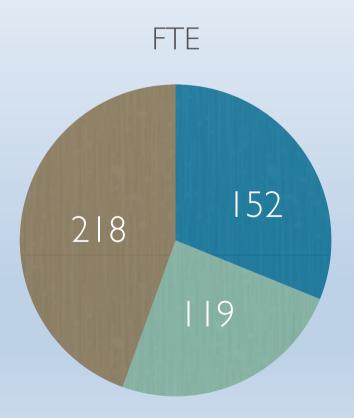




Linee di ricerca 2018

- Detectors and ElectronicsAcceleratorsInterdisciplinary







Research lines

Heads | DET | INT | ACC | 465 | 519 | 318

