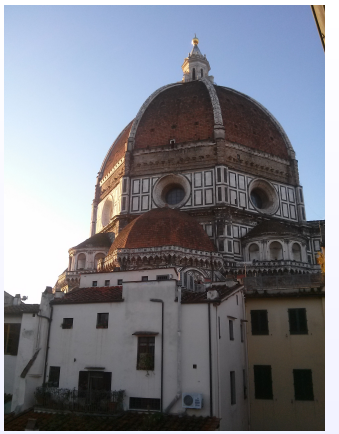
Gruppo 3 a Firenze, 2017



16 ricercatori 2 tecnici

NUCL-EX / FAZIA

- 13 persone per 10.45 FTE
- 1 tecnico maggiormente dedicato

GAMMA

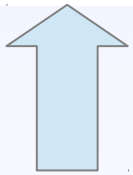
- 4 persone per 3.3 FTE
- 1 tecnico maggiormente dedicato

I nostri GIOVANI

1 RIC UNIFI TD_A fondi ateneo+infn
2 dottorandi al III anno;
2 dottorandi al I anno;
2 lauree magistrali nel 2016/7 (divenuti poi dottorandi);
1 laurea triennale 2016/7;
2 laureandi magistrali in Tesi

Persone coinvolte, 30-6-2017

1	Barlini Sandro		Inc. Ric.	Ricercatore	CSN III		100
2	Bini Maurizio		Inc. Ric.	Prof. Associato	CSN III		0
3	Camaiani Alberto		Associato	Dottorando	CSN III		100
4	Casini Giovanni		Dipendente	I Ric.	CSN III		80
5	Gelli Nicla		Dipendente	Ricercatore	CSN III	30	30
6	Nannini Adriana		Dipendente	I Ric.	CSN III	100	
7	Ottanelli Pietro		Associato	Dottorando	CSN III		100
8	Pasquali Gabriele		Inc. Ric.	Ricercatore	CSN III		75
9	Pastore Giuseppe		Associato	Dottorando	CSN III		100
10	Perego Andrea		[P] Associato	Prof. Associato	CSN III	100	
11	Piantelli Silvia		Dipendente	Ricercatore	CSN III		100
12	Poggi Giacomo		Inc. Ric.	Prof. Ordinario	CSN III		80
13	Rocchini Marco		Associato	Dottorando	CSN III	100	
14	Stefanini Andrea		Inc. Ric.	Prof. Associato	CSN III		80
15	Olmi Alessandro		Dipendente	Dirigente di Ricerca	CSN III		100
16	Valdrè Simone		Associato	Ricercatore	CSN III		100
					FTE Totali	3.3	10.45



Tecnici
Marco Ottanelli su GAMMA
Giampaolo Tobia su Nucl-ex

Giovani nel Gruppo

RTD-A
Sandro Barlini

Responsabile Nazionale dell'exp Nuclex (dal 2016)
Dal 01/01/2017 Fondi di ateneo e INFN

Dottorandi al III ANNO
Marco Rocchini su GAMMA e
Giuseppe Pastore su FAZIA

Dottorandi al I anno
Alberto Camaiani su Nuclex
Pietro Ottanelli su Nuclex

concluso il Grant INFN
PostDOC stranieri (maggio)
Diego Gruyer

valido contributo alle attivita' di FAZIA, spokesperson dell'ultimo esperimento e forza di collegamento dei gruppi Firenze-Ganil

---

Diversi vincitori dell'ultimo concorso dell'INFN fanno parte degli esperimenti attivi anche a Firenze

Esperimento Nuclex
Simone Valdre' Sezione di Firenze
Ivano Lombardo Sezione di Catania
Tommaso Marchi LNL

Esperimento GAMMA
Antonio Gottardo LNL

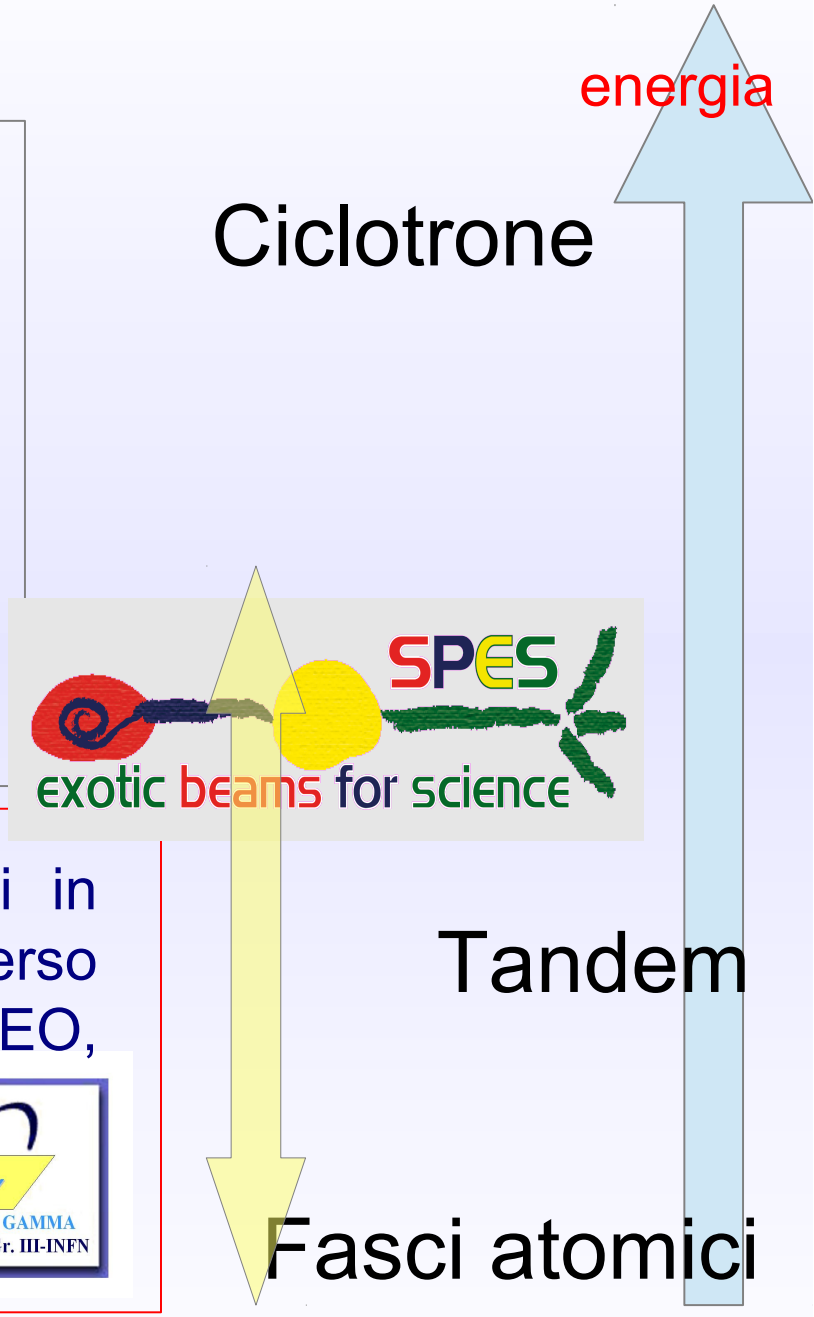
Fisica nucleare a Firenze

FAZIA meccanismi di reazione ed energia di simmetria a energie intermedie (LNS, GANIL, contatti con MSU)

SPES dinamica delle reazioni nucleari in prospettiva di SPES (Clustering, pre-equilibrio, isospin).

GAMMA: livelli eccitati dei nuclei, popolati in reazioni di fusione evaporazione, attraverso misure di spettroscopia gamma (GALILEO, MINIBALL) e di elettroni di conversone

Misure a LNL, LNS, ISOLDE

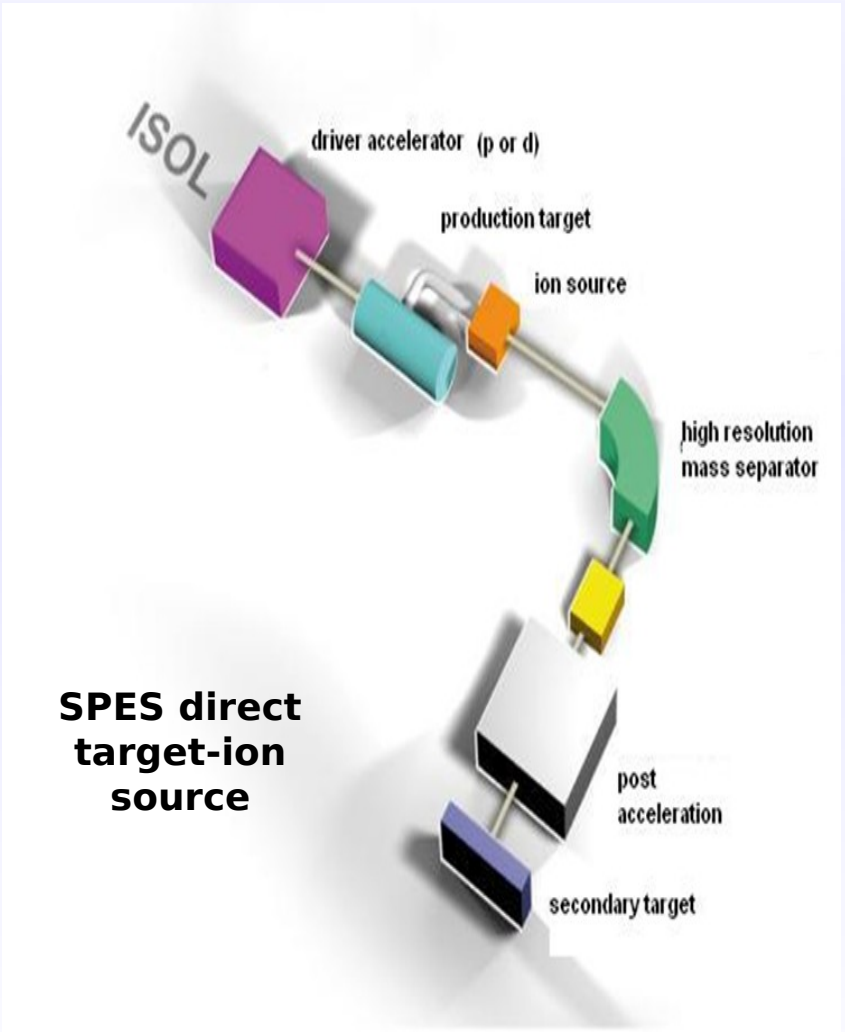


SPES
Selective Production of Exotic Species

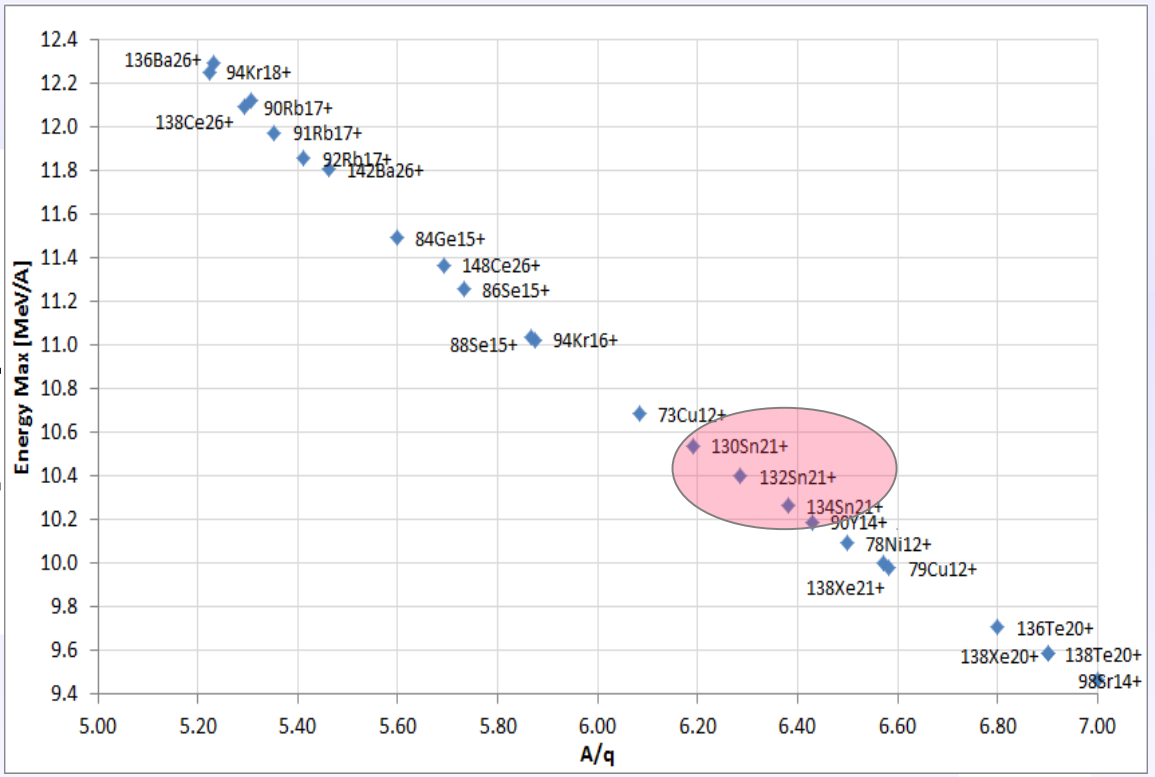
exotic beams for science

Induced fission of Uranium to produce unstable nuclei in abundance

10^{13} Fissions per second



SPES direct target-ion source



Energies up to 10-12 MeV/u
For A=100 mass region

Installazione di SPES

Ciclotrone per alte correnti di protoni

Negative Hydrogen ion (H-)
Simultaneous **double beam** extraction
35-70 MeV variable energy
700 μA combined beam current (upgradable to 1 mA)

Circa 8kW su bersaglio in condizioni tipiche

Fase del ciclotrone quasi completa

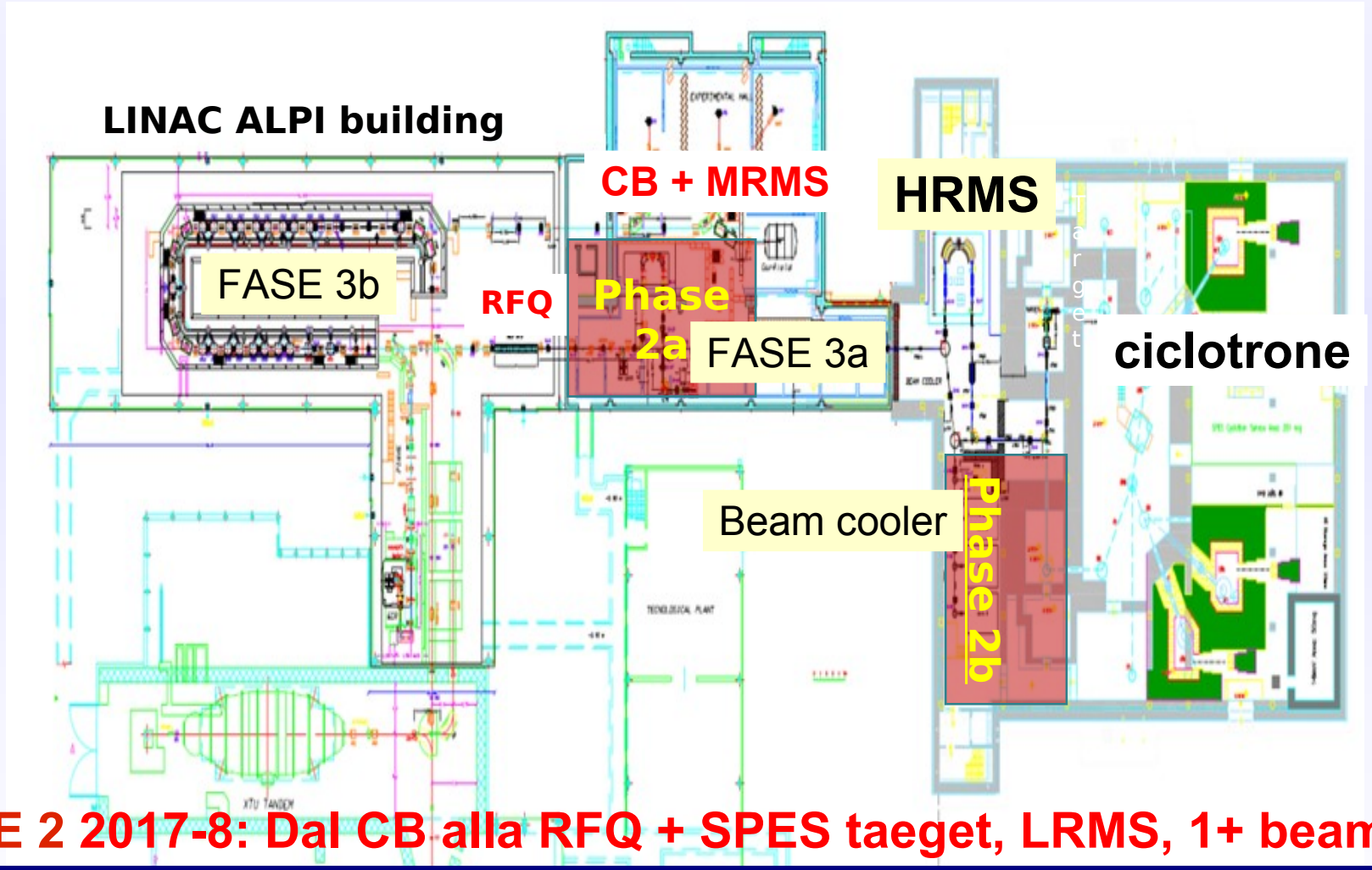
- Da due anni ai LNL per installazione e prove
- Mancano solo le prove di durata per accettazione finale del B70. A maggio si attendeva ancora il nuovo alimentatore piu' adeguato
- Training degli operatori in autunno prossimo

SPES

Fase dei primi fasci non riaccelerati: **fine 2019**

Le parti necessarie, dalle sorgenti alla piattaforma HV, dalle linee alle sale sperimentali sono in corso di installazione.

Il commissioning della linea 1+ a 43KeV e' previsto nel **secondo semestre del 2019.**



FASE 2 2017-8: Dal CB alla RFQ + SPES taeget, LRMS, 1+ beam lines

FASE 3. 2019-20 - HRMS-BeamCooler + RFQ to ALPI

SPES, sorgenti e selettivita'

Possibile primo fascio: 26Al a 42keV da SiC

Si entrera' nella fase finale dei fasci per la ricerca. Possibile uso di SiC prima del Ucx. **Alta selettivita' dalla sorgente senza necessita' dell'HRMS. In questo modo si possono avere fasci puri**

Option 1: UCx Target + Surface Ion Source + Laser (Laser Lab in operation)

beam	yield (pps) @ 20 µA	selectivity (%)	ion source type
132 Sn	1.50E+08	100	LIS
132 Te	4.00E+09	100	LIS
132 Sb	1.90E+07	100	LIS

Option 2: UCx Target + Plasma Ion Source -> quite easy configuration

Option 3: UCx Target + Surface Ion Source Easy Configuration)

Firenze e l'impegno sui fasci radioattivi

Spettroscopia gamma (struttura) e misure di specie cariche (reazioni)

SPES Steering Committee (istituito nel 2008)
Commissari delle sezioni INFN piu' coinvolte. Per firenze A.Nannini (dal giugno 2012)

Gruppo Supporto Scientifico (2010) Promuove i casi di fisica, organizza gli workshop e appoggia le azioni per le cooperazioni

DeAngelis (convener) , S.Pirrone, A.Dipietro, G.Colò, A.Gargano, S.Lenzi, GC

Ottobre 2017: III International Workshop a LNL in cui sono state presentate **47** **LOI** poi esaminate da un SAC internazionale.
Firenze ha presentato 4 LOI

ISOLDE Advisory Council Di recente per l'INFN A.Nannini e' stata designata come membro

Attivita' di GAMMA-Firenze

Study of Shapes and Symmetries in Atomic Nuclei

Coulomb Excitation

- What we need: gamma - particle coincidences in Low-Energy Coulomb excitation processes
- What we get: transition probabilities, quadrupole moments, deformation

GALILEO at LNL

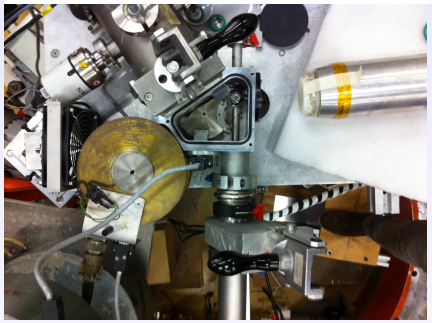
Miniball at ISOLDE

CD

Conversion Electron

- What we need: number of conversion electron and gamma rays (for normalization purposes)
- What we get: spin, parity, conversion coefficients, from E0 transitions → mixing and deformation

Florence Magnetic Electron Spectrometer at LNL



The mini-orange spectrometer at LNS

Complementary Techniques:

- Electron conversion measurements: deformation from Coulex
- Coulex: information about the E0 contribution to be included in the analysis from electron conversion measurements

Attivita' di GAMMA-Firenze

Study of Shapes and Symmetries in Atomic Nuclei

Coulomb Excitation

- What we need: gamma - particle coincidences in Low-Energy Coulomb excitation processes
- What we get: transition probabilities, quadrupole moments, deformation

GALILEO at LNL

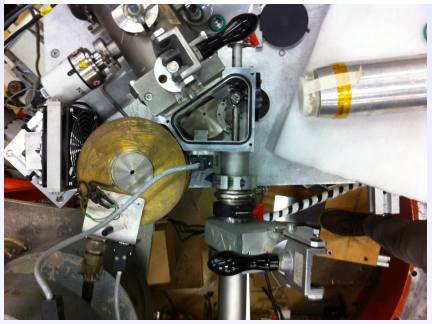
Miniball at ISOLDE

CD

Conversion Electron

- What we need: number of conversion electron and gamma rays (for **Presentazione successiva di ADRIANA**
- What we get: spin, parity, conversion coefficients, from E0 transitions → mixing and deformation

Florence Magnetic Electron Spectrometer at LNL

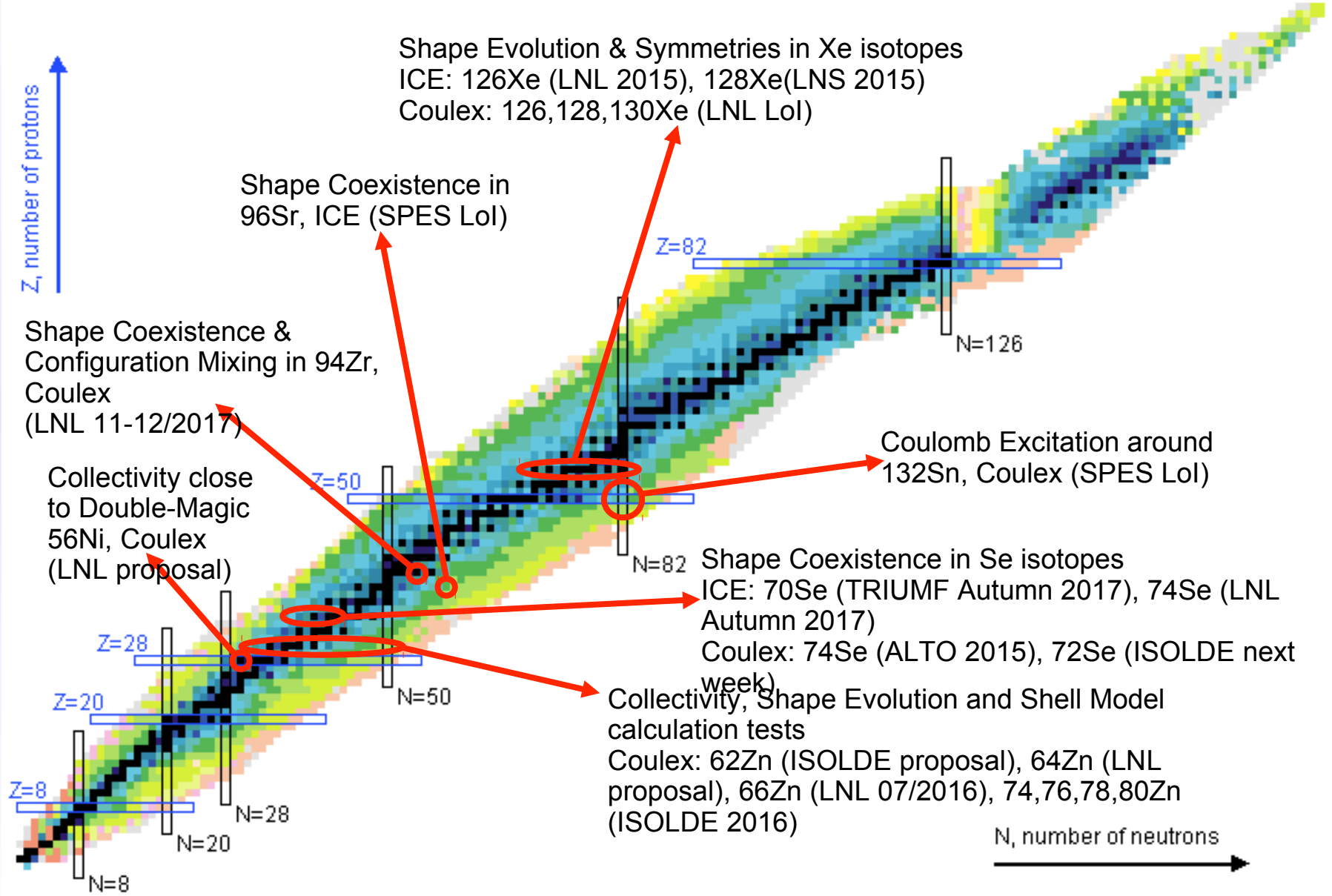


The mini-orange spectrometer at LNS

Complementary Techniques:

- Electron conversion measurements: deformation from Coulex
- Coulex: information about the E0 contribution to be included in the analysis from electron conversion measurements

Attivita' di GAMMA-Firenze

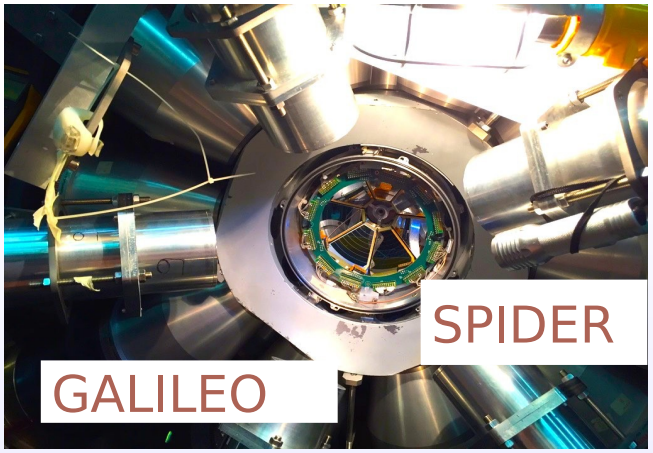


COULOMB EXCITATION @LNL

PhD Thesis M. Rocchini

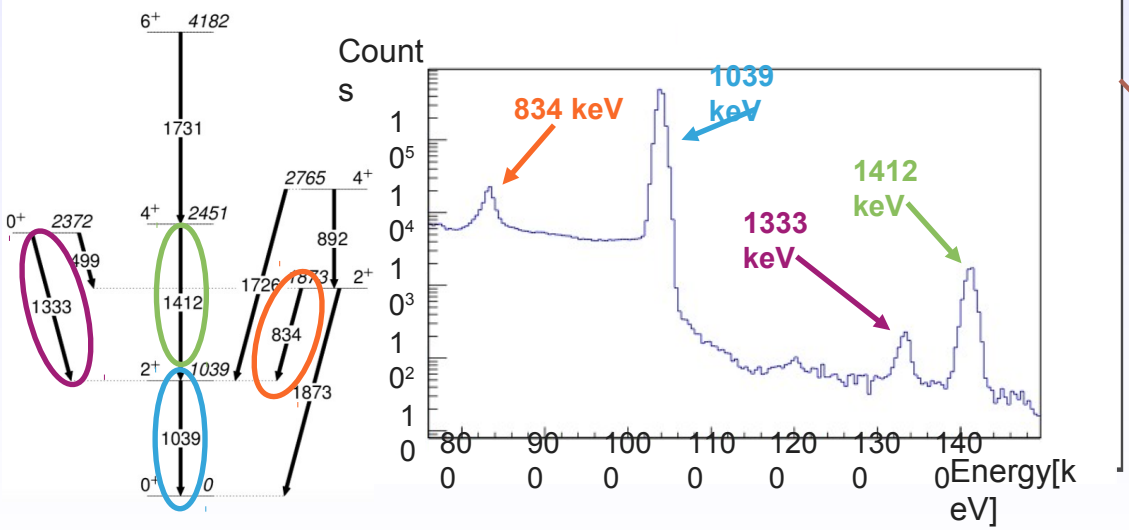
66Zn: Commissioning + Experiment opportunity

- 66Zn (240 MeV on 208Pb: GALILEO + SPIDER
- $B(E2; 2_1 \rightarrow 0_1)$ and $Q_s(2_1)$: known with high precision → Commissioning: new Coulex setup at LNL
- **$B(E2; 2_2 \rightarrow 2_1)$**, $B(E2; 4_1 \rightarrow 2_1)$: discrepant results in the literature → Physics: relevant data for all the Zn isotopic chain
- **$B(E2; 0_2 \rightarrow 2_1)$**, deformation of g.s.: not known → Physics: study of collective properties in this mass region (shape coexistence and triaxiality already observed in Ge and Se isotopes)



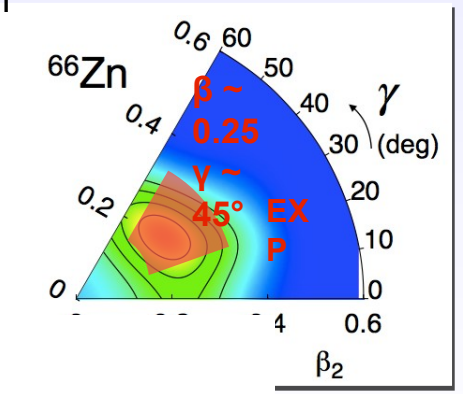
$B(E2; 2_1 \rightarrow 0_1)$	278(3) efm²	$Q_s(2_1)$	25(12) efm²
$B(E2; 4_1 \rightarrow 2_1)$	127(24) efm2	$Q_s(2_2)$	28(9) efm²
$B(E2; 2_2 \rightarrow 2_1)$	580(130) efm²	$Q_s(4_1)$	42(13) efm²
$B(E2; 0_2 \rightarrow 2_1)$	36(16) efm²		

γ-ray spectrum acquired in coincidence with ^{66}Zn backscattered ions



Preliminary

Known values (NNDC database):
$B(E2; 2_1 \rightarrow 0_1)$ = 277(6) efm² $Q_s(2_1)$ = 24(8) efm²



COULOMB EXCITATION @LNL

3 proposals to the PAC LNL for GALILEO+SPIDER:

Probing collectivity and configuration coexistence in ^{94}Zr with low-energy Coulomb excitation

Spokespersons: D. T. Doherty (University of Surrey, England), M. Rocchini, M. Zielinska (CEA Saclay, France)

Coulomb Excitation of ^{58}Ni: Collectivity Near the Doubly Magic ^{56}Ni Nucleus

Spokespersons: M. Rocchini, A. Nannini

High precision study of collective states in ^{64}Zn to test validity of model predictions around ^{68}Ni

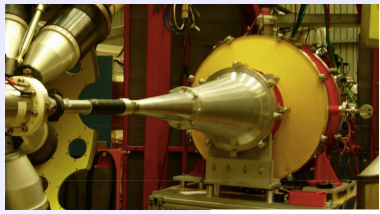
Spokespersons: M. Zielinska (CEA Saclay), K. Hadynska-Klek (LNL)

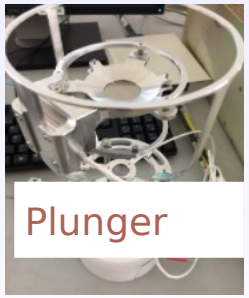
Next LNL PAC, GALILEO&SPIDER:

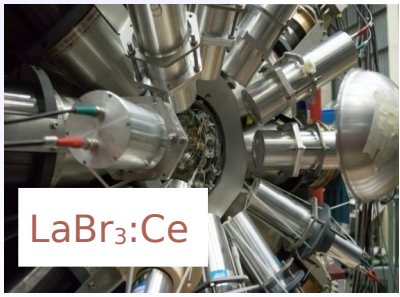
- 58Ni, 64Zn → Resubmission
- 126Xe (require PIAVE)
  Spokespersons: A. Nannini, M. Rocchini, *P. Napirowski* (HIL, Poland)
- 112Sn
  Spokespersons: M. Siciliano (LNL)

Possible setup improvements:

- Recoil Filter Detector: 58Ni, 112Sn
- Plunger: 112Sn
- $LaBr_3$:Ce: 58Ni, 94Zr
- Forward plastic detector (in development)


RFD


Plunger

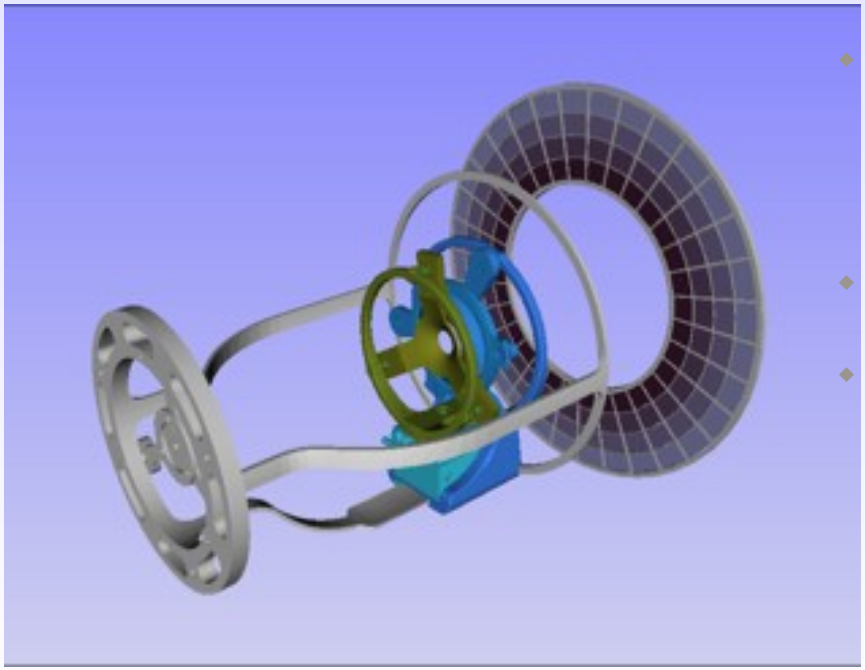

$LaBr_3$:Ce

COULOMB EXCITATION @LNL

NEW DETECTOR FOR COULEX AT LEGNARO

to be coupled with SPIDER for high precisione Coulomb Excitation measurement in 2019, using stable beam.

- to limit the radiation damage SPIDER has to be mounted at backward angles
- for measurements employing also the plunger device, a position sensitive detector with large angular coverage is crucial at forward angles
- also important for quadrupole moment measurements

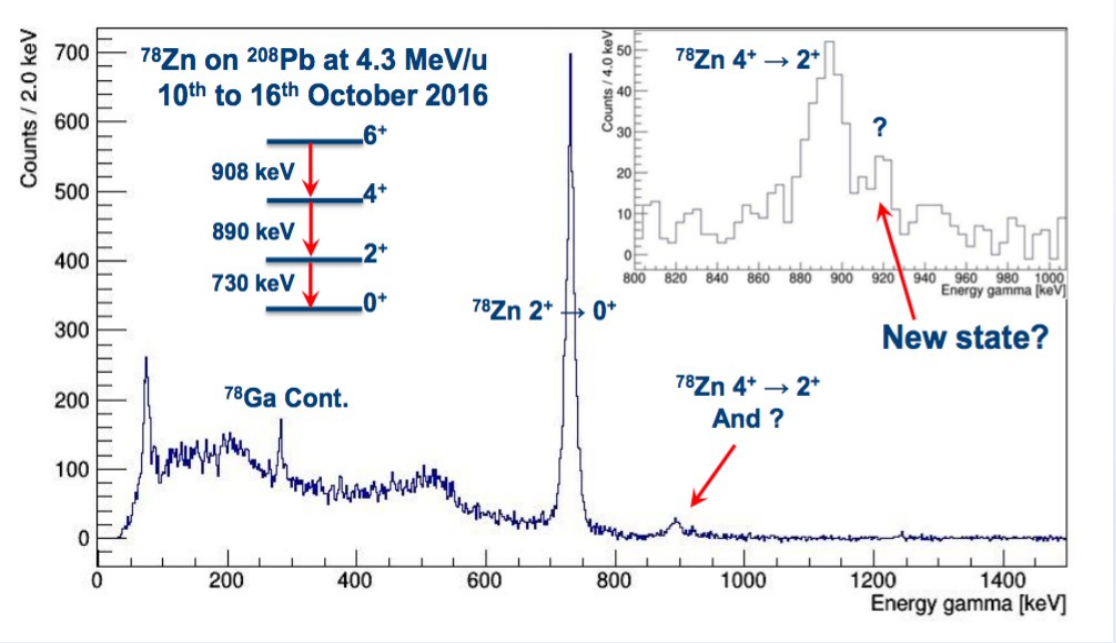


- Particle detector composed of 144 segments of plastic scintillators arranged in a CD-like shape.
- Light collection ensured by 6x6 mm^2 SiPM.
- Detector mounted on a sliding rail: possibility to adapt the position in order to optimize the angular coverage in different experiment.

COULOMB EXCITATION @ISOLDE

^{78}Zn : probing the validity of shell-model descriptions around ^{78}Ni

preliminary results

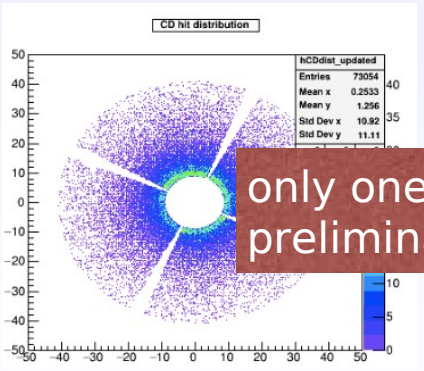


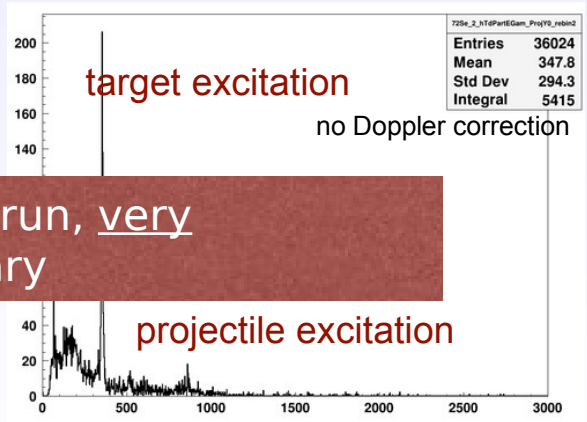
Esperimento nel contesto dello studio di tutta la catena dello Zn dalla massa A=70 a A=80

OBBIETTIVI

- B(E2;$2^+ \rightarrow 0^+$) and B(E2;$4^+ \rightarrow 2^+$) values.
- Quadrupole moment of first 2^+ state.
- Identify the new state.

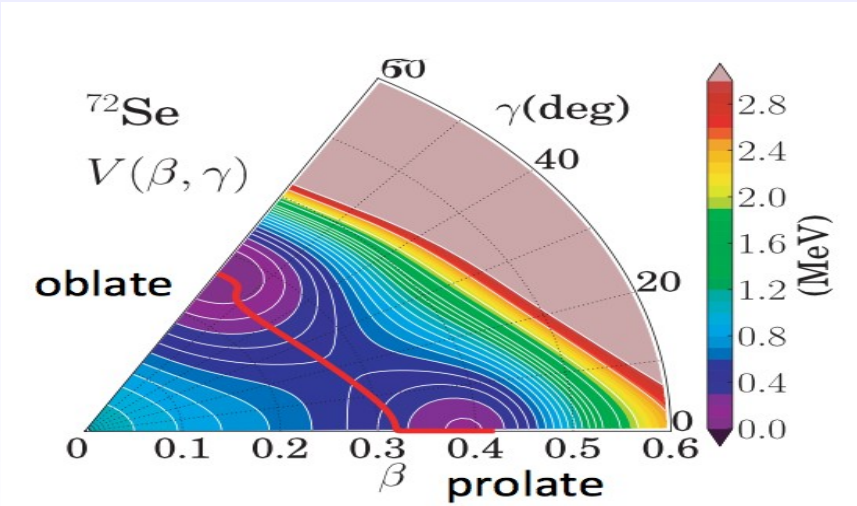
Probing Shape Coexistence in neutron-deficient ^{72}Se





only one run, very preliminary

^{72}Se e' instabile (fascio radioattivo)



Attività sperimentale di Nuclex

GARFIELD: in autunno si presenteranno 2 proposte di esperimento al PAC di LNL sia sullo studio delle catene di decadimento di nuclei caldi leggeri sia sullo studio dell'emissione di alfa di preequilibrio. Entrambi gli studi sono volti alla ricerca di effetti di cluster ad alta energia di eccitazione

GARFIELD: siamo in attesa (ritardo di mesi) di un esperimento di test per provare le prestazioni delle nuove schedine sviluppate da Fi-Bo per GARFIELD. Il grosso del lavoro e' stato fatto quanto a progetto, costruzione e debugging. Adesso mancano le prove con ioni (vedi dopo).

ATS (ACTAR demonstrator): in arrivo (autunno) il dimostratore da 1024 canali. installazione, test finali e test sotto fascio per il Commissioning

MSU: sono in programma (2018) due esperimenti sulla “effective mass dependence of the symmetry energy via particle ratios in 40,48Ca+40,48Ca collisions at E/A=35 and 120 MeV”. E' prevista una partecipazione di parte del gruppo locale.

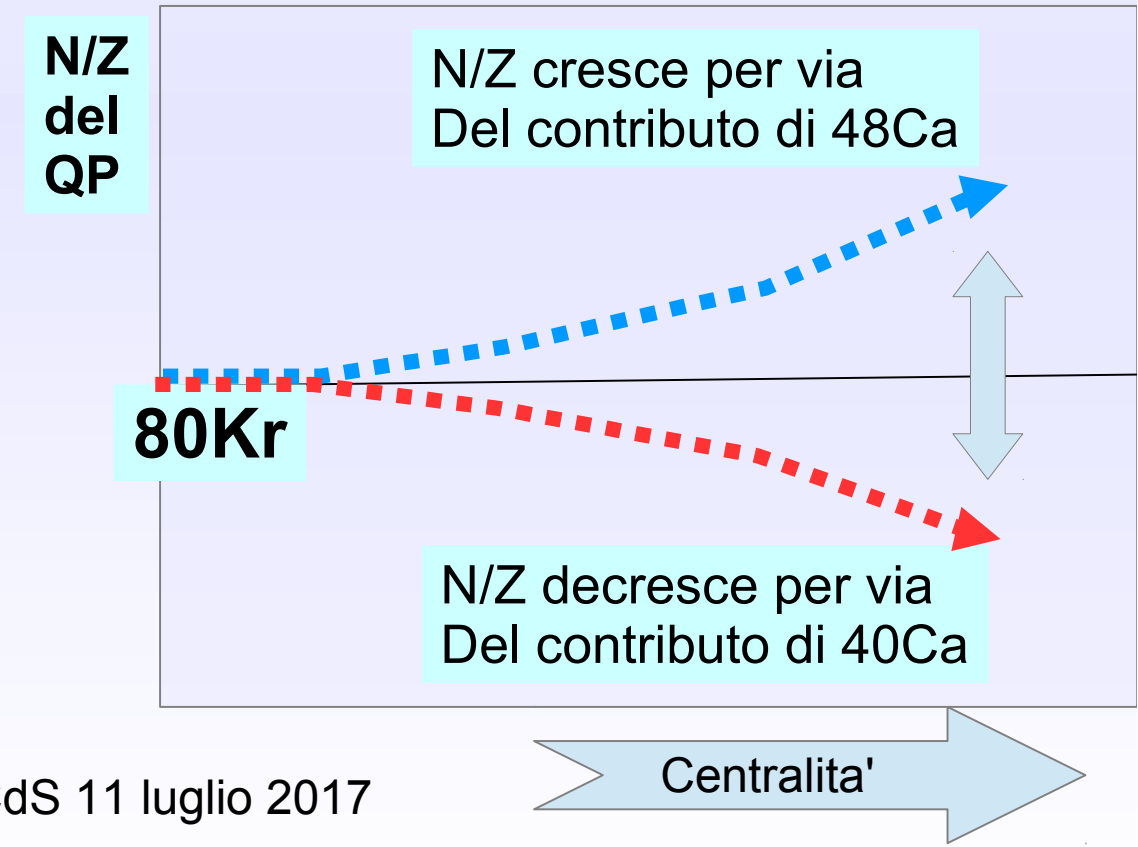
FAZIA: Attività sperimentale 2015-2017

2015-2017: primo esperimento di fisica realizzato con 4 blocchi di FAZIA: IsoFazia (spokesp. S*. Piantelli e N. Le Neindre*):

Obbiettivo dell'esperimento : studiare il trasporto di isospin (ovvero i processi che regolano lo scambio di protoni e neutroni durante la collisione) con particolare riguardo al canale di fissione veloce del QuasiProiettile

80Kr +40Ca at 35 MeV/u
n-deficient target
80Kr+48Ca at 35 MeV/u
n-rich target

(Tesi PhD G.Pastore)



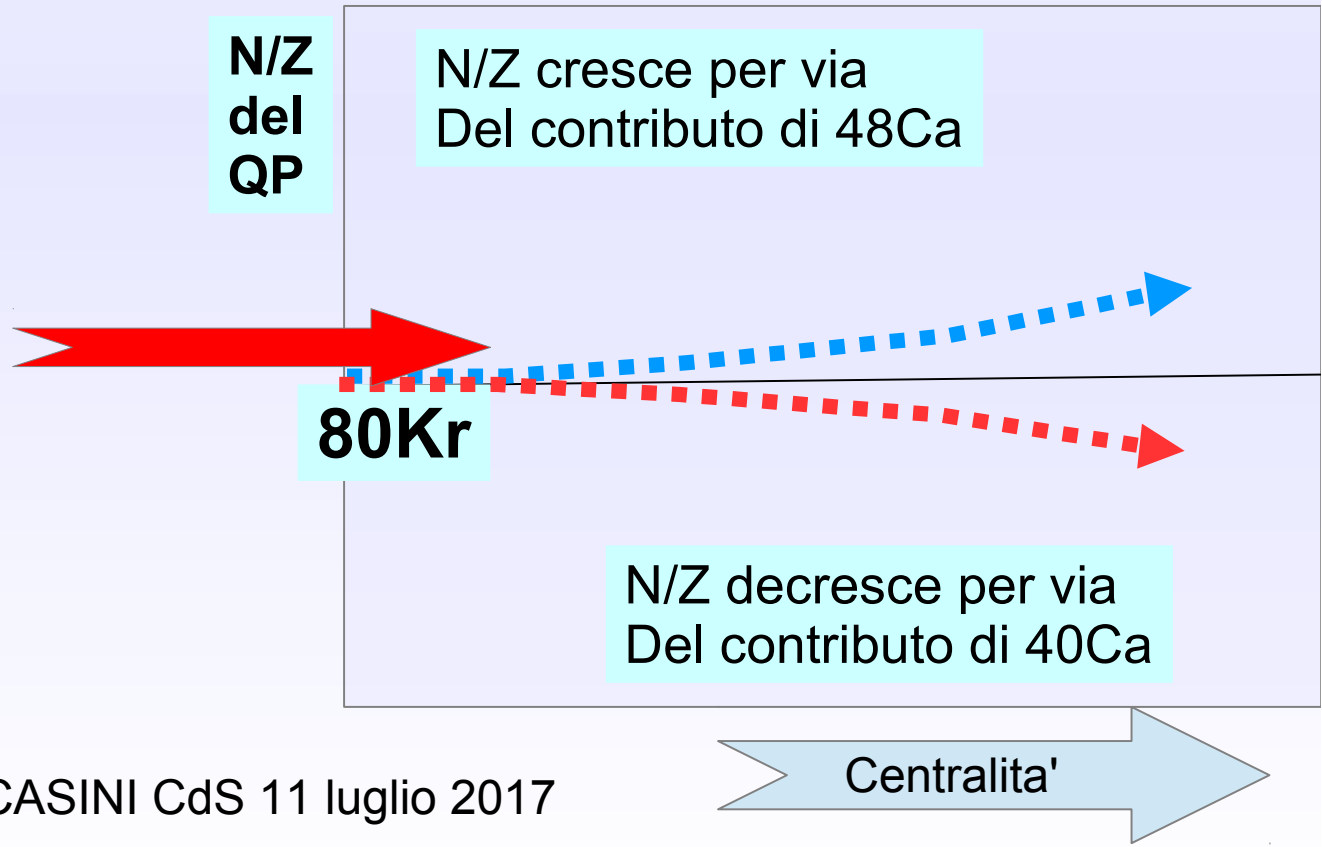
FAZIA: Attività sperimentale 2015-2017

2015-2017: primo esperimento di fisica realizzato con 4 blocchi di FAZIA: IsoFazia (spokesp. S*. Piantelli e N. Le Neindre*):

Obbiettivo dell'esperimento : studiare il trasporto di isospin (ovvero i processi che regolano lo scambio di protoni e neutroni durante la collisione) con particolare riguardo al canale di fissione veloce del QuasiProiettile

80Kr +40Ca at 35 MeV/u
n-deficient target
80Kr+48Ca at 35 MeV/u
n-rich target

(Tesi PhD G.Pastore)

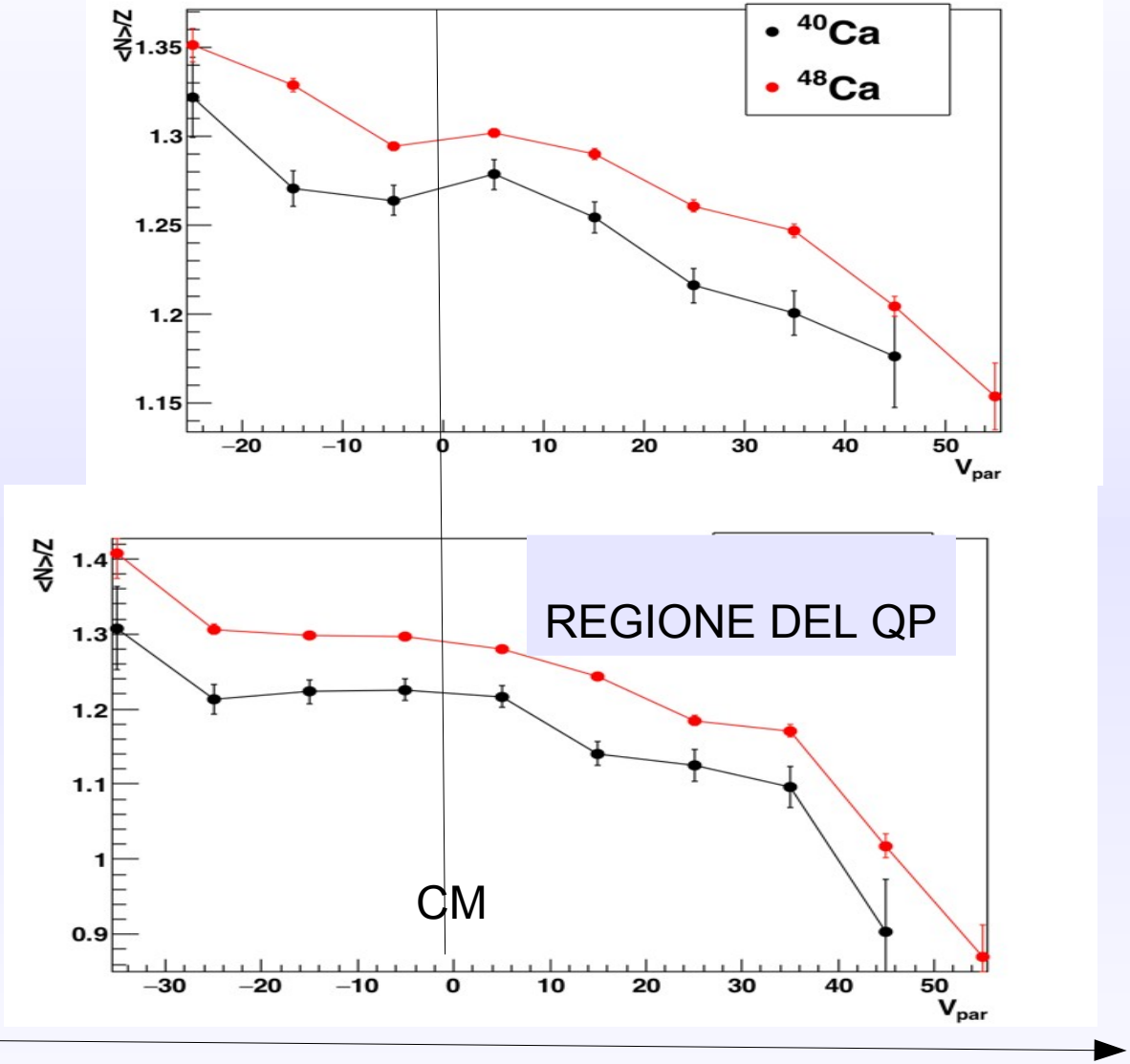


Il decadimento dei frammenti che sono prodotti eccitati attenua in una misura apprezzabile l'effetto

FAZIA: Attività sperimentale 2015-2017

80Kr +40Ca at 35 MeV/u
n-deficient target
80Kr+48Ca at 35 MeV/u
n-rich target

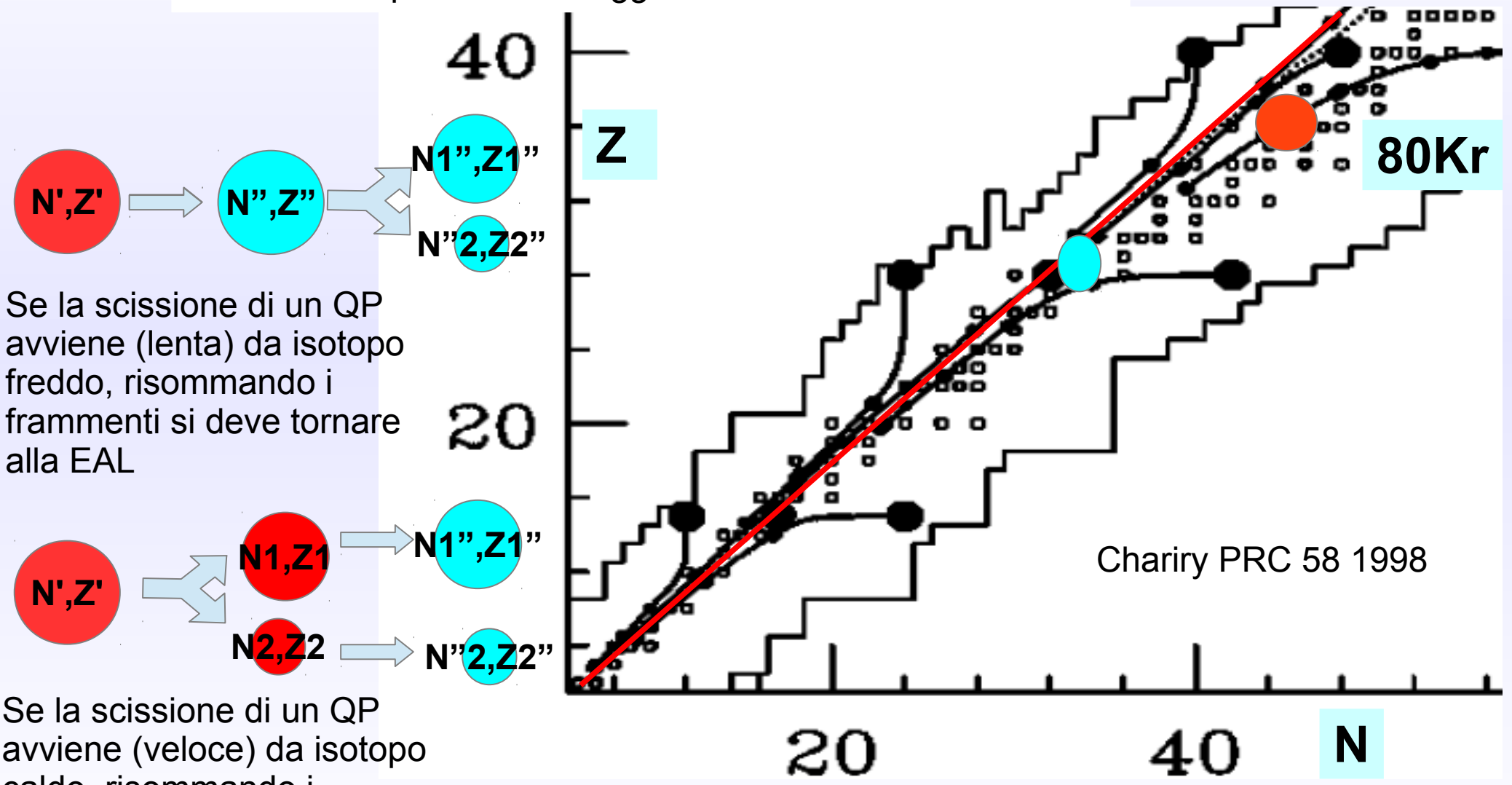
Si conferma, per le collisioni binarie, che il decadimento del QP porta all'emissione di frammenti che sono piu' ricchi di neutroni dopo l'interazione con il 48Ca



Analisi dell'esperimento IsoFazia: focus sulla fissione dinamica

Il decadimento di nuclei eccitati con evaporazione di particelle conduce al popolamento di una regione detta **Evaporation Attractor Line,** una linea nella carta di Segre'

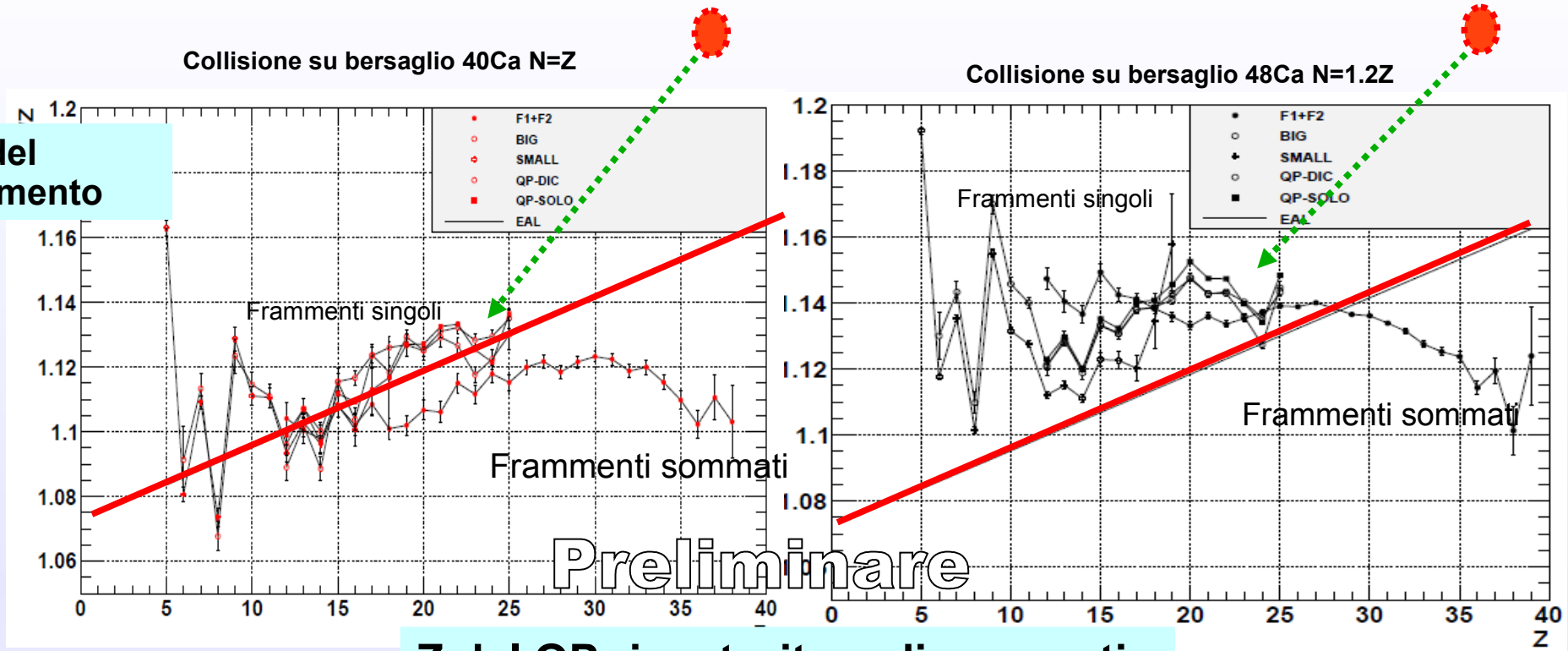
Questa linea puo' essere raggiunta ma non attraversata



G.CASINI CdS 11 luglio 2017

Tesi PhD G.Pastore

Analisi dell'esperimento IsoFazia: il canale di fissione dinamica



Osservazioni

1) Le collisioni su 40Ca conducono a frammenti piu' poveri di neutroni rispetto a 48Ca (isospin diffusion)

2) I frammenti singoli, provenienti dal QP stanno semore sopra la EAL, proveniendo ragionevolmente da sorgenti che hanno un rapporto N/Z simile a quello di 80Kr

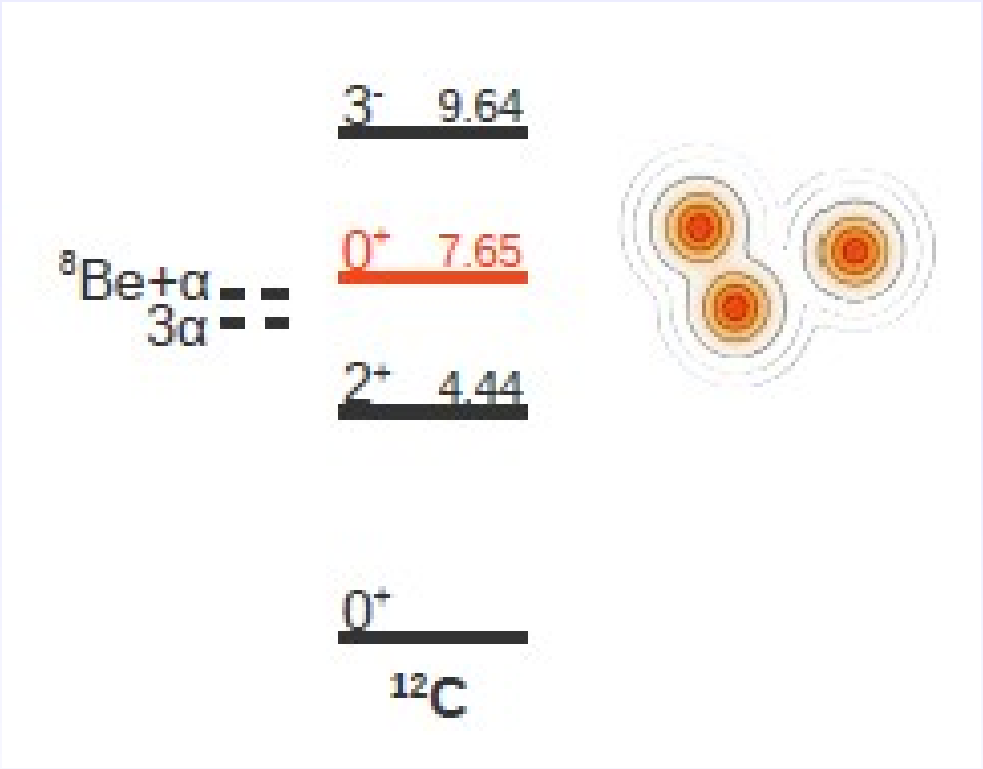
3) I frammenti sommati NON conducono alla EAL e vi stanno sotto. Questo e' un'indicazione forte, ma indipendente, di uno split del sistema eccitato da frammenti caldi (fissione veloce)

Tesi PhD di G.Pastore

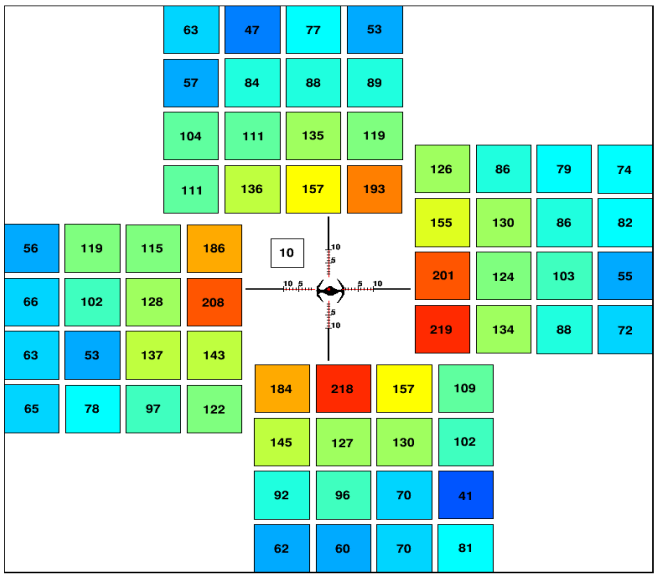
FAZIA: Attività sperimentale 2016-2017

Marzo 2017: a LNS effettuato il primo esperimento dei due approvati nel 2015: FAZIA-COR (spokesp. *G. Verde e D. Gruyer*):

Goal of proposal. Our proposal consists of studying an N/Z-symmetric ($^{32}S+^{12}C$) and a neutron-rich ($^{36}S+^{12}C$) reaction system at two beam energies (25 and 55 MeV/u) to explore *in-medium effects on nuclear structure properties* of unbound, Hoyle and cluster states, by means of multi-particle correlations.



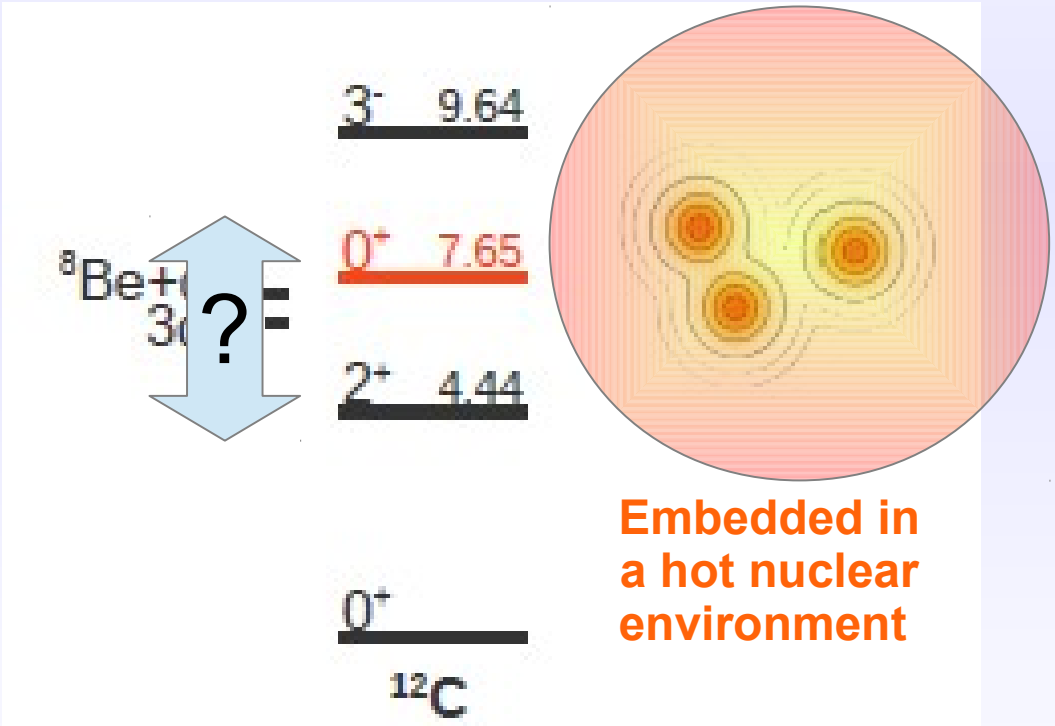
Misura con 4 BLOCCHI



FAZIA: Attività sperimentale 2016-2017

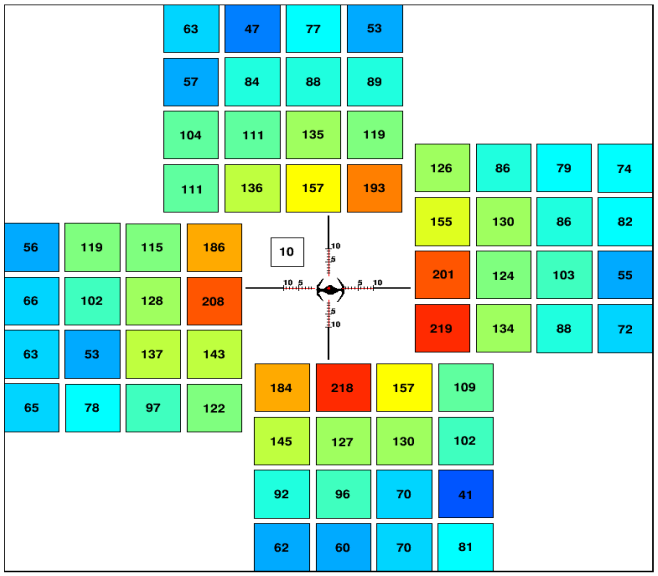
Marzo 2017: a LNS effettuato il primo esperimento dei due approvati nel 2015: FAZIA-COR (spokesp. *G. Verde e D. Gruyer*):

Goal of proposal. Our proposal consists of studying an N/Z-symmetric ($^{32}S+^{12}C$) and a neutron-rich ($^{36}S+^{12}C$) reaction system at two beam energies (25 and 55 MeV/u) to explore *in-medium effects on nuclear structure properties* of unbound, Hoyle and cluster states, by means of multi-particle correlations.



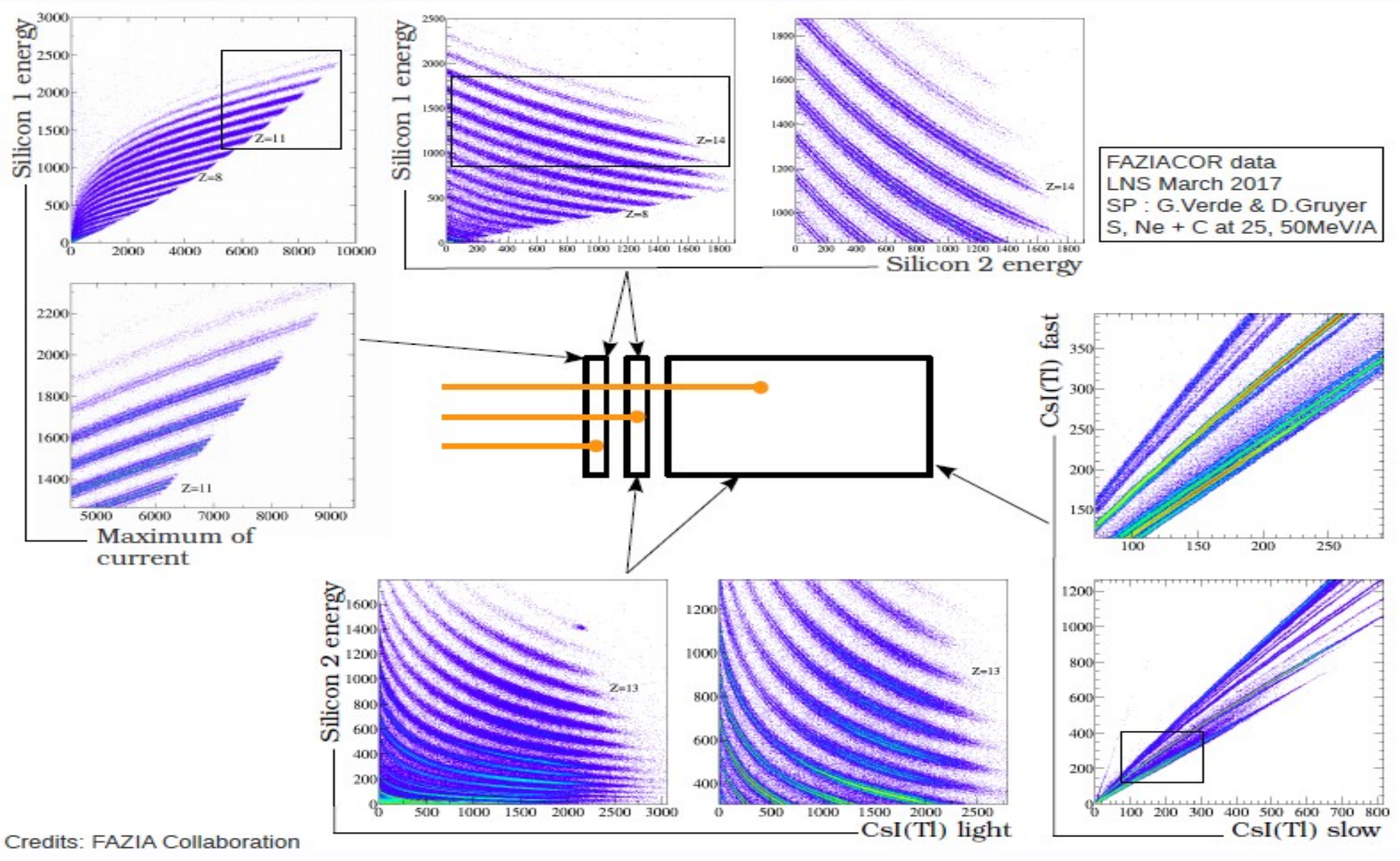
Embedded in a hot nuclear environment

Misura con 4 BLOCCHI



FAZIA: Attività sperimentale 2016-2017

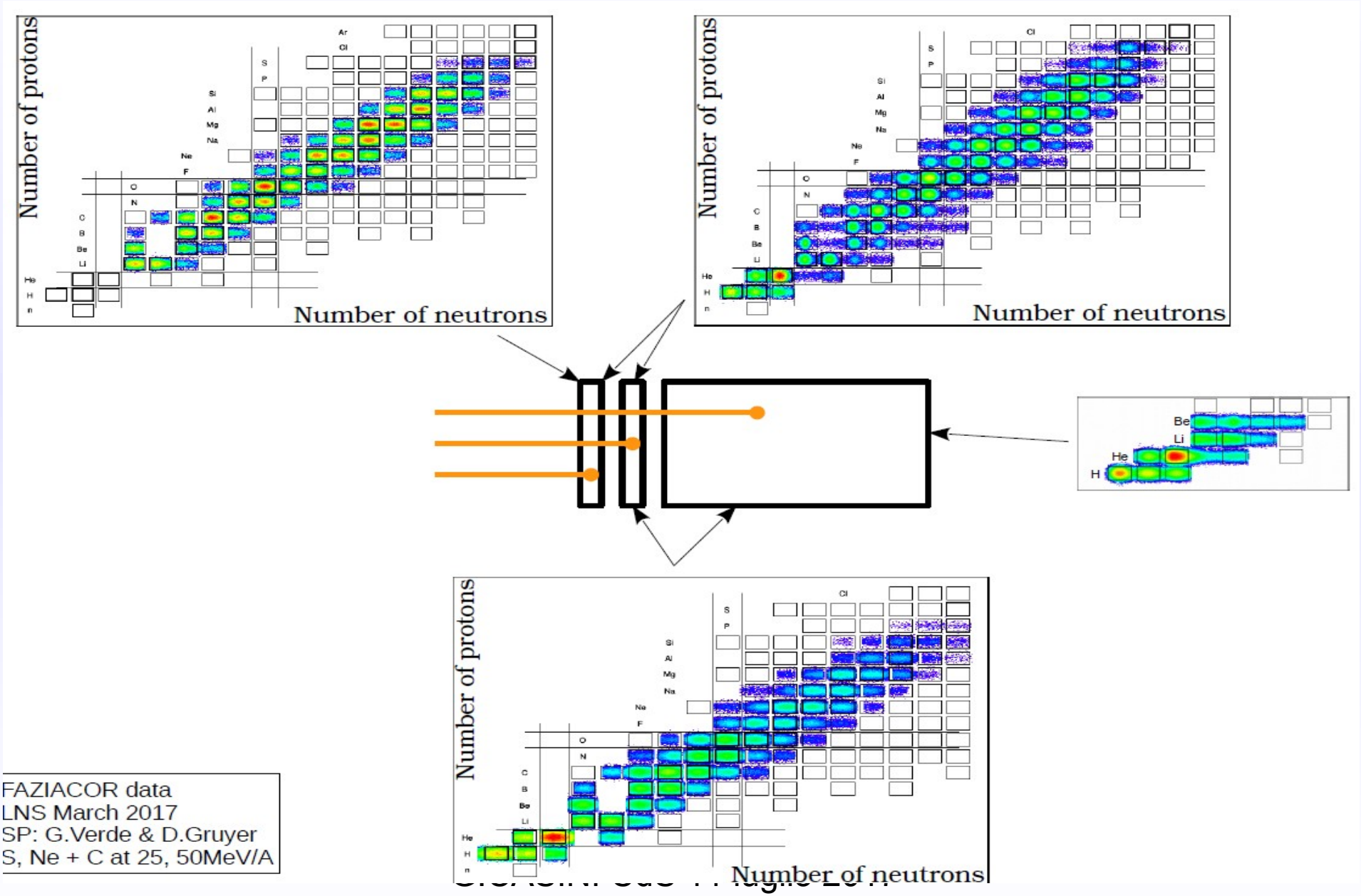
Marzo 2017: Nell'esperimento FAZIA-COR i rivelatori e tutto il sistema (64 tri-telescopi) hanno funzionato in maniera eccellente



Credits: FAZIA Collaboration

FAZIA: Attività sperimentale 2016-2017

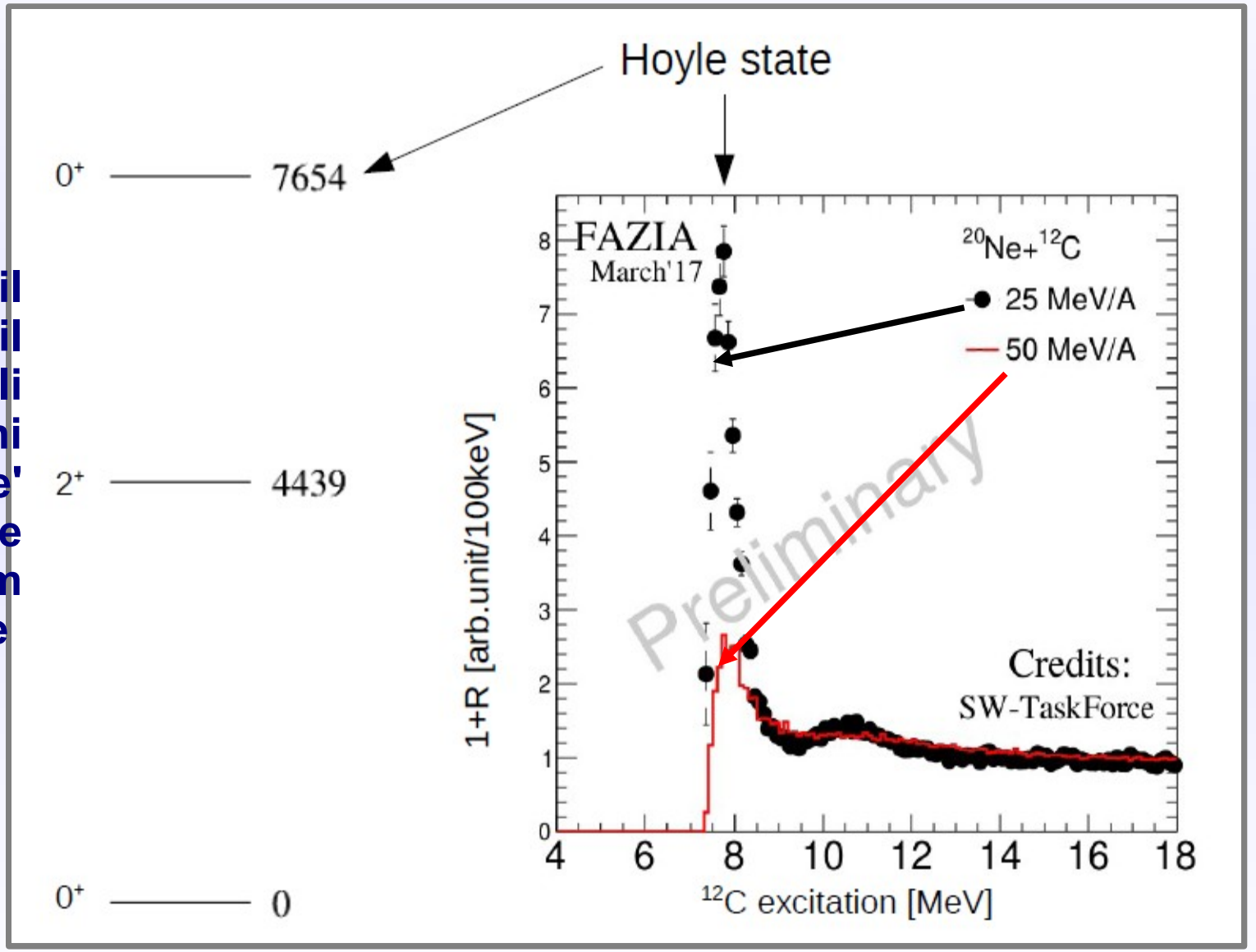
FAZIA-COR: La carta di Segre' vista dai telescopi di FAZIA per le reazioni S,Ne+C a 25 MeV/u



FAZIA: Attività sperimentale 2016-2017

Marzo 2017: prime ricostruzioni del sistema a 3-alfa, ovvero un sistema 12C eventualmente popolato in stati eccitati (compreso lo stato di Hoyle)

**Si cerchera'
di capire se e come il popolamento e il decadimento degli stati eccitati di alcuni nuclei leggeri e' modificato dalle proprieta' in medium durante la interazione**



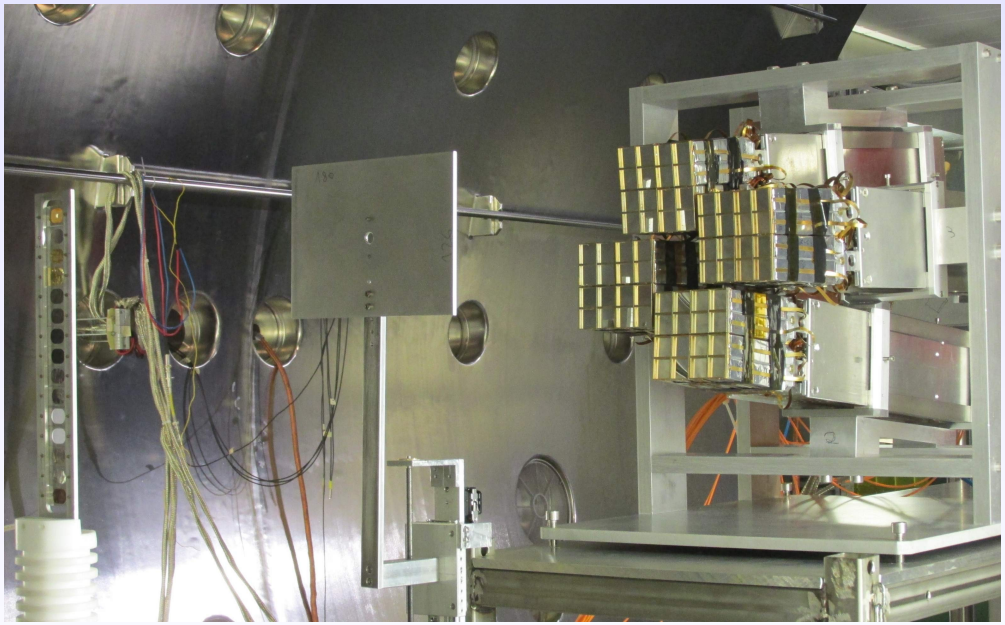
Spettro ottenuto praticamente on.line

FAZIA: Attività sperimentale 2017-2018

Autunno 2017: a LNS e' previsto il secondo esperimento gia' approvato FAZIA-PRE (spokesp. *G. Casini e N. Le Neindre*):

Isospin transport versus neutron preequilibrium in medium-light systems Excitation function of the neutron/proton transport in 40,48Ca +12C at 25 and 45 MeV/A

Obbiettivo dell'esperimento : valutare se le emissioni veloci con contenuto neutronico alto, crescenti al crescere della energia di bombardamento, moderano gli effetti di isospin durante l'interazione anche partendo da sistemi ricchi di neutroni



40Ca +12C at 25-45 MeV/u
n-deficient low and high energy
48Ca +12C at 25-45 MeV/u
n-rich low and high energy

Angoli coperti in avanti: da 1.5 a 7.5 gradi circa

(Tesi PhD P.Ottanelli)

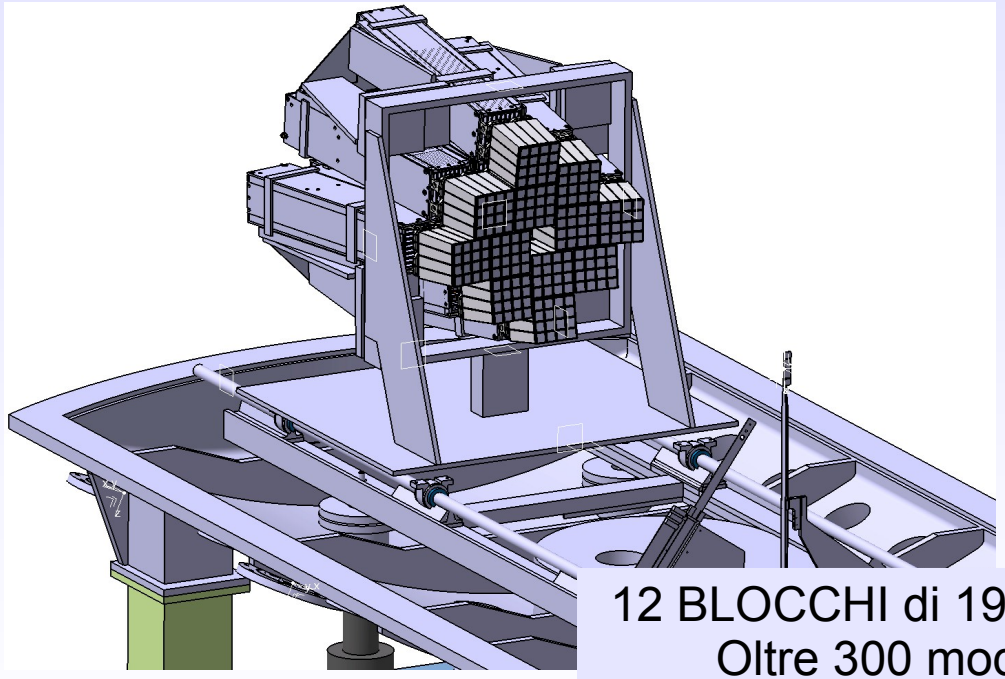
FAZIA: Attività sperimentale 2017-2020

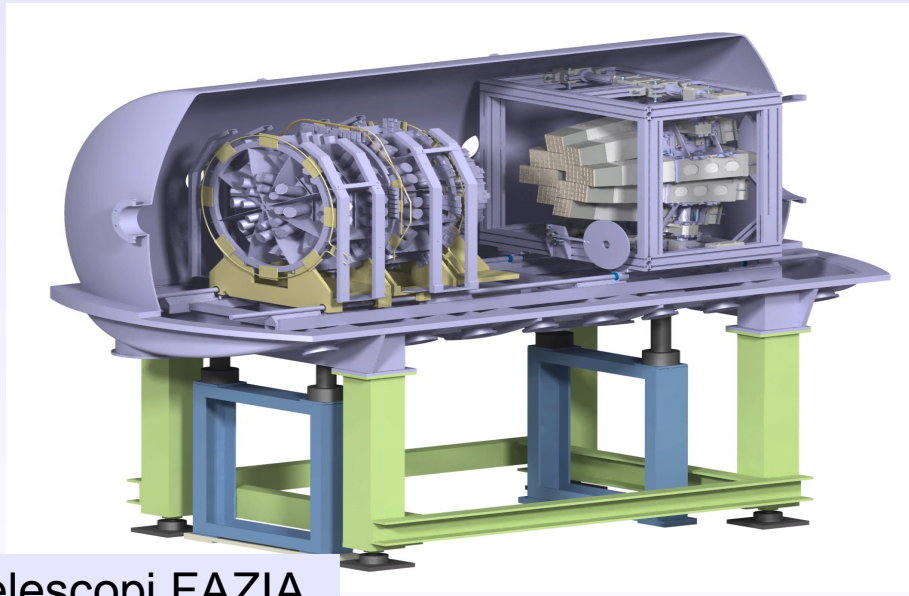
2017 iniziato e in corso il lavoro per la integrazione dei due sistemi di acquisizione FAZIA-INDRA (INDRA opera dal 1996 circa). In corso anche la costruzione della meccanica di supporto e di montaggio a GANIL

2018: trasferimento dei blocchi di rivelazione e primi test a GANIL sia con impulsatore che con fascio parassita

2017/8: presentazione al PAC di due esperimenti FAZIA-INDRA

2019: realizzazione (prevista e sperata) del primo esperimento in configurazione completa.

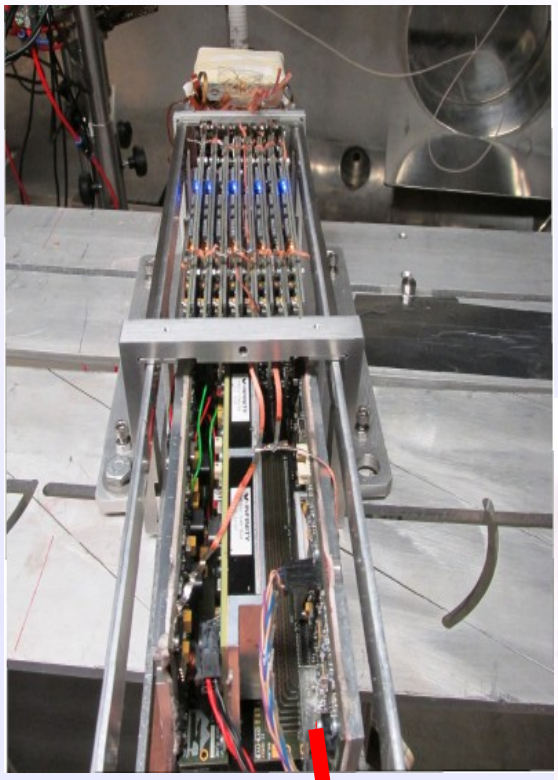




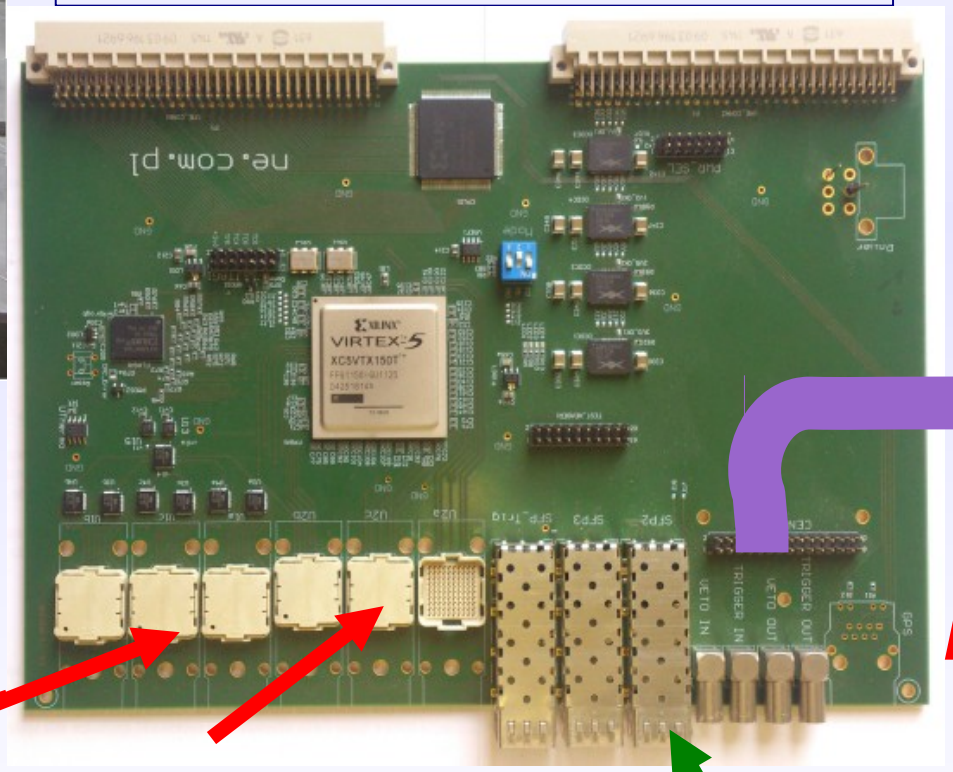
12 BLOCCHI di 192 telescopi FAZIA
Oltre 300 moduli di INDRA

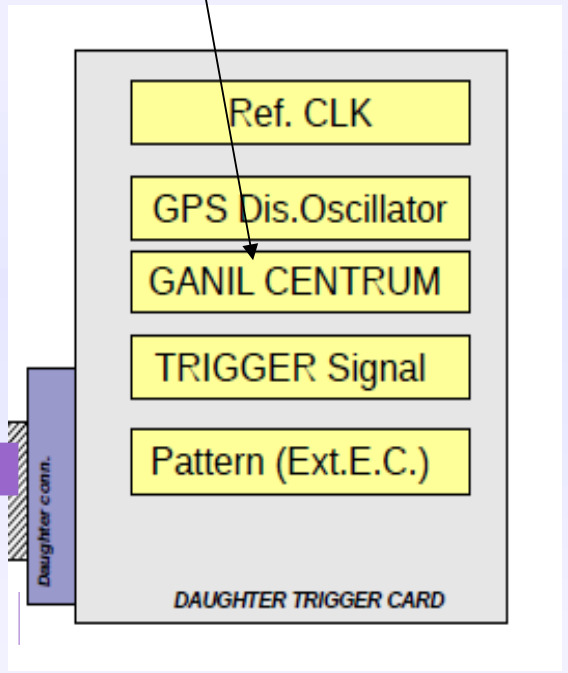
FAZIA: not only detectors...

In 2017 coupling with the INDRA-GANIL systems



REGIONAL BOARD
HW: Krakow project
SW: INFN Na and Fi contributions





Fiber from BLOCK CARD

Snap12 Minipods
(trasmitters and receivers)

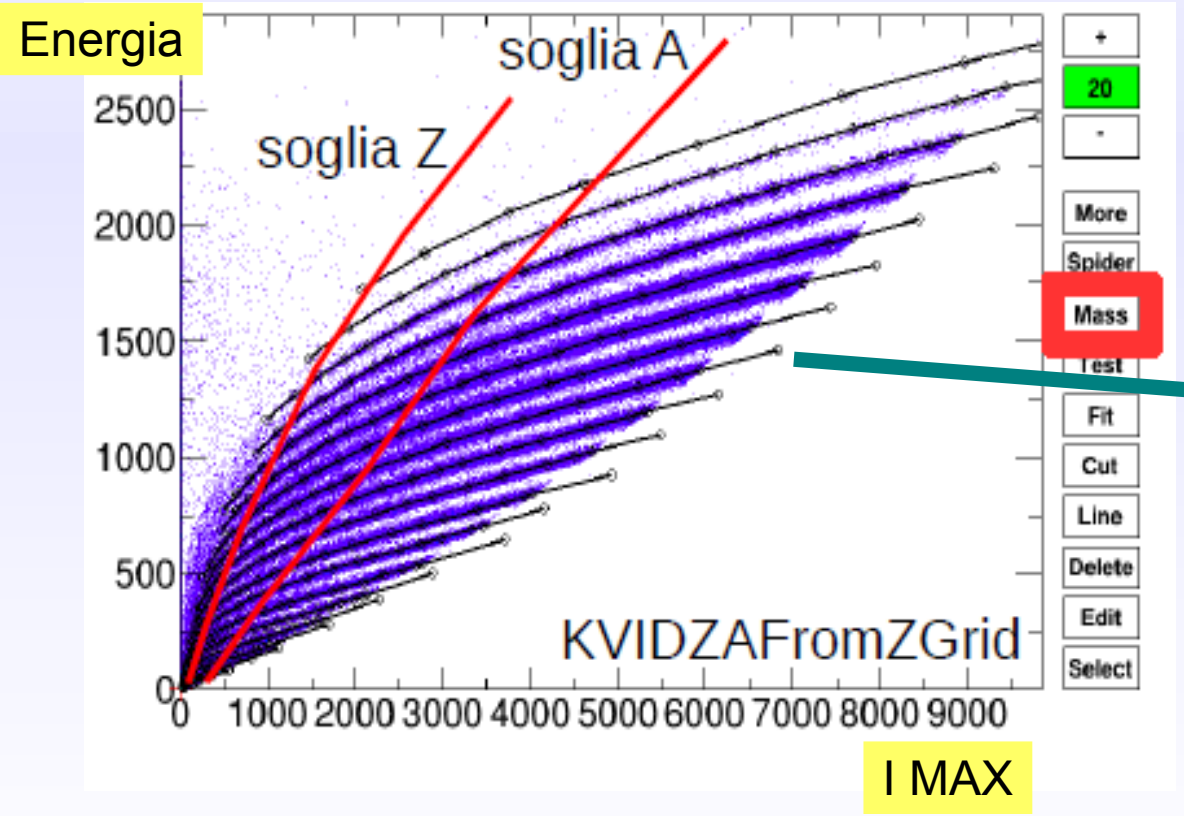
SFP 3Gbit

handling 36 blocks (3x12 sets)

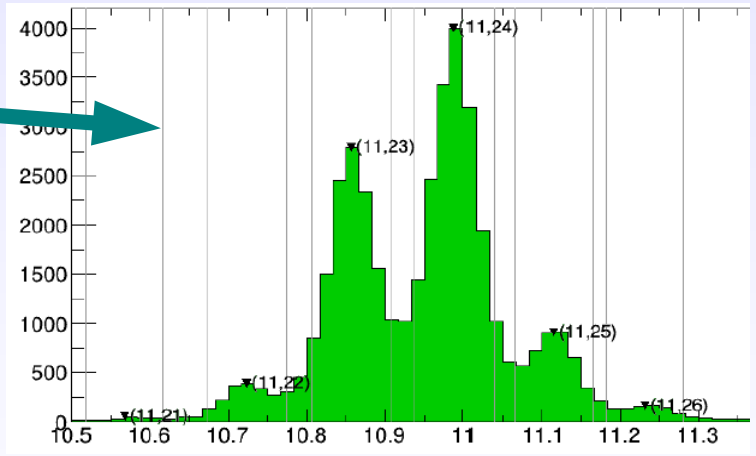
Grande lavoro
M.Bini
S.Valdrè

Sviluppo di tecniche per la PSA

- La Pulse Shape Analysis e' punto importante dei recenti esperimenti sia con FAZIA che con GARFIELD
- Abbassamento delle soglie di identificazione in carica e massa
- Sviluppo di interesse anche per SPES
- E' una tecnica 'delicata' che richiede molta cura dai rivelatori alla manipolazione dei segnali



Isotopi del Sodio



Sviluppo di tecniche per la PSA

Dal recente Seminario al CdS di Pietro Ottanelli

$\Delta E - E$ e PSA (CsI) realizzabili tramite shaper lineari;

PSA (Si) più complessa:

- misura di $T^Q_{rise} \Rightarrow$ CFD+Interpolazione;
- misura di $I_{max} \Rightarrow$ Interpolazione di i(t);

Consente migliore identificazione

Processo di interpolazione eseguito offline:

- T^Q_{rise} CFD on board, Interpolazione Offline;
- $I_{max} \Rightarrow$ canale dedicato, Interpolazione Offline;

Punti critici PSA (Si):

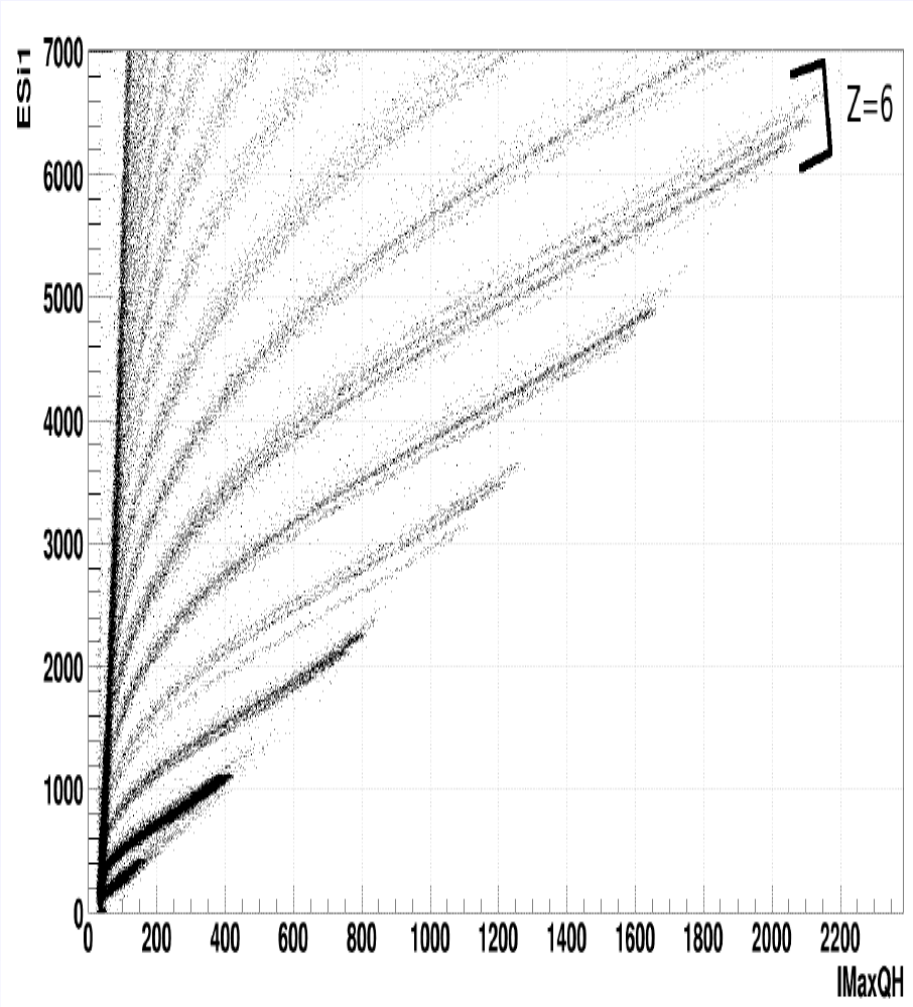
- canale di elettronica aggiuntivo per i(t);
- storage space per segnali;
- tempo di calcolo offline;
- aumento del data throughput$\Rightarrow$ Dead-time;

SOLUZIONE: interpolazione on-board in tempo reale

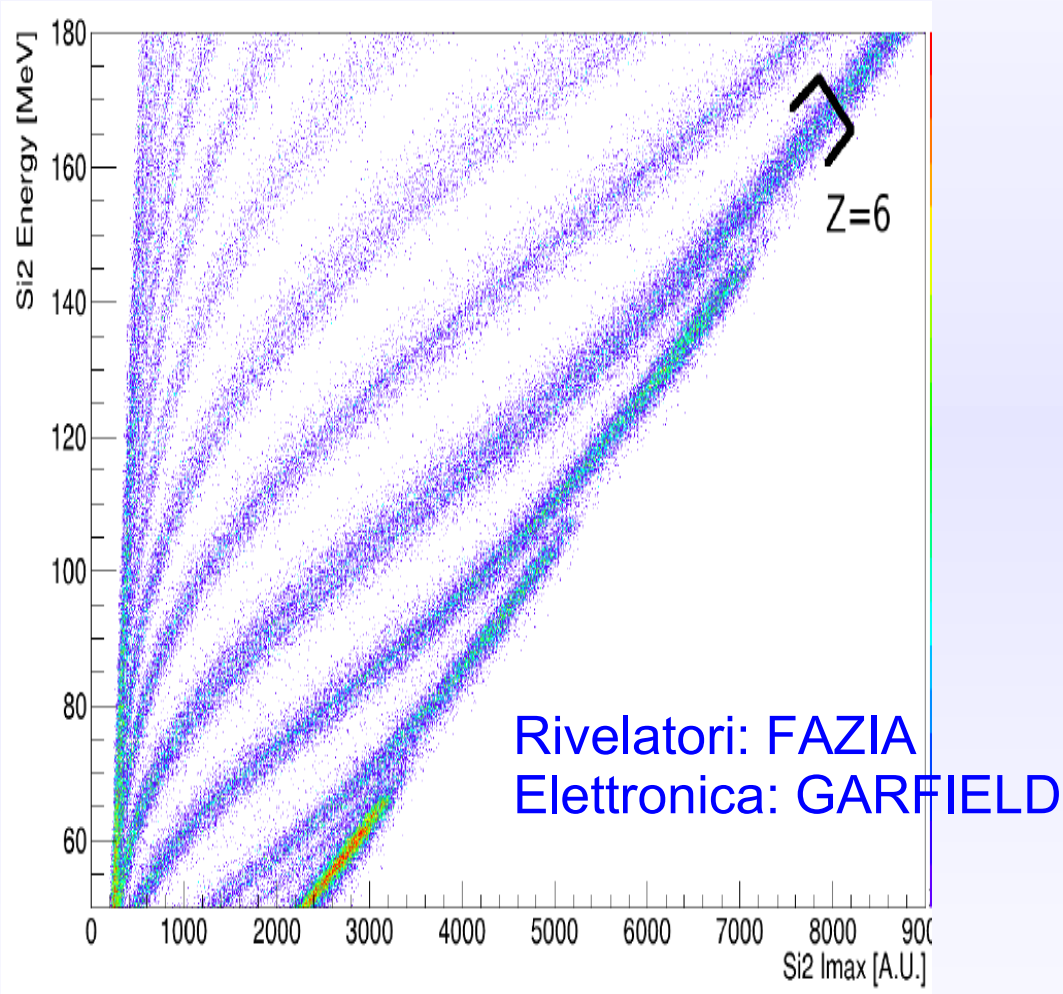
Sviluppo di tecniche per la PSA

Dal recente Seminario al CdS di Pietro Ottanelli

14bit 250MHz, normale procedura offline



14bit 120MHz, primo test tutto ONLINE



Prossimamente: test in sospeso a Legnaro
implementazione finale sulle schede di GARFIELD

Fisica nucleare: di terza non solo la commissione...

La **radioattivita'** dal reattore OKLO alle sveglie radioattive!

I due esperimenti hanno partecipato attivamente e con divertita soddisfazione alle due giornate di comunicazione scientifica 8-9 giugno 2017

Coordinatrice Silvia Piantelli

Giovani: A.Camaiani, G.Pastore, M.Rocchini
Meno giovani: G.C.
Organizzazione del laboratorio: A.Stefanini, S.Barlini

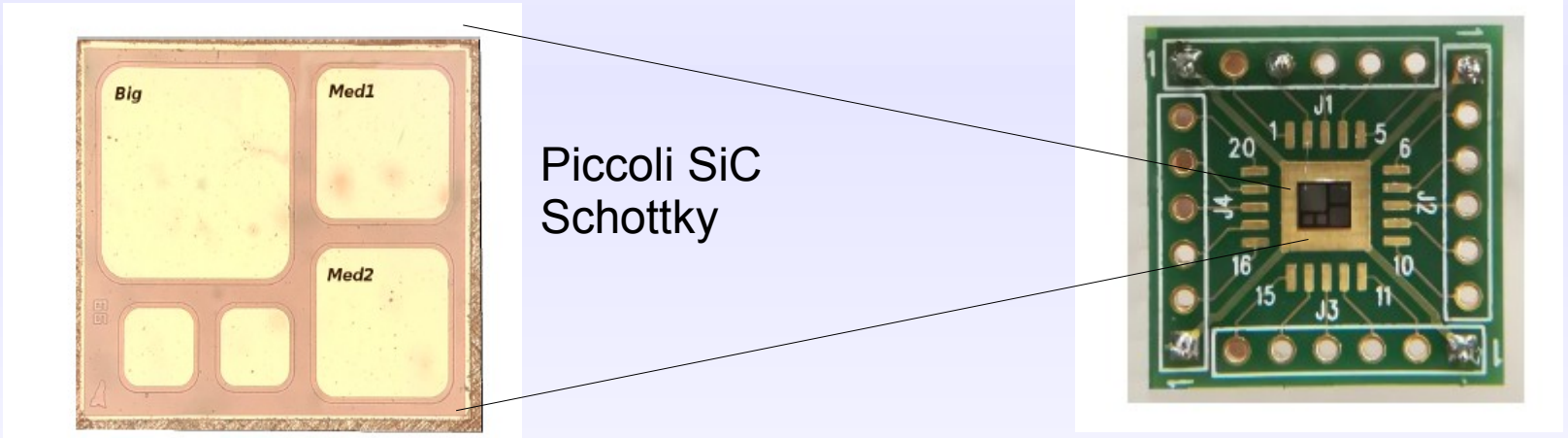
Fisica nucleare: e non solo la commissione terza...

VEDI RELAZIONE All'interno dell'ora di GRUPPO V

SiC-ilia Call Gruppo5 (II anno)

Sviluppo e uso di rivelatori al SiC per esperimenti di fisica nucleare alle energie dei ciclotroni

OBBIETTIVO del sottogruppo di Firenze: pulse shape analysis di ioni pesanti in rivelatori al SiC



per Firenze GC, **G.Pasquali**, G.Poggi, A.Stefanini, S.Barlini. M.Bini

Tesi Master in corso (Caterina Ciampi)

richieste e ringraziamenti ai Servizi Generali

NUCL-EX / FAZIA

- Officina meccanica e supporto meccanico anche per la 3D: **1 mu**
- Camera pulita **2 mu** (contatti con la nuova sede di Ct per uso di camera pulita locale per sgravare Firenze)

GAMMA

- officina meccanica **0.5mu**
- servizio di elettronica **0.5mu**

DTZ 3

Si avra' come sempre bisogno dell'aiuto del Servizio Tecnico, del Servizio di Amministrazione, del Servizio di Magazzino. Si ringraziano tutti i Servizi per la collaborazione e l'efficienza offerta, nonostante le non facili acque in cui spesso si deve navigare