

GAMMA

2015

Padova, 14.07.2014

Roberto Menegazzo

# GAMMA

- **Commissione Scientifica Nazionale III**

- **Linea 3: Nuclear Structure and Reaction Dynamics**

- Fission and fusion reaction mechanisms
- Production and study of very exotic nuclei far from the stability region
- Structure of nuclei from gamma spectroscopy
- Radioactive ion beams

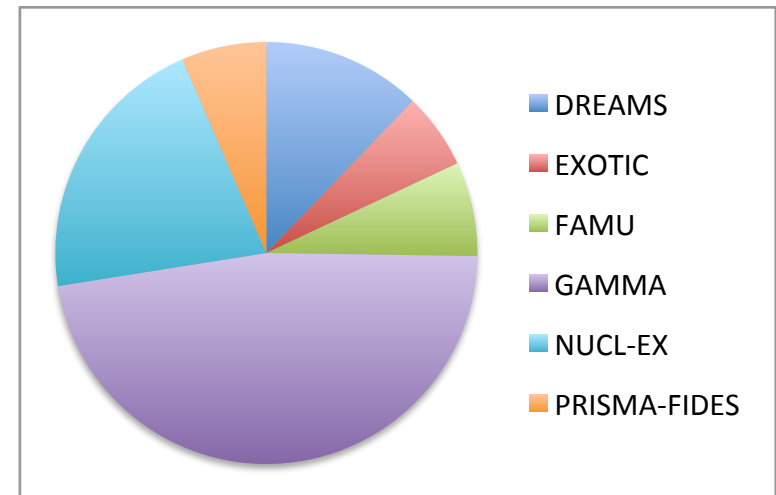
- **GAMMA**

- Sezione di Padova, Sezione di Milano, Sezione di Firenze, Sezione di Perugia, Laboratori Nazionali di Legnaro
- Circa 46 FTE su 484 della CSN III

- **GAMMA - PD nel 2014**

- 11 Ricercatori (8.4 FTE) 2 Tecnologi (1.1 FTE) 2 Tecnici
- Richieste finanziarie 305 (+120) k€ → Assegnazioni 205 k€

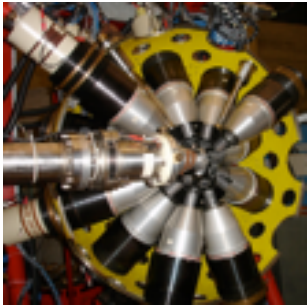
*Distribuzione FTE 2014  
Linea 3 CSN III*



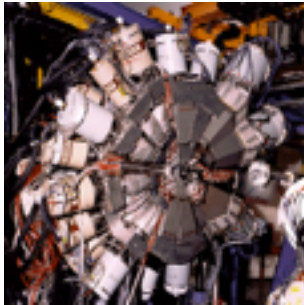
# GAMMA - PD

- Spettroscopia gamma di alta risoluzione e alta efficienza
  - Rivelatori HPGe per raggi gamma

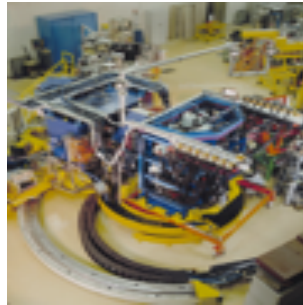
GASP – 1992



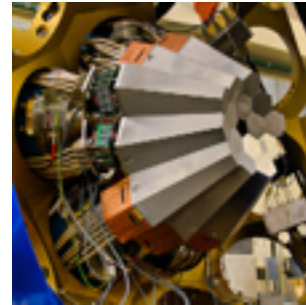
EUROBALL – 1998



CLARA – 2004



AGATA-D – 2010



GALILEO – 2014



- Rivelatori ancillari per particelle (protoni, alpha, neutroni): TRACE, EUCLIDES, n-Ring
- Utilizzo dei fasci disponibili ai Laboratori Nazionali di Legnaro
  - Fasci stabili: Tandem – ALPI – PIAVE
  - Fasci esotici (in prospettiva): SPES
- Esperimenti in laboratori esteri (GSI, GANIL, MSU, RIKEN)
  - Fasci radioattivi

# GAMMA - PD 2014

- AGATA
  - Sviluppo e test nuova elettronica → *progetto comune*
  - Sperimentazione e supporto al GSI
  - Installazione e primi tests a GANIL
- GALILEO
  - Struttura di supporto, collimatori, linea di fascio → *in fase di montaggio*
  - Linea di distribuzione LN<sub>2</sub> e sistema di controllo → *completata*
  - Punto misura → *in fase di allestimento*
  - Criostati tripli e schermi AntiCompton → *in ritardo*
  - Elettronica rivelatori, campionatori e preprocessamento → *in fase di test*
  - DAQ → *in fase di test*
  - *Primo test sotto fascio in programma a fine luglio*
- EUCLIDES, TRACE e altri rivelatori
  - Progettazione meccanica → *in corso*
  - Sviluppo nuova elettronica → *in fase di produzione e test*
  - *Commissioning con GALILEO previsto per fine 2014*
- Esperimenti al GSI, GANIL, MSU, RIKEN, ...
  - Esperimenti con spokespersons locali → *analisi dati in corso*
  - Nuove proposte → *molte già approvate*



AGATA

# AGATA Demonstrator → $1\pi$ Program

LNL  
 $\leq 5$  TC



**AGATA D.+PRISMA**

Fino a 15 capsule  
**Total Eff. ~ 6%**

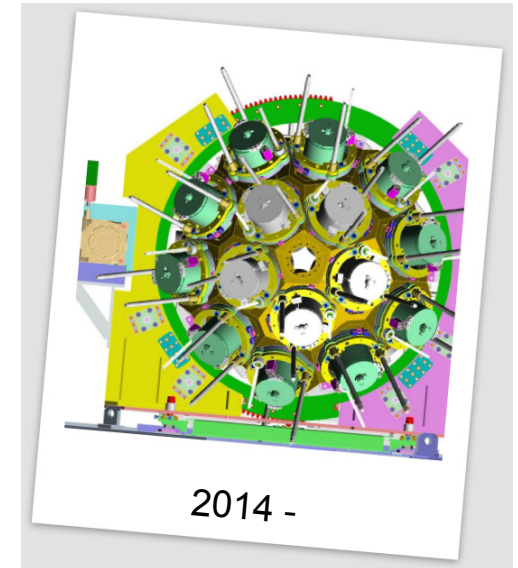
GSI/FRS  
 $\geq 5$  DC + 5 TC



**AGATA @ FRS**

Fino a 22 capsule  
**Total Eff. > 10%**

GANIL/SPIRAL  
~ 15 TC



**AGATA + VAMOS  
+ EXOGAM**

32 capsule + 6 ordinate  
**Total Eff. > 20%**

## *The set-up in reality*

**LYCCA**

**AGATA**

**Tracking array**

**2x2+5x3 crystals**

**R = 12 - 40 cm**

**$\epsilon_{ph} = 4 - 8\%$**

**$\Delta E = 0.4 - 1.2\%$**

**HECTOR**

**BaF<sub>2</sub> array**

**PreSPEC**

## The set-up in reality

LYCCA

Au, Be  
target

**AGATA**  
Tracking array  
2x2+5x3 crystals  
R = 12 - 40 cm  
 $\epsilon_{ph} = 4 - 8\%$   
 $\Delta E = 0.4 - 1.2\%$

**HECTOR**  
BaF<sub>2</sub> array

PreSPEC





S424: Korten/Gerl

(4 days, 9/2012)

Performance commissioning (PreSPEC-AGATA- LYCCA)



S429: Rudolph / Podolyák / Gerl

(6 days, 10/2012)

Quadrantic evolution of collectivity around  $^{208}\text{Pb}$



S430: Wieland / Gorská

(3/7 days, 10/2012, 2014)

Pygmy Dipole Resonance in  $^{64}\text{Fe}$  and the properties of neutron skin



S426: Pietralla / Rainovski / Gerl

(1/8 days, 2014)

Relativistic  $M1$ -Coulomb excitation of  $^{85}\text{Br}$



S433: Gadea / Gorská

(5 days, 10/2012)

Coulomb excitation of the band-terminating  $12^+$  yrast trap in  $^{52}\text{Fe}$



S431: Boutachkov / Korten

(4 days, 11/2012)

Proton hole states in  $^{132}\text{Sn}$  and  $N=82$  shell structure



S428: Pietri

(4 days, 11/2012)

Shape evolution in neutron-rich Zr



S427: Sahin / de Angelis

(5 days, 2014)

Study of the  $T_z=-1$  nucleus  $^{70}\text{Kr}$  (isospin symmetry  $A=70$ )



S434: Recchia / Bentley

(5 days, 2014)

Transition rates and mirror energy differences in isobaric multiplets

# Esperimento S434 AGATA @ GSI

Misura delle  $B(E2)$  per le transizioni  $J^\pi = 2^+ \rightarrow 0^+$ ,  $T = 1$ ,  $\Delta T = 0$  del tripletto con  $A = 46$   ${}_{24}\text{Cr}$ ,  ${}_{23}\text{V}$ ,  ${}_{22}\text{Ti}_{\text{stable}}$  con una precisione **migliore del 5%**

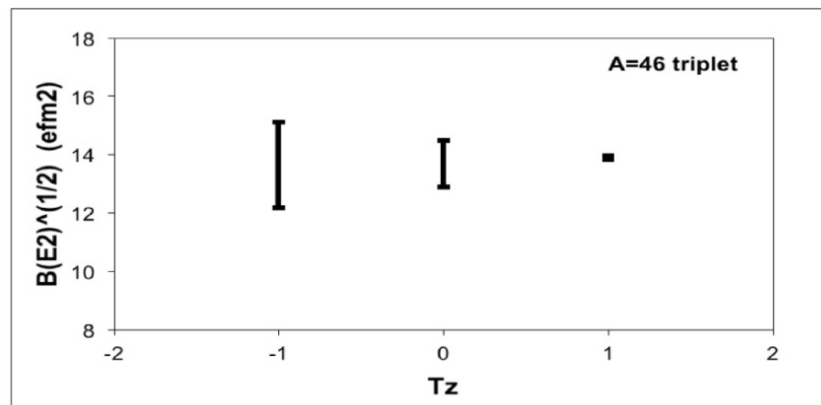
**S434: Spokespersons Recchia / Bentley**

## Motivazione Fisica

Nei limiti di charge independence e no isospin mixing  $\sqrt{B(E2)}$  è lineare in  $T_z$

Le deviazioni da questo andamento permettono di studiare l'entità dell'isospin mixing e quindi i termini dell'interazione che non conservano l'isospin.

I dati disponibili in letteratura non permettono di trarre conclusioni chiare.



Valori attualmente disponibili  
per il tripletto  $A=46$ ,  $T=1$

${}^{46}\text{Cr}$   $\tau = 16.7(36)$  ps  $\rightarrow B(E2) = 0.093(20)$  e<sup>2</sup>b<sup>2</sup>

**Sono necessarie misure molto precise**

# Esperimento S434 AGATA @ GSI

## Metodo

Le  $B(E2)$  sono ottenute dalla misura delle *vite medie*.

A causa della differenza di statistica nella produzione di  $^{46}\text{Cr}$  e  $^{46}\text{V}$  si è proceduto in due fasi:

## Coulex Cross Section

Target: Au  $750 \text{ mg cm}^{-2}$

Nuclei:  $^{46}\text{Ti}$  ( $T_Z = 1$ , stabile),  $^{46}\text{Cr}$  ( $T_Z = -1$ , più esotico, **prodotto meno**)

## Line Shapes

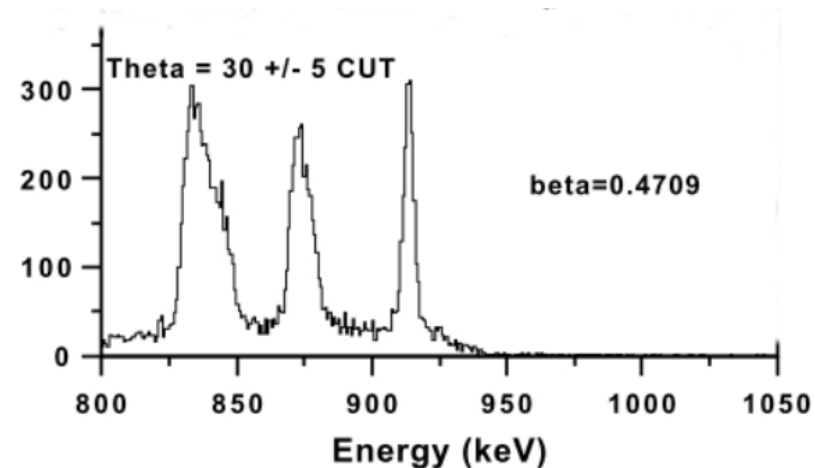
Target: Au stack ( $750+500+500$ )  $\text{mg cm}^{-2}$

Si ottengono tre picchi per la transizione

La line shape dipende dalla vita media;

**necessita di buona statistica**

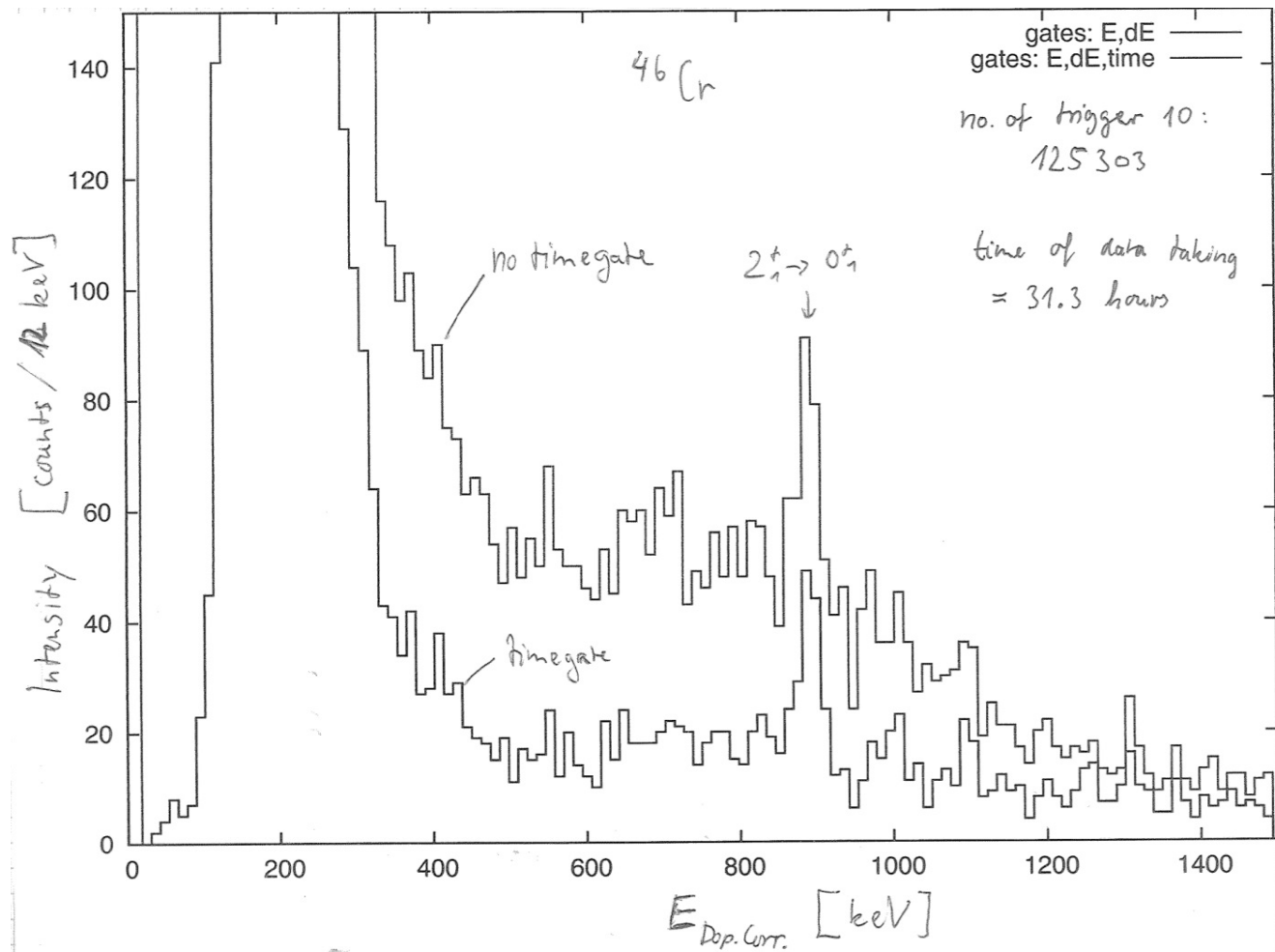
Nuclei:  $^{46}\text{Ti}$  ( $T_Z = 1$ , stabile),  $^{46}\text{V}$  ( $T_Z = 0$ )



Simulazione della line shape della transizione 915 keV nel  $^{46}\text{V}$  con gate in AGATA a  $30 \pm 5^\circ$

# Esperimento S434 AGATA @ GSI

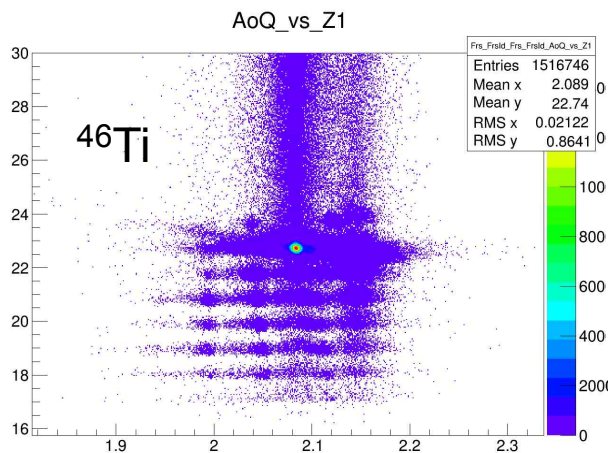
## $^{46}\text{Cr}$ online



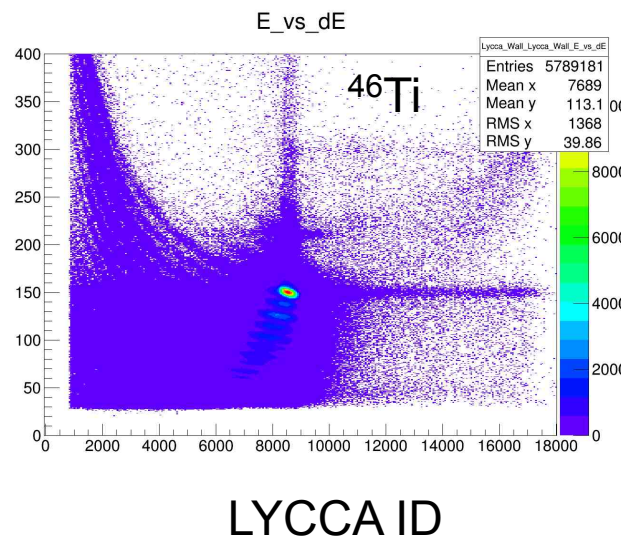
# Esperimento S434 AGATA @ GSI

## PRIMI PASSI DELL' ANALISI

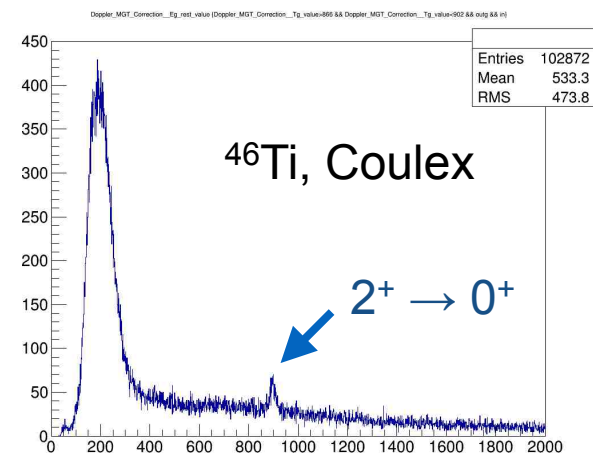
Apparato Sperimentale: FRS + LYCCA + AGATA (+ HECTOR + FINGER)  
Primary Beam:  $^{58}\text{Ni}$  @ 600 MeV/u



FRS ID



LYCCA ID



AGATA

Shifts richiesti

23 + 6 per calibrazioni e setting (15 assegnati PAC)

Shifts ottenuti

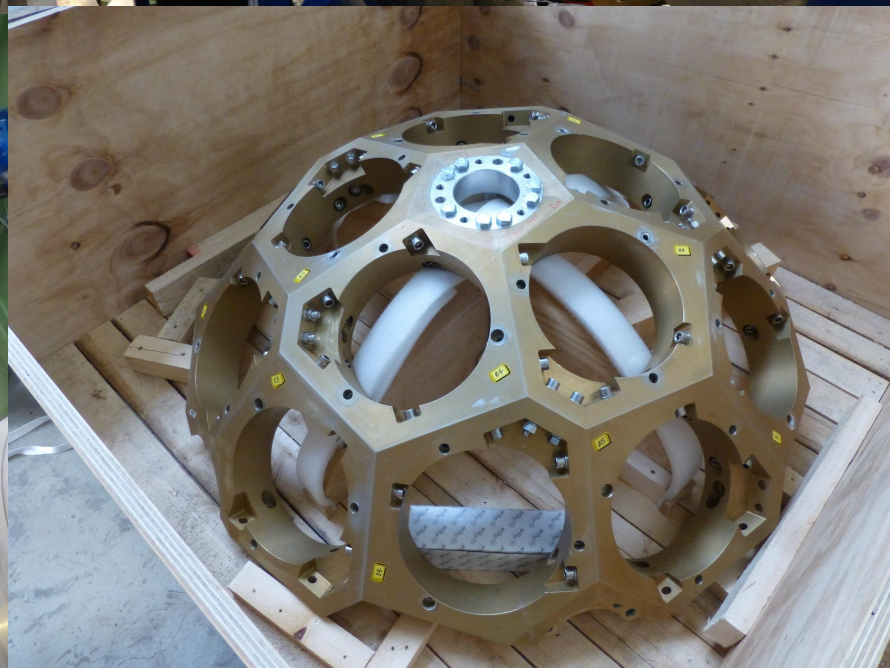
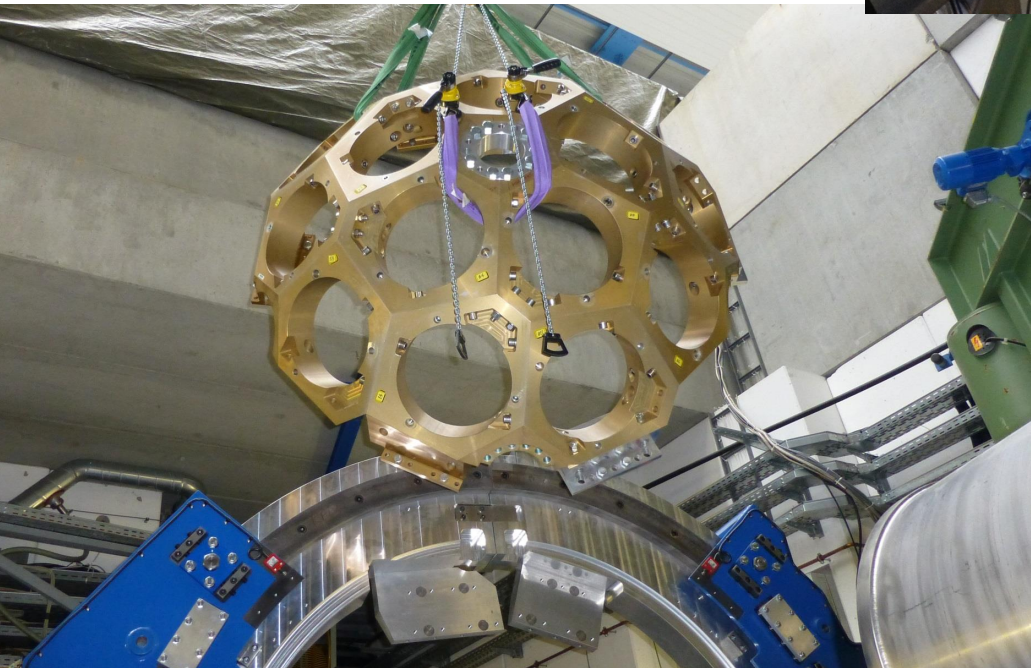
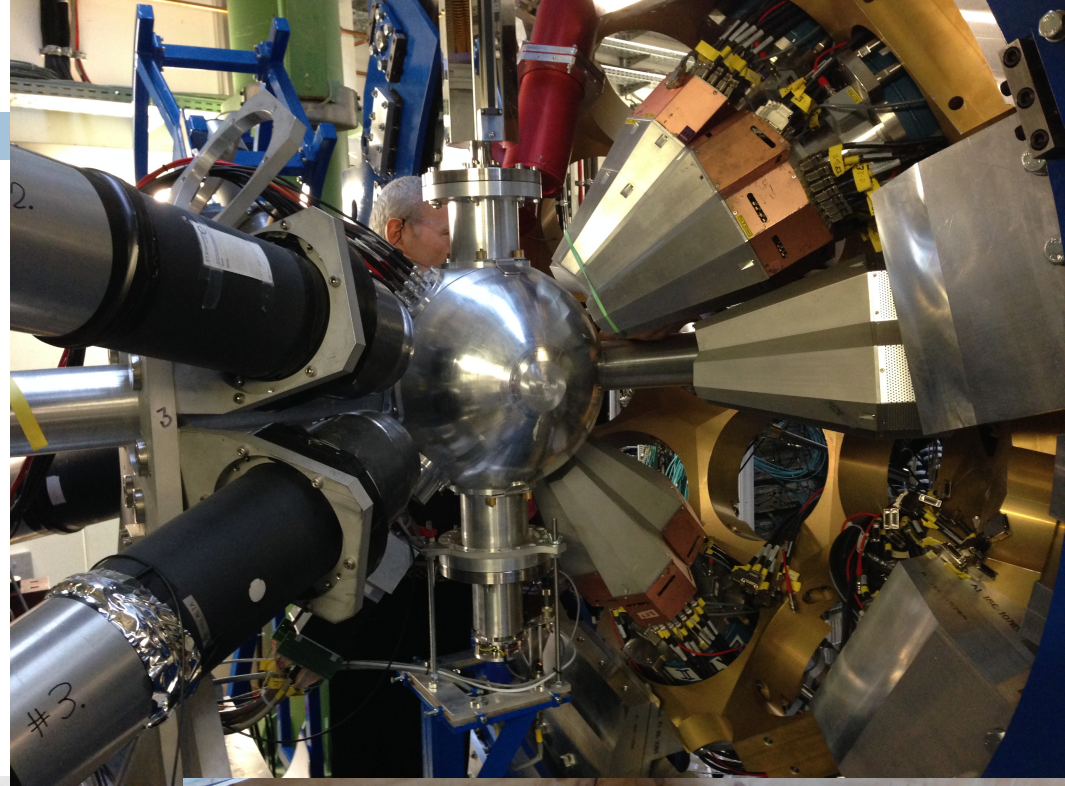
31 = 24 + 7 per calibrazioni

Partecipanti italiani

11

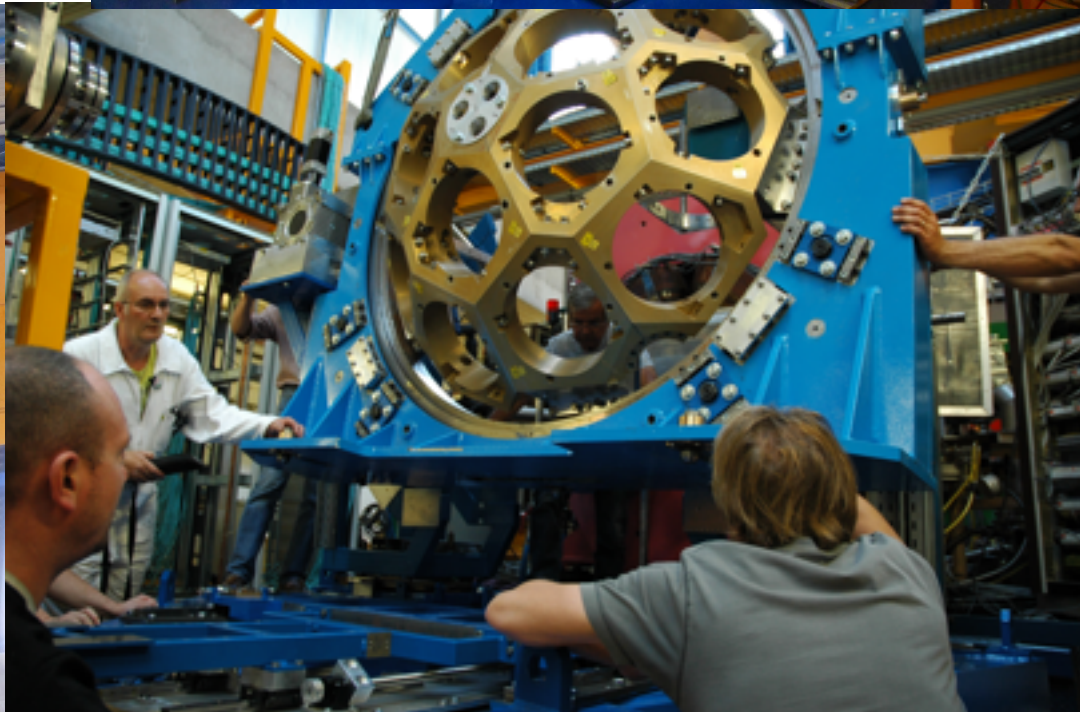
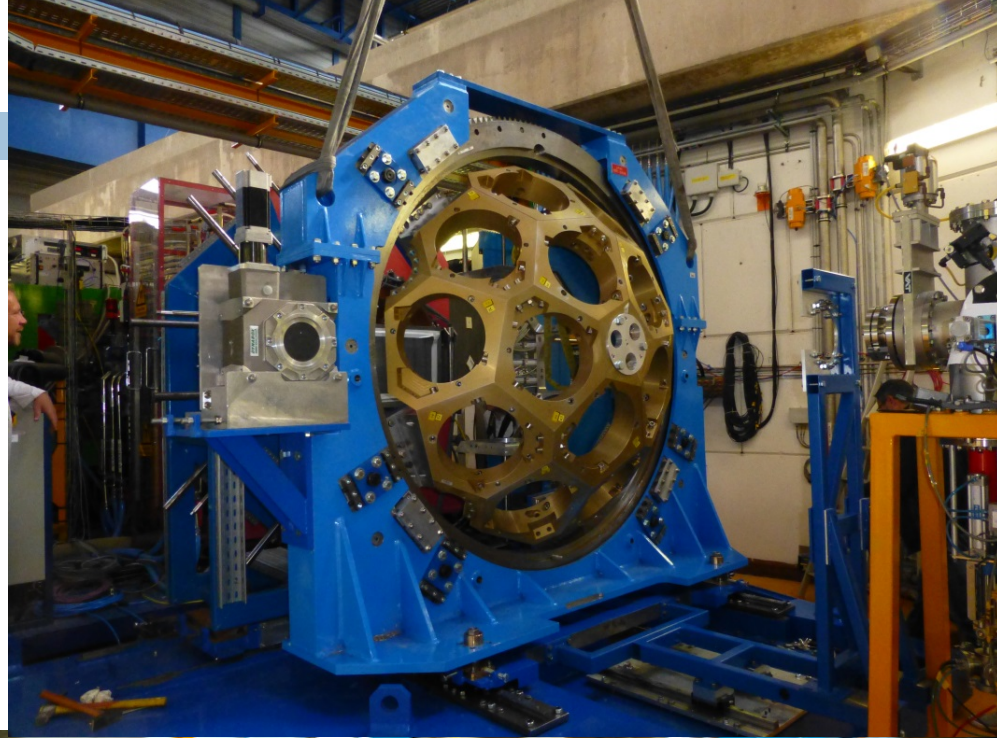
# AGATA @ GSI

Dismounting in GSI  
from 5/5/2014



# AGATA @ GANIL

Material arrived in GANIL  
on 3/6/2014



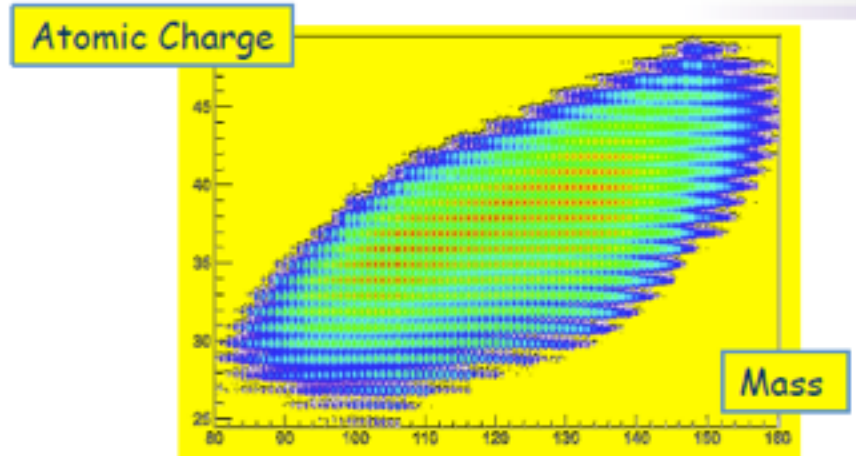
# AGATA @ GANIL





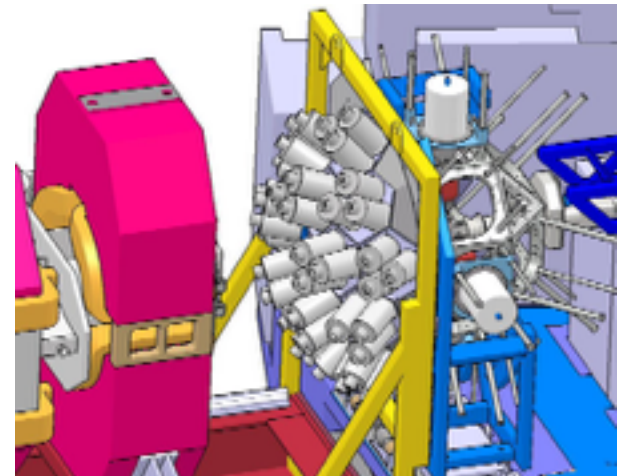
# AGATA configurations at GANIL

The first campaign will be AGATA + VAMOS std. + EXOGAM2 (+ Plunger)



## Deadlines

- 10/6: delivery of modified digitizers from IPHC
- 10/6: CEM measurement
- 23/6: LVPS and honeycomb installed
- 30/7: Autofill and DSS done
- 18/8: 1<sup>st</sup> detector in GANIL lab.
- 8/9: 1<sup>st</sup> detector in Structure
- 22/9: source test start
- 12/11: in beam commissioning start



N-Wall coupled to GALILEO in 2015

- Silvia M. Lenzi è **spokesperson** della campagna di fisica a GANIL
- Il commissioning comincerà dopo l'estate con sorgenti e poi da metà novembre a metà dicembre ci saranno dei run con fascio.
- Nel **2015** verranno eseguiti **7-8 esperimenti**, 2-3 passeranno ai run del 2016. L'ordine in cui si svolgeranno gli esperimenti non è ancora definito, lo stanno discutendo all'interno di GANIL.
- **MoU** attuale valido fino alla **fine del 2015**: INFN ha finora investito ~ 2.3 M€ sui 3 M€ previsti
  - ✓ Da acquistare: 1 capsula: 240 k€ + 1 criostato: 120 k€
- Stiamo organizzando a Padova una scuola, nell'ambito di EGAN, una **scuola per l'analisi dati** sia di AGATA che di VAMOS. Si svolgerà nella prima parte di ottobre (3 giorni), la data precisa verrà definita a breve. Daniele Mengoni fra gli organizzatori.

# GANIL PAC recommendations



Direction

NOTE			
Date :	April 25 <sup>th</sup> , 2014	Objet :	PAC Results
N/Réf :	DIR_2014_097		
De :	GANIL Direction	À :	Spokespersons, GANIL Staff, PAC Members

N° EXP	Spokespersons	UT Allocated after TAC revision	1	2	3	4	Recommendations
E661	A. Navin M. Rejmund	46	1	3	42		Accepted
E663	J. Ljungvall A. Görger	25	1	3	21		Accepted
E664	J.J. Valiente Dobon	25	1	3	21		Accepted
E666	B. Blank J-C. Thomas	23	4	1	18		Highest priority
E667	C. Schmitt M. Rejmund	30	1	3	26		Accepted
E669	D. Verney G. de Angelis	31	1	3	27		Accepted
E672	G. Georgiev A.E.Stuchbery D.L.Balabanski	34	1	3	30		Accepted
E673	P. R. John Pär-Anders Söderström	25	1	3	21		Accepted
E674	S. Bhattacharyya A. Lemasson	25	1	3	21		Accepted
E676	S. Leoni B Fornal M. Ciemala	43	1	4	30	8	Accepted
E680	G. Duchêne G. de Angelis	46	1	3	42		Accepted
E682	C. Domingo-Pardo A. Gadea	25	1	3	21		Highest priority
E686	J. Piot P. Greenlees	43	4	2	33	4	Accepted





ALTRE MISURE

# Altre attività

Stiamo procedendo all'analisi dati delle misure approvate presso altri laboratori:

## **ILL – Grenoble**

Campagna di misure al reattore completata nel 2013. **Spokesperson italiani:** S. Leoni, D. Mengoni e C.A. Ur.

## **EURICA - RIKEN**

La campagna di misure presso il laboratorio RIKEN in Giappone utilizza l'apparato EURICA, array di rivelatori al Ge di tipo Cluster (ex-EUROBALL) accoppiato con un array di Si. Lo scopo principale della campagna è quello di studiare il decadimento beta e il decadimento isomerico di nuclei esotici prodotti dalla fissione relativistica del fascio di  $^{238}\text{U}$  accelerato a 345 MeV/u. Misura congiunta con un esperimento di eccitazione Coulombiana per lo studio dei nuclei  $^{73,75}\text{Ni}$ . **Spokespersons italiani:** G. Benzoni e G. de Angelis.

## **NSCL – MSU**

Misura del grado di collettività degli isotopi  $^{70,72}\text{Ni}$  mediante scattering inelastico di protoni. Reazione in cinematica inversa con bersaglio  $\text{H}_2$  criogenico. Identificazione del fascio prima e dopo la reazione in coincidenza con i fotoni rivelati dall'apparato GRETINA. **Spokesperson italiano:** G. de Angelis.

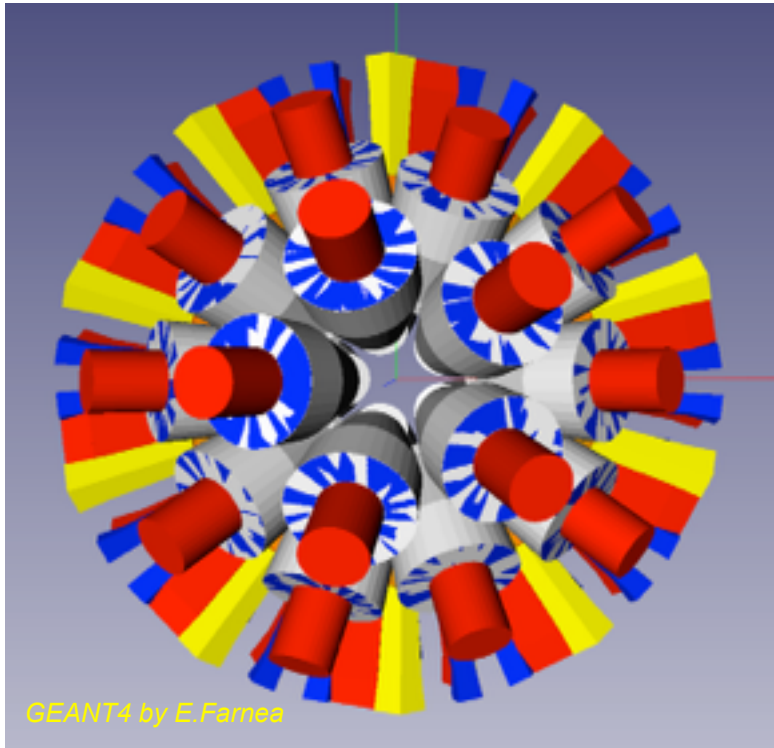
## **GAMPE - LNL**

Misura di g-factor in stati isomerici di  $^{174}\text{W}$ . **Spokesperson italiano:** G. Benzoni e B. Melon.



GALILEO

# The GALILEO Project



30 GASP detectors @ 22.5cm

5 5 5 5 5 5  
29° 51° 59° 121° 129° 151°

10 triple cluster (EB clusters) @ 24cm

90°

take advantage of the recent technical developments for AGATA

preamplifiers, digital sampling, preprocessing, DAQ

→ **high count rates (30–50 kHz/det)**

use of existing detectors

EB cluster detectors capsules

GASP detectors

→ **high photopeak efficiency**

use beam facilities at LNL

Tandem, ALPI, PIAVE – stable

SPES – RIB

→ **production of new nuclei**

$\epsilon_{ph} \sim 8\%$  P/T  $\sim 50\%$

**Start physics campaign in 2015**

# GALILEO – Mechanics

## Triple cluster cryostat

- end–cap, cold finger, dewar
- use of the EB cluster capsules

## Anti–Compton shield for the TC detector

- recover the crystals from the original EB cluster shields

## Holding structure

- highly flexible, space for ancillary detectors

## Pb collimator

- divided in 4 parts

## Reaction chamber

- accomodate different ancillary detectors

## Beam line

- the structure opens along the beam line

## Ancillary detectors

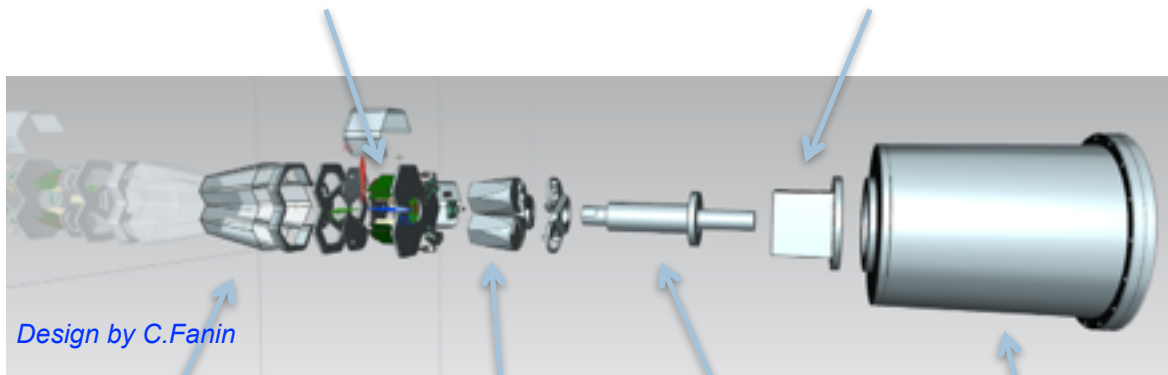
- integration with the holding structure



# Triple Cluster Detector – First Prototype

front-end electronics  
(warm part)

Zeolites container



end-cap in  
Carbon fiber

capsules

cold finger

dewar



Testing

2012 – prototypes

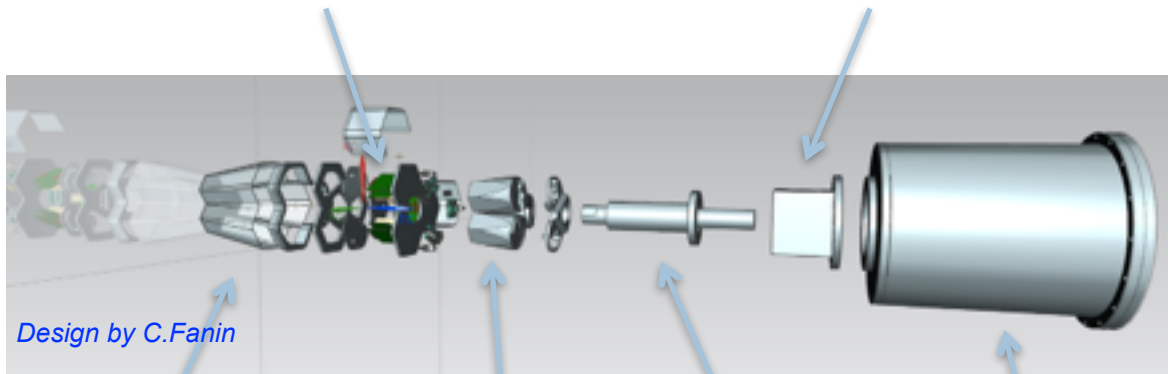
2013 – production 10 cryostats

*Mechanical workshop in Padova and Legnaro*

# Triple Cluster Detector – First Prototype

front-end electronics  
(warm part)

Zeolites container



end-cap in  
Carbon fiber

capsules

cold finger

dewar



Testing

2012 – prototypes

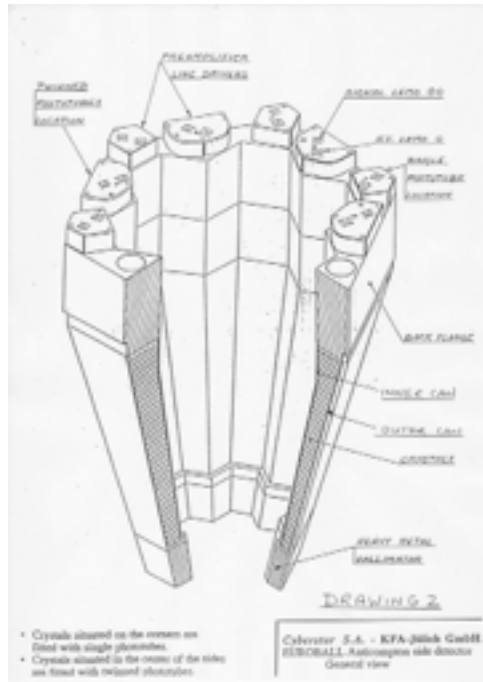
2013 – production 10 cryostats

**DELAYED**

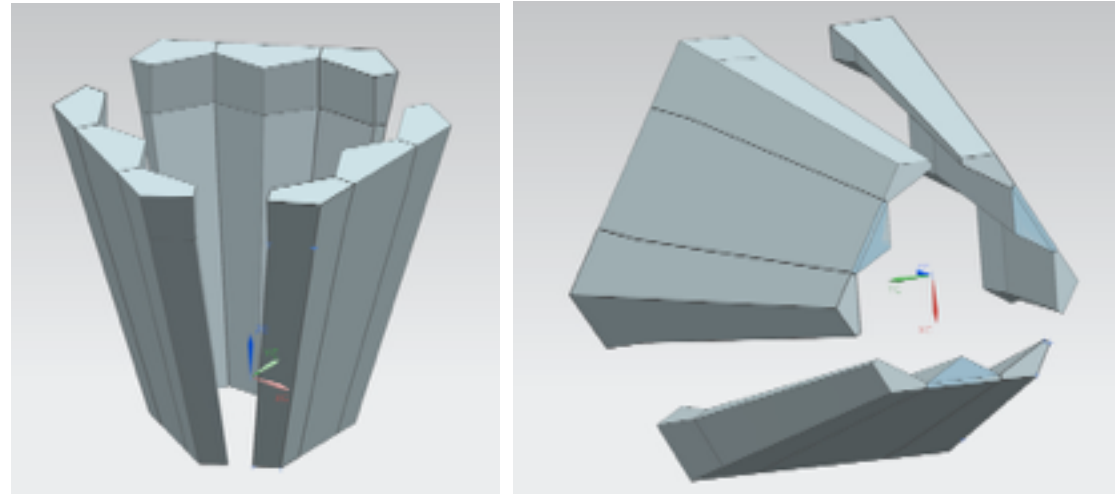
*Mechanical workshop in Padova and Legnaro*

# Triple Cluster Detector – AC Shield

## EB cluster AC shield



## Refurbished AC shield for TC detectors



construction of the triple cluster AC shield out of the individual crystals of the original EB cluster shield

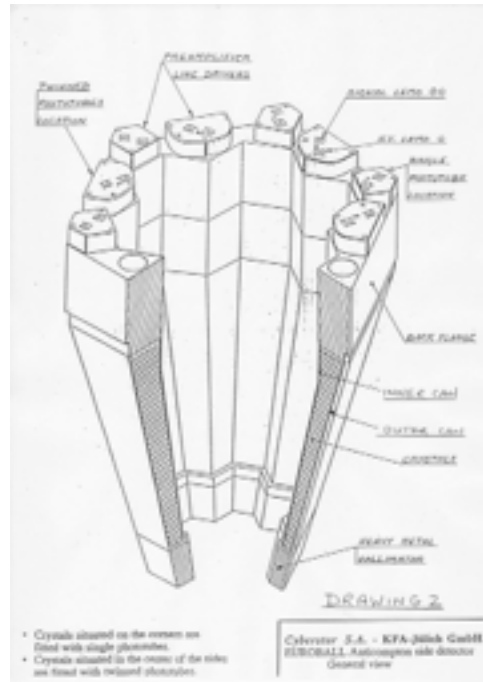
→ received from the GAMMAPOOL and taken apart one EB AC shield

2012 – design (possibility of using carbon fiber enclosure)

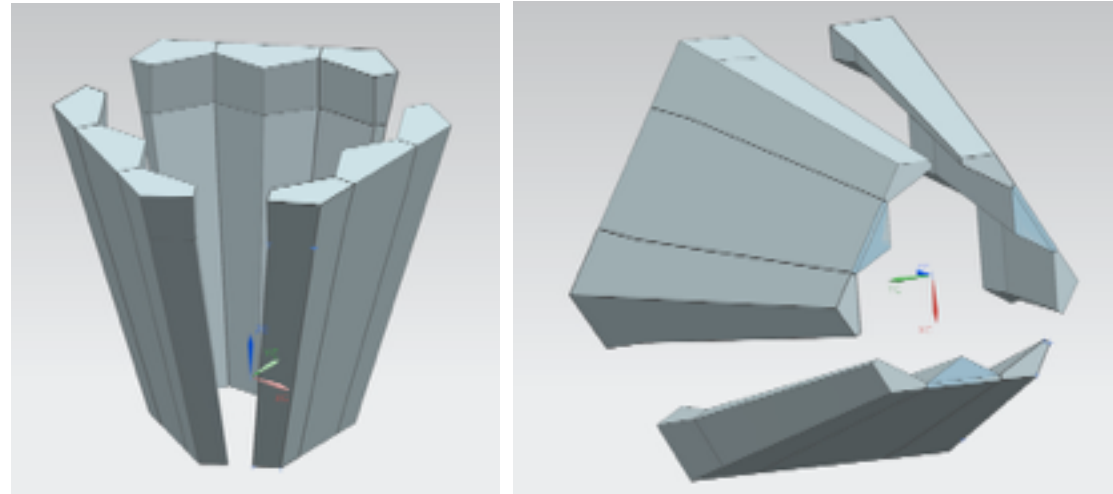
2013 – production 10 AC shields

# Triple Cluster Detector – AC Shield

## EB cluster AC shield



## Refurbished AC shield for TC detectors



construction of the triple cluster AC shield out of the individual crystals of the original EB cluster shield

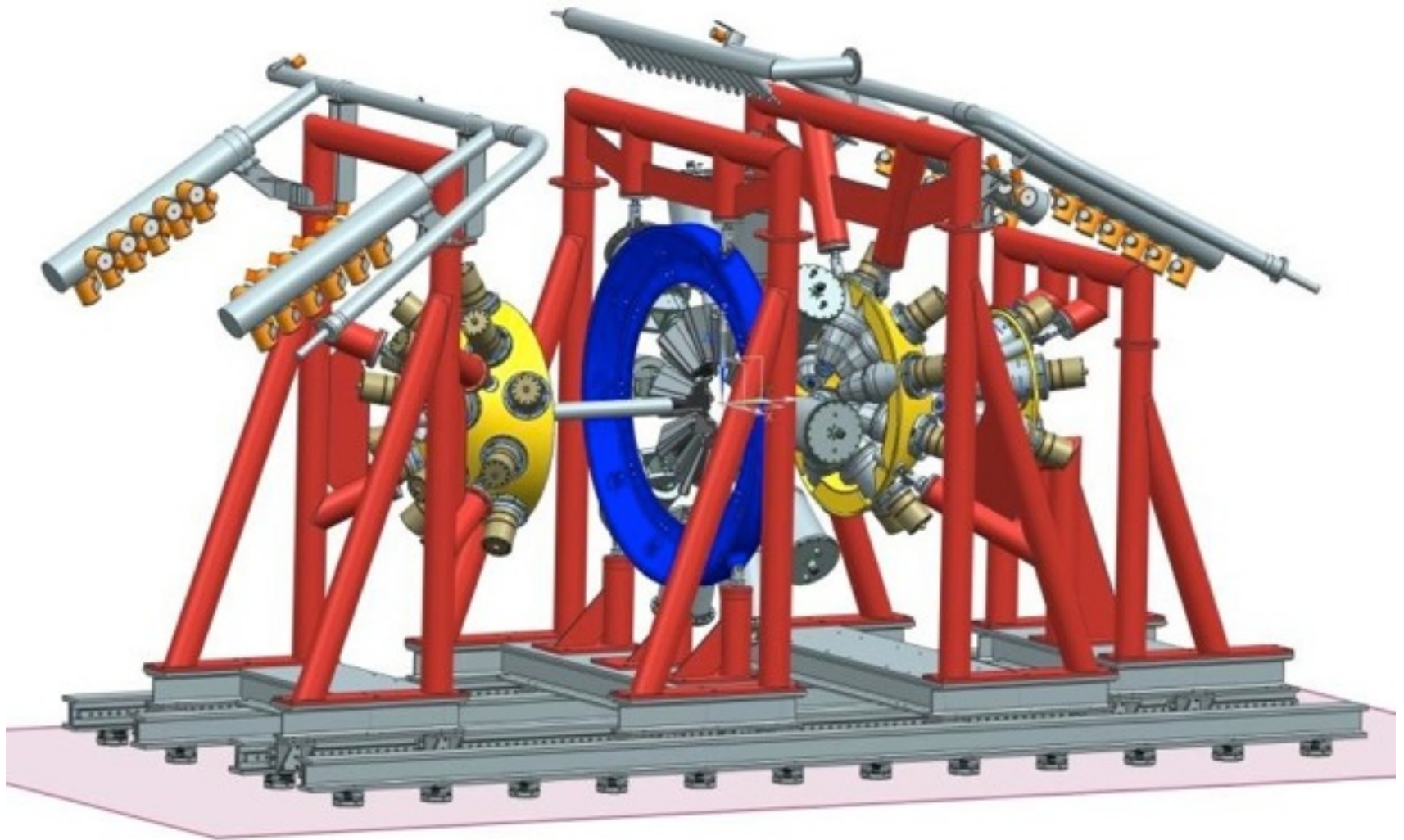
→ received from the GAMMAPOOL and taken apart one EB AC shield

2012 – design (possibility of using carbon fiber enclosure)

2013 – production 10 AC shields

**DELAYED**

# GALILEO - Meccanica



*Technical Office of Padova: [C.Fanin](#), M.Turcato, M.Rampazzo, M.Romanato*

# GALILEO - Aggiornamento



# GALILEO - Aggiornamento



# GALILEO - Aggiornamento

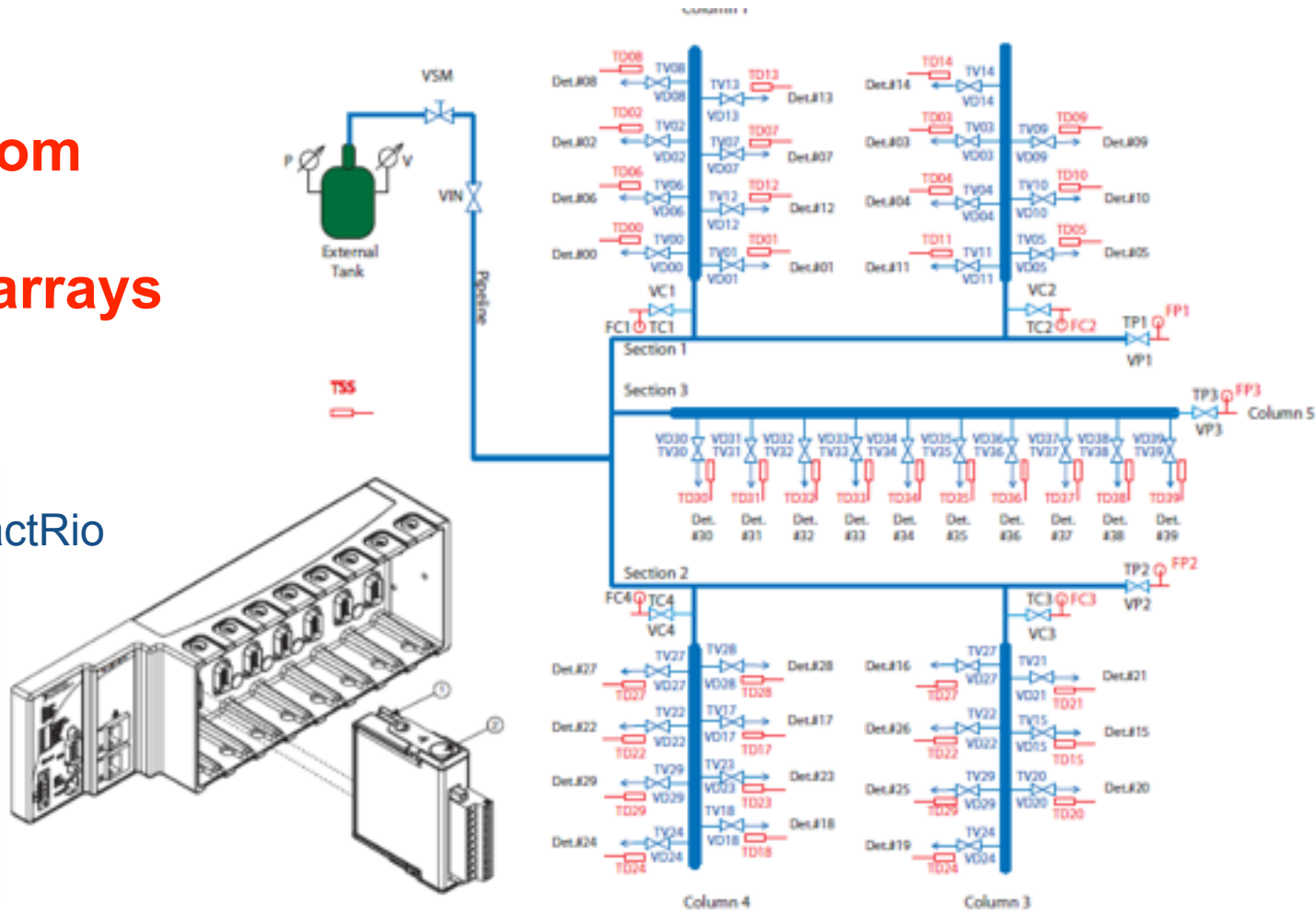




# GALILEO – LN<sub>2</sub> Filling System

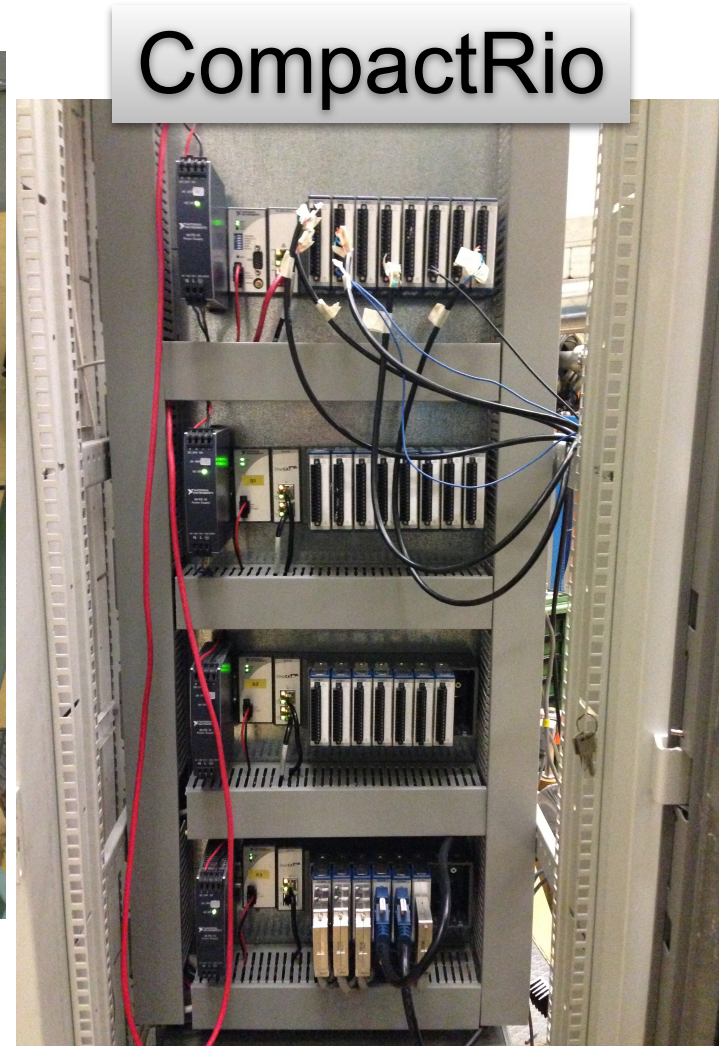
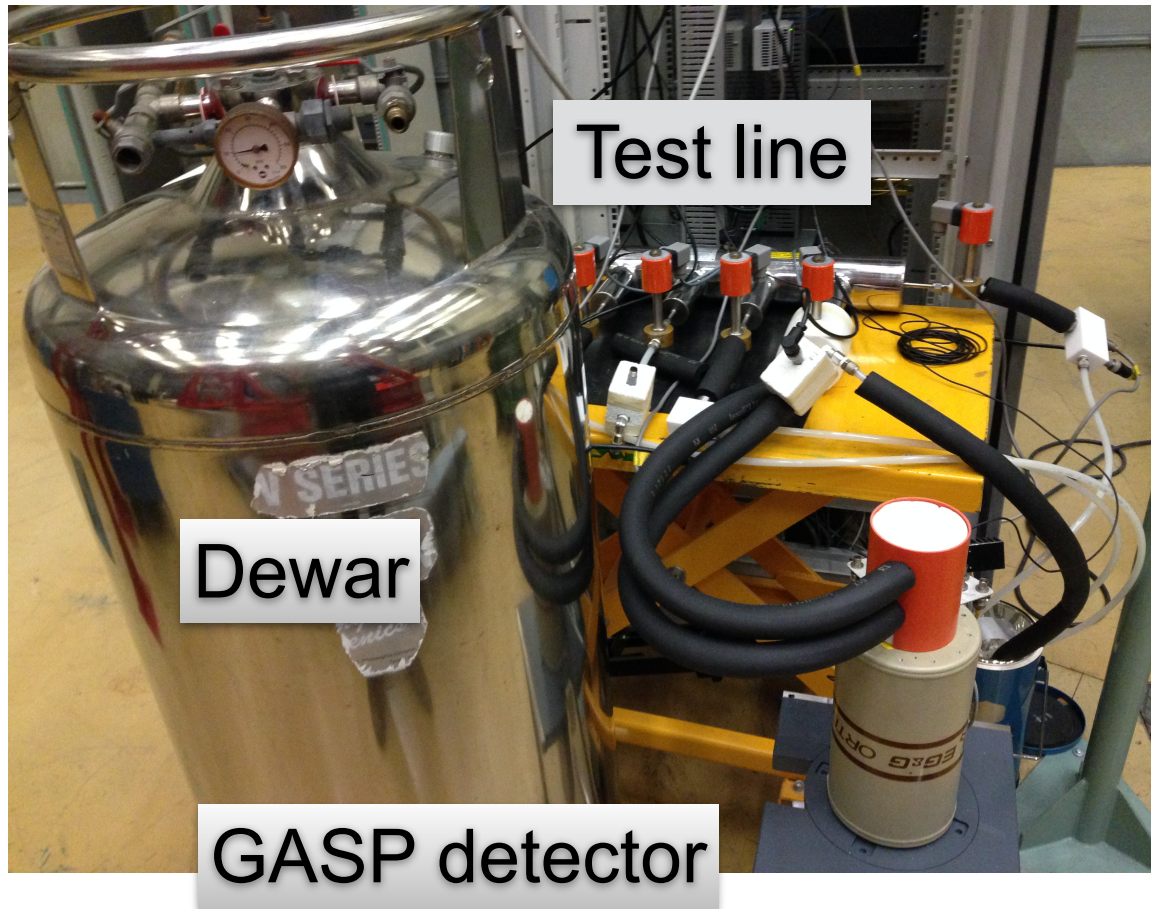
Logic flow from  
GASP and  
EUROBALL arrays

Built on NI CompactRio  
architecture



*Designed and built by the electronics lab. of INFN Padova (M. Bettini)*

# GALILEO – LN<sub>2</sub> Filling System

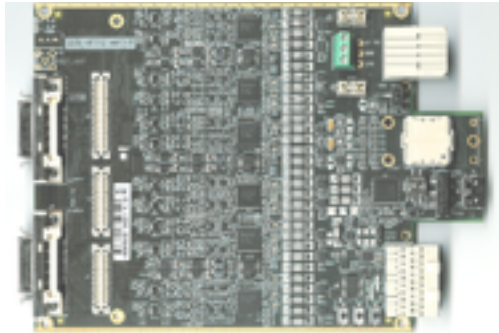
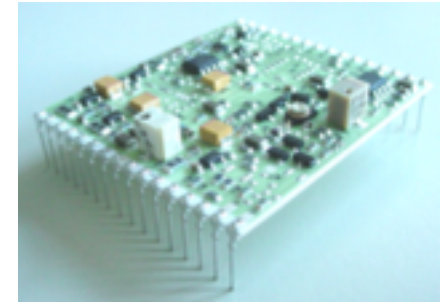


CompactRio PLC control system and LN<sub>2</sub> system test with one GASP germanium detector

# GALILEO – Electronics and DAQ

**Sviluppi in sinergia con AGATA permettono un ottimizzazione del costo, del lavoro e del personale**

**Nuovi preamplificatori per rivelatori a Ge sviluppati a Milano: in sostituzione sui rivelatori GASP**



**Nuovi campionatori digitali a 14 bit e 100 MHz progettati a Milano e Padova: prodotti 144 canali, assemblaggio e test in corso**

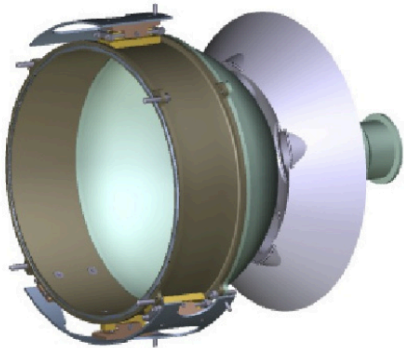
**Nuovo sistema di readout e processamento dei segnali sviluppato a Padova e Legnaro: hardware completato, sviluppo e test del software**



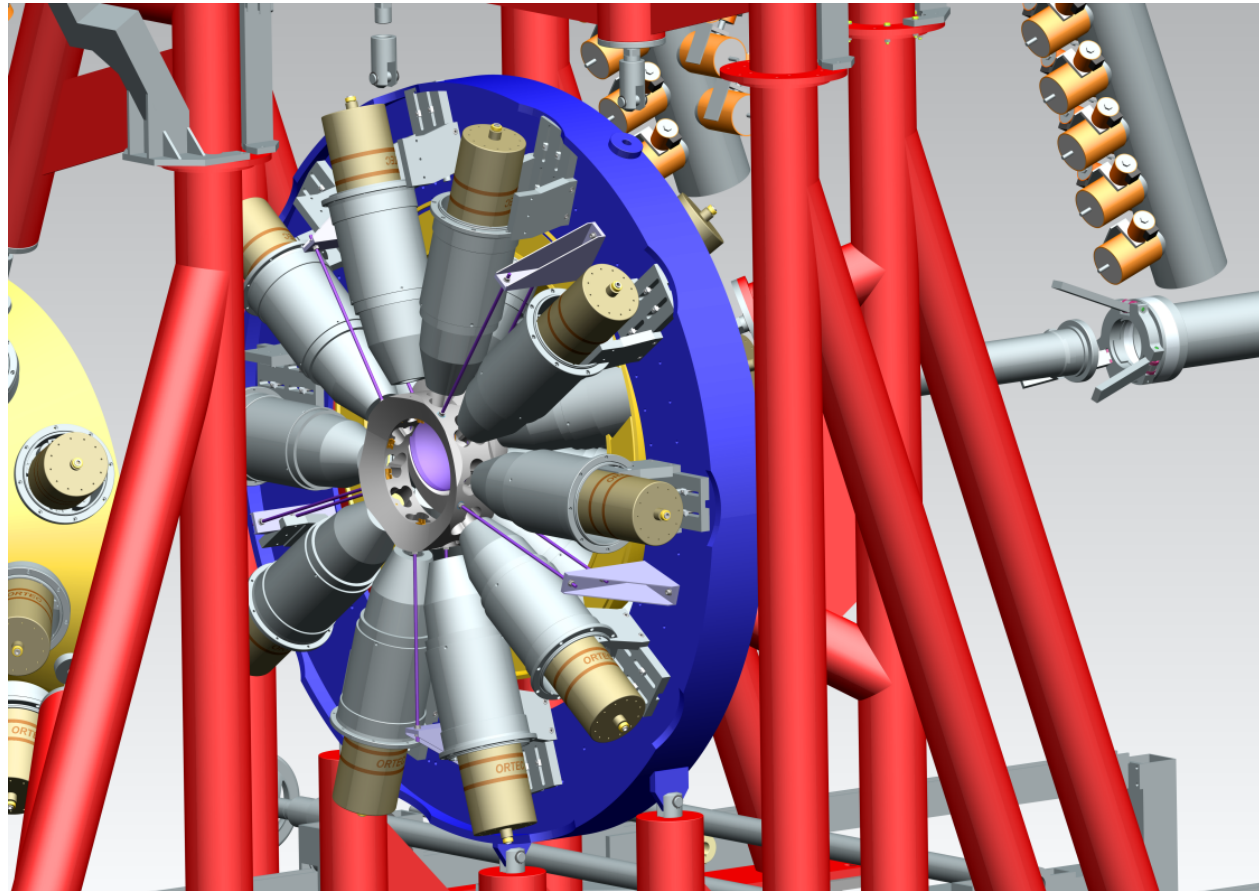
**Nuovo sistema di presa dati basato su XDAQ sviluppato dal Servizio Calcolo dei LNL: test in corso**

## GASP detectors at 90 degrees

Reaction Chamber



Lead collimator



*Primo test sotto fascio: 28 e 29 Luglio 2014*

- GALILEO
  - Inizio sperimentazione
- AGATA a GANIL
  - Supporto all'installazione e sperimentazione
- Sviluppo rivelatori GTC + schermi AC
- Rivelatori ancillari: EUCLIDES, TRACE, N-Wall, ...
  - Sviluppo e integrazione con GALILEO
- Esperimenti presso altri laboratori: MSU, RIKEN, ...
  - Esperimenti approvati e nuove proposte
- SPES
  - R&D su Tape Station for  $\beta$ -decay studies

# Richieste GAMMA - PD 2015

Attività	Stato	Apparati	Inventario	Consumo
GALILEO	Completamento	140	6	14
EUCLIDES	Completamento	20		5
TRACE	R & D			
Altre spese ricerca	Consumo e manutenzioni		6	32
AGATA	MoU	120		
<b>TOTALE [k€]</b>		<b>280</b>	<b>12</b>	<b>51</b>
Missioni	70			

# Richieste ai Servizi della Sezione 2015

- **UT** **6 MU**
  - ▣ Completamento progetto e disegni tecnici GALILEO
  - ▣ Completamento progetto GTC + AC
- **OM** **6 MU**
  - ▣ Modifiche/completamento criostati GALILEO
  - ▣ Costruzione supporto meccanico rivelatori ancillari per GALILEO (TRACE/DANTE/NEDA/EUCLIDES)
- **LOE** **5 MU**
  - ▣ Produzione e test elettronica rivelatori ancillari per GALILEO
- **CALC** **1 MU**
  - ▣ Supporto farm di gruppo

# GAMMA - PD

Nome	Tipo	Qualifica	%
Diego Barrientos Turrion	Associato	Assegnista	0
Dino Bazzacco	Dipendente	Dirigente di Ricerca	100
Marco A. Bellato	Dipendente	Primo Tecnoogo	30
Claudio Fanin	Dipendente	Primo Tecnologo	80
Laura Grassi	Associato	Borsista	100
Roberto Isocrate	Dipendente	Collaboratore Tecnico E.R.	50
Philipp R. John	Associato	Borsista	100
Silvia M. Lenzi	Associata	Prof. Associato	50
Santo Lunardi	Associato	Prof. Ordinario	96
Daniele Mengoni	Associato	Ricercatore TD	100
Roberto Menegazzo	Dipendente	Ricercatore	56
Francesco Recchia		Assegnista Uni.	0
Colin A. Ur	Dipendente	Ricercatore	0
Roberto Venturelli	Associato	Docente	50

GAMMA - PD nel 2015: 8 Ricercatori (6.5 FTE) 2 Tecnologi (1.1 FTE) 1 Tecnico